

Universidad de **Cádiz**

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

**Embarcación deportiva a motor para
cruceros de altura de 18 metros
de eslora**

Alberto SÁNCHEZ GONZÁLEZ



Centro: **E. U. I. T. NAVAL**
Titulación: **I. T. NAVAL**
Fecha: **Octubre 2008**



ÍNDICE

1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.....	Pg 1
2. REGLAMENTACIONES Y NORMATIVAS.....	Pg 3
2.1. INTRODUCCIÓN.....	Pg 3
2.2. CATEGORÍAS Y ZONAS DE NAVEGACIÓN.....	Pg 4
3. ESTUDIO ESTADÍSTICO.....	Pg 9
3.1. INTRODUCCIÓN.....	Pg 9
3.2. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO EN ROSCA-ESLORA TOTAL.....	Pg 11
3.3. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO MÁXIMO-ESLORA TOTAL.....	Pg 12
3.4. RELACIÓN ESLORA TOTAL-MANGA.....	Pg 13
3.5. RELACIÓN ESLORA TOTAL-CALADO.....	Pg 14
3.6. RELACIÓN MANGA-CALADO.....	Pg 15
3.7. RELACIÓN ESLORA TOTAL-ESLORA EN LA FLOTACIÓN.....	Pg 16
3.8. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO-POTENCIA.....	Pg 17
3.9. RELACIÓN POTENCIA-COMBUSTIBLE.....	Pg 18
3.10. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO-AGUA DULCE.....	Pg 19
3.11. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO-VELOCIDAD MÁXIMA.....	Pg 20
3.12. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO-VELOCIDAD DE CRUCERO.....	Pg 21
3.13. RELACIÓN DESP/POTENCIA-VELOCIDAD MÁXIMA.....	Pg 22
3.14. RELACIÓN DESP/POTENCIA-VELOCIDAD DE CRUCERO.....	Pg 23
4. DIMENSIONAMIENTO DE LA CARENA.....	Pg 24
4.1. PREDIMENSIONAMIENTO.....	Pg 24
4.1.1. RELACIÓN DESP.MÁX-ESLORA TOTAL.....	Pg 25
4.1.2. RELACIÓN ESLORA TOTAL-MANGA.....	Pg 26
4.1.3. RELACIÓN ESLORA TOTAL-CALADO.....	Pg 27
4.1.4. RELACIÓN MANGA-CALADO.....	Pg 28
4.1.5. RELACIÓN ESLORA TOTAL-ESLORA FLOTACIÓN.....	Pg 29
4.1.6. RELACIÓN DESP.MÁX-POTENCIA.....	Pg 30
4.1.7. CUADRO RESUMEN.....	Pg 31
4.2. DISEÑO Y PLANO DE FORMAS.....	Pg 31
4.2.1. INTRODUCCIÓN.....	Pg 31
4.2.2. FORMAS DE PLANEAMIENTO.....	Pg 32
4.2.3. RESISTENCIAS.....	Pg 33
4.2.4. FORMAS DE LAS CUADERNAS.....	Pg 34
4.2.5. RESUMEN.....	Pg 36
4.2.6. DISEÑO DEL CASCO MEDIANTE MAXSURF PRO.....	Pg 36
4.2.7. ESTRUCTURA RESISTENTE DEL CASCO.....	Pg 37

5. DISPOSICIÓN GENERAL.....	Pg 37
5.1. INTRODUCCIÓN.....	Pg 37
5.2. DISEÑO DE LA CUBIERTA.....	Pg 38
5.2.1. BAÑERA.....	Pg 38
5.2.2. PUESTO DE GOBIERNO.....	Pg 38
5.2.3. PASILLOS LATERALES.....	Pg 39
5.2.4. CUBIERTA DE PROA.....	Pg 39
5.3. DISEÑO DE INTERIORES.....	Pg 39
5.3.1. SALÓN-COCINA.....	Pg 40
5.3.2. SALÓN-PUENTE DE GOBIERNO.....	Pg 40
5.3.3. CAMAROTE DE POPA.....	Pg 40
5.3.4. CAMAROTE CENTRAL.....	Pg 41
5.3.5. CAMAROTE DE PROA.....	Pg 41
5.4. DISPOSICIÓN DE LOS MAMPAROS TRANSVERSALES.....	Pg 42
6. ESCANTILLONADO.....	Pg 43
6.1. INTRODUCCIÓN.....	Pg 43
6.2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	Pg 43
6.3. PROCESO CONSTRUCTIVO.....	Pg 46
6.4. LLOYD´S REGISTER OF SHIPPING	Pg 48
6.4.1. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MATERIAL.....	Pg 48
6.4.2. IMPOSIBILIDAD DE APLICAR REGLAMENTO DE LA LLOYD.....	Pg 49
6.5. APLICACIÓN DE LAS REGLAS DE LA LLOYD.....	Pg 49
6.5.1. CARACTERÍSTICAS DE LA EMBARCACIÓN.....	Pg 49
6.5.2. RESTRICCIONES NORMATIVAS.....	Pg 50
6.6. ESPESOR DEL LAMINADO.....	Pg 51
6.7. LAMINADO DEL CASCO.....	Pg 51
6.7.1. LAMINADO DEL FONDO.....	Pg 53
6.7.2. LAMINADO DEL COSTADO.....	Pg 54
6.7.3. LAMINADO DE LA QUILLA.....	Pg 55
6.8. CÁLCULO DE LOS REFUERZOS DEL CASCO.....	Pg 56
6.8.1. LAMINADO DE LOS REFUERZOS TRANSVERSALES	Pg 56
6.8.2. LAMINADO DE LOS REFUERZOS LONGITUDINALES.....	Pg 61
6.8.3. LAMINADO DE LA CUBIERTA.....	Pg 67
6.8.4. LAMINADO DE REFUERZOS LONGITUDINALES DE CUBIERTA.....	Pg 68
6.8.5. LAMINADO DE REFUERZOS TRANSVERSALES DE CUBIERTA.....	Pg 70
6.8.6. LAMINADO DE LOS MAMPAROS TRANSVERSALES.....	Pg 71
6.8.7. LAMINADO DE LA SUPERESTRUCTURA.....	Pg 74
6.8.8. LAMINADO DE LOS REFUERZOS DE LA SUPERESTRUCTURA.....	Pg 75

7. CÁLCULO DE RESISTENCIA Y MOTORIZACIÓN.....	Pg 78
7.1. INTRODUCCIÓN.....	Pg 78
7.2. AUTONOMÍA.....	Pg 80
8. SISTEMAS DE ABORDO.....	Pg 81
8.1. EQUIPO DE NAVEGACIÓN.....	Pg 81
8.2. ARMAMENTO DIVERSO.....	Pg 81
8.3. RADIOCOMUNICACIONES.....	Pg 82
8.4. SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	Pg 83
8.5. SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	Pg 83
8.6. SISTEMA DE AGUAS NEGRAS Y GRISES.....	Pg 83
9. CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO Y CENTRO DE GRAVEDAD.....	Pg 84
9.1. PESO DEL CASCO.....	Pg 84
9.2. PESO DE LAS CUBIERTAS.....	Pg 85
9.3. PESO DE LA SUPERESTRUCTURA.....	Pg 86
9.4. PESO DE LOS MAMPAROS TRANSVERSALES.....	Pg 86
9.5. PESO DE LOS REFUERZOS.....	Pg 87
9.6. TABLA DE PESOS Y C.D.G DE LA EMBARCACIÓN.....	Pg 91
10. ESTABILIDAD.....	Pg 95
10.1. INTRODUCCIÓN.....	Pg 95
10.2. ENSAYO DE COMPENSACIÓN DE PESOS.....	Pg 96
10.3. BALANCE TRANSVERSAL DEBIDO A OLAS Y VIENTO.....	Pg 97
10.4. RESISTENCIA A LAS OLAS.....	Pg 99
10.5. ÁNGULO DE INUNDACIÓN.....	Pg 101
10.6. ALTURA DE INUNDACIÓN.....	Pg 102
11. EQUIPAMIENTOS.....	Pg 119
11.1. EQUIPO DE SALVAMENTO.....	Pg 119
11.2. EXTINCIÓN, ACHIQUE Y CONTRAINCENDIOS.....	Pg 119
11.3. PREVENCIÓN DE VERTIDOS AL MAR.....	Pg 121
12. PRESUPUESTO.....	Pg 122
13. BIBLIOGRAFÍA.....	Pg 128
14. MANUAL DEL PROPIETARIO.....	Pg 130

1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

El proyecto que vamos a llevar a cabo se tratará de una embarcación deportiva de recreo para realizar cruceros de altura y para un cliente en particular.

Se tratará de una embarcación de mediano porte, equipada con todos aquellos elementos necesarios para unas vacaciones en el mar, así como con todas aquellas comodidades de una vivienda flotante que nos hagan disfrutar y aprovechar al máximo las características de la embarcación.

Navegación:

La zona de navegación prevista para la embarcación se desarrolla principalmente entre la costa mediterránea, las Islas Canarias, Cabo Verde y Azores, así como también cruceros de altura por el atlántico. Esta amplitud geográfica se podrá concretar en función de la distancia entre los posibles puertos.

La categoría de navegación asignada según la Circular N°7/1995 de la Dirección General de la Marina Mercante es la Categoría A, lo que implica que la zona de navegación de la embarcación es oceánica e ilimitada. Para poder gobernar la embarcación será necesario estar en posesión del título de capitán de yate, que posibilita el gobierno de este tipo de embarcaciones sin limitación alguna.

Dado que la distancia entre puertos es bastante amplia, y para que las vacaciones puedan llevarse a cabo sin problemas, será necesario dotar a la embarcación de suficiente autonomía. Se tratará pues de proporcionar un amplio margen de seguridad para prevenir cualquier problema durante la navegación. Consideraremos aproximadamente un valor del doble de la distancia máxima entre puertos como margen seguro.

Se dispondrá de tanques de combustible suficientes para las rutas establecidas, así como tanques de agua dulce con capacidad suficiente para el consumo humano, servicios de aseo personal, otros propios del barco y espacio de almacenaje.

Seguridad:

Entendemos por estabilidad la propiedad mediante la cual un buque recupera la condición de equilibrio después de ser perturbado por fuerzas externas al mismo.

Por este motivo, está claro que la embarcación deberá cumplir esta propiedad bajo cualquier condición de navegación, al igual que los movimientos longitudinales y transversales del barco durante esta serán lo más suaves posibles, y con un recorrido lo más corto posible. Con ello aseguraremos la seguridad de la tripulación.

También se instalarán en la embarcación equipos de ayuda a la navegación, sistemas de posicionamiento terrestre vía satélite, brújula y otros sistemas que garanticen la seguridad de la tripulación en caso de accidente.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Será importante que este equipamiento sea de fácil utilización y que el aprendizaje de su manejo sea rápido y sencillo.

Por supuesto todos los accesos a máquinas y demás servicios serán lo más fáciles y cómodos posibles para así disminuir el tiempo de mantenimiento y reparación.

Habilitación:

Contará con tres camarotes, de los cuales dos incluirán cama de matrimonio y el otro contará con dos camas individuales, por lo tanto, se ha diseñado para albergar a seis personas. Además contará con dos aseos, uno en el camarote del armador y el otro situado en el camarote de los invitados.

Se dispondrá de los servicios típicos de fonda y hotel como: cocina, un baño con cabina de hidromasaje, salón-comedor y un salón más amplio a proa. Por otro lado se dispondrá de espacio suficiente para almacenaje de equipaje, alimentación, útiles, etc.

El diseño de la cubierta permitirá disfrutar con más amplitud del sol y del mar.

Será pues una vivienda flotante que ofrezca las comodidades de estar en casa, disfrutando de la navegación sin el pesado tráfico del asfalto.

Características principales:

Para comenzar nuestro diseño consideraremos unas dimensiones y unas características que estarán sujetas a posibles cambios durante este.

En función de las exigencias del cliente y para poder cumplir todos los requerimientos vistos anteriormente se han establecido las siguientes características

- Velocidad máxima: 9,5 nudos
- Velocidad crucero: 8,5 nudos
- N° máximo de personas: 6
- Categoría de navegación: A
- Autonomía: 3500 millas

2. REGLAMENTACIONES Y NORMATIVAS.

2.1. INTRODUCCIÓN:

En este apartado intentaremos reunir aquellas normas a las que estará sometida la embarcación que nos ocupa.

La Orden FOM 1144/2003 de 28 de Abril, por la que se regulan los equipos de seguridad, salvamento, navegación, contra-incendios y prevención de vertidos por aguas sucias que deben llevar las embarcaciones de recreo. También estarán incluidas en esta orden tanto las zonas de navegación como su correspondencia con las categorías de diseño.

La Circular N° 7/95, de la Dirección General de la Marina Mercante sobre construcción y equipos de embarcaciones de recreo, con fecha de 19 de Julio de 1995, es publicada con objeto de aclarar e interpretar la normativa vigente en aquel momento y unificar criterios a la luz de la reciente directiva europea 94/25/CE publicada en el D.O.C.E el 30 de Junio de 1994.

El ámbito de aplicación es el mismo que el del mercado CE, es decir, embarcaciones diseñadas con fines recreativos con una eslora de casco entre 2,5 y 24 metros y las correspondientes excepciones.

La Circular N° 12/90, sobre estabilidad de carga y pasajes menores de 100 metros de eslora.

Las circulares no serán plasmadas en toda su totalidad, solo se hará mención de los distintos aspectos de este apartado.

También serán de interés las normas armonizadas y no armonizadas que listamos a continuación:

- ◆ UNE-EN 1095:1998 : Arnés de seguridad de cubierta y amarre de arnés destinado a las embarcaciones de recreo.
- ◆ UNE-EN 24565:1992 : Embarcaciones menores. Cadenas de ancla.
- ◆ UNE-EN 24567:1992 : Construcción naval. Yates. Accesorios de tuberías para aguas residuales.
- ◆ UNE-EN 28846:1994 : Protección contra la inflamación de los ambientes gaseosos inflamables.
- ◆ UNE-EN ISO 28847:1992 : Mecanismos de gobierno. Sistemas de cable metálico y polea.
- ◆ UNE-EN 28848:1994 : Mecanismos de gobierno a distancias.
- ◆ UNE-EN 28849:1994 : Bombas de sentinas con motor eléctrico.
- ◆ UNE-EN ISO 4566:1997 : Extremo de los árboles porta-hélices y bujes de conicidad.
- ◆ UNE-EN ISO 7840:1996 : Mangueras resistentes al fuego para carburantes.
- ◆ UNE-EN ISO 8469:1996 : Mangueras no resistentes al fuego para carburantes.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

- ◆ UNE-EN ISO 8665:1996 : Motores y sistemas de propulsión marinos. Medición y declaración de potencia.
- ◆ UNE-EN ISO 9093:1998 : Grifos de fondo y pasa-cascos.

- ◆ UNE-EN ISO 10087:1996 : Embarcaciones menores. Identificación de cascos. Sistemas de codificación.
- ◆ UNE-EN ISO 9097:1996 : Embarcaciones menores. Ventiladores eléctricos.
- ◆ UNE-EN ISO 10240:1996 : Embarcaciones menores. Manual del propietario.
- ◆ UNE-EN ISO 10592:1996 : Embarcaciones menores. Sistemas hidráulicos de gobierno.
- ◆ UNE-EN ISO 11105:1997 : Embarcaciones menores. Ventilación de las salas de motores de gasolina y/o de los compartimentos para los depósitos de gasolina.
- ◆ UNE-EN ISO 11547:1996 : Dispositivos de protección contra el arranque con marcha engranada.
- ◆ ISO 14945 : Chapa del constructor.
- ◆ ISO 15065 : Prevención de caídas.
- ◆ ISO 11591 : Visibilidad.
- ◆ ISO 12215-1/ ISO 6185/ RINA : Estructura.
- ◆ ISO 12217-1/ 2002 : Estabilidad y flotabilidad.
- ◆ ISO 9093/ ISO 12216 : Aberturas.
- ◆ ISO 11812/ ISO 8849/ ISO 15082 : Inundación.
- ◆ ISO 9094-1/ 2 : Evacuación en caso de incendio.
- ◆ ISO 15084 : Fondeo.
- ◆ ISO 10133 : Sistema eléctrico.
- ◆ UNE-EN ISO 8099:2001 : Sistemas de retención de desechos de instalaciones sanitarias.
- ◆ UNE-EN ISO 10088:2002 : Sistema de combustible instalado de forma permanente y tanques fijos de combustible.
- ◆ UNE-EN ISO 12216:2003 : Ventanas, portillos, escotillas, tapas y puertas. Requisitos de resistencia y estanqueidad.

Para el escantillonado serán de aplicación las Normas y reglas para la clasificación de yates y pequeñas embarcaciones de la Lloyd's Register of Shipping (Agosto de 1978) correspondientes al Apartado 2 (construcción del casco) y al capítulo 2 (plásticos reforzados con vidrio).

2.2. CATEGORÍAS Y ZONAS DE NAVEGACIÓN.

Antes de nada hay que dejar claro que no es lo mismo la Zona de Navegación (asignada por la Dirección General de la Marina Mercante), que la Categoría de Diseño (asignada por el fabricante según las condiciones de viento y mar para las que está proyectada la embarcación). En la placa de la embarcación siempre figurará esta última.

Categorías de diseño.

El Real Decreto 297/98 traspone al Derecho Español la Directiva Europea 94/25/CE, y en cuya tabla se clasifican las embarcaciones dependiendo de las características constructivas. Han sido agrupadas principalmente en 4 categorías en función de las condiciones de navegación (altura de olas y fuerza del viento) para las que han sido diseñadas o proyectadas.

Categorías de diseño	Fuerza del viento (escala beaufort)	Altura de las olas en metros	Definición	Zonas de navegación correspondientes
“A” OCEÁNICA	Más de 8	Más de 4	Embarcaciones diseñadas para viajes largos en los que los vientos puedan superar la fuerza 8 (escala de Beaufort) y las olas la altura significativa de 4 metros o más, y que son embarcaciones autosuficientes en gran medida.	1,2,3,4,5,6,7
“B” ALTA MAR	Hasta 8 incluidos	Hasta 4 incluidos	Embarcaciones diseñadas para viajes en alta mar en los que pueden encontrarse vientos de hasta fuerza 8 y olas de altura significativa de hasta 4 metros.	2,3,4,5,6,7

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

“C” AGUAS COSTERAS	Hasta incluidos	6	Hasta incluidos	2	Embarcaciones diseñadas para viajes en aguas costeras, grandes bahías, y grandes estuarios, lagos y ríos, en los que pueden encontrarse vientos de hasta fuerza 6 y olas de altura significativa de hasta 2 metros.	4,5,6,7
“D” AGUAS PROTEGIDAS	Hasta incluidos	4	Hasta incluidos	0,5	Embarcaciones diseñadas para viajes en pequeños lagos, ríos y canales, en los que pueden encontrarse vientos de hasta 4 y olas de altura significativa de hasta 0,5 metros.	7

Zonas de Navegación de embarcaciones de recreo.

En el momento de la expedición o renovación del Certificado de Navegabilidad, la Autoridad Marítima, teniendo en cuenta la actualización del equipo de seguridad que haya realizado la embarcación, le asignará la correspondiente zona de navegación en función de su Categoría de diseño.

Categorías de diseño	Zona	Límites	Navegación
“A” OCEÁNICA	1	Ilimitada	Zona de navegación ilimitada
“B” ALTA MAR	2	60 millas	Navegación en la zona comprendida entre la costa y la línea paralela a la misma trazada a 60 millas
	3	25 millas	Navegación en la zona comprendida entre la costa y la línea paralela a la misma trazada a 25 millas

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

“C” AGUAS COSTERAS	4	12 millas	Navegación en la zona comprendida entre la costa y la línea paralela a la misma trazada a 12 millas
	5	5 millas	Navegación en la cual la embarcación no se aleje más de 5 millas de un abrigo o playa accesible
	6	2 millas	Navegación en la cual la embarcación no se aleje más de 2 millas de un abrigo o playa accesible
“D” AGUAS PROTEGIDAS	7	Protegidas	Navegación en aguas costeras protegidas, puertos, radas, rías, bahías abrigadas y aguas protegidas en general

Relación entre Categoría de diseño, Zona de Navegación y Títulos.

La titulación requerida para el gobierno de embarcaciones está en función de la zona de navegación, eslora y potencia de sus motores tal y como indica la siguiente gráfica:

Categoría de diseño	A-Oceánica	Fuerza Beaufort más de 8, altura de olas más de 4 metros.						
	B-Alta mar	Hasta fuerza Beaufort igual a 8 y hasta 4 metros de olas.						
	C-Aguas costeras	Hasta fuerza Beaufort igual a 6 y hasta 2 metros de olas.						
	D-Aguas protegidas	Fuerza Beaufort igual a 4 y altura de olas 0,5 metros.						
Zonas de navegación		7	6	5	4	3	2	1
Millas		Protegidas	2'	5'	12'	25'	60'	s/1
Títulos	Capitán de yate	Sin límites						
	Patrón de yate	$L \leq 20$ metros y 60' millas						
	Patrón embarcaciones deportivas(PER)	$L \leq 12$ metros y 12' millas						
	Patrón de navegación básica	Vela con $L \leq 8$ metros y 4' millas						
	Patrón de navegación básica	Motor con $L \leq 6$ metros y 4' millas						
	Certificado de la federación	$L \leq 6$ metros y 1' millas						
	Sin título	$L \leq 4$ metros y 1' millas						

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Teniendo en cuenta las zonas de navegación, la amplitud geográfica que queremos alcanzar y el carácter de recreo de nuestra embarcación, la zona de navegación será: Zona de Navegación 1 (antes categoría A; fue sustituida según la Orden FOM /1144/2003 de 28 de Abril).

3. ESTUDIO ESTADÍSTICO.

3.1. INTRODUCCIÓN

Para llevar a cabo el diseño de nuestra embarcación será muy útil realizar un estudio estadístico, que consistirá en buscar un número de embarcaciones que ya han sido diseñadas con anterioridad y que se encuentran dentro de un margen de esloras alrededor de la de nuestra embarcación, e ir analizando las relaciones existentes entre sus dimensiones.

Con la realización de este estudio podemos lograr una ligera idea, tanto de las dimensiones como de la geometría del casco, que serán de gran ayuda para el progreso y desarrollo del proyecto.

Se han utilizado 18 embarcaciones cuyas esloras varían entre 15,5 metros y 20 metros, de cada una se han recogido las características hidrodinámicas del flotador y los datos relativos a la navegación, como son los que listamos a continuación:

- Dimensiones principales: eslora total, eslora en la flotación, manga máxima, calado.
- El desplazamiento total de la embarcación, así como las capacidades de los tanques de combustible y de agua potable.
- La potencia requerida para alcanzar la velocidad requerida.
- La velocidad máxima y la de crucero.
- La autonomía en millas y horas

A partir de estos datos se conseguirán tablas y gráficas que relacionen unos parámetros con otros. Dividiremos el estudio estadístico en:

- Relaciones Geométricas
- Relaciones Funcionales.

El objetivo del estudio será en esencia averiguar para que valores de estas relaciones, la embarcación es capaz de producir un óptimo rendimiento, siempre teniendo en cuenta que solo son valores estadísticos los que obtendremos y que no serán aptos para cualquier embarcación, sino solo para la de nuestro proyecto o similares.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

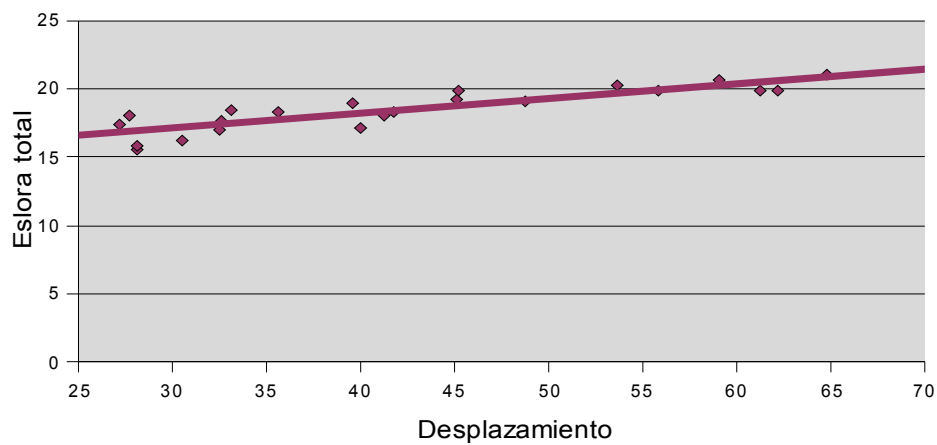
L.o.a	L.w.l	B	D	Desp.lastre	Desp.carga	Fuel	Agua	V.cru	V.máx	Pot.	Aut.milas	Aut.horas
15,6	13,46	4,88	1,73	28,1	36,29	4997	1182	8		300	710	88
15,8	13,94	4,78	1,55	28,12	34,7	3785	795	9	10,5	330	549	61
16,15	14,17	4,78	1,65	30,5	36,5	4164	795	9	11	330	603	67
16,95	15	4,95	1,55	32,5	40	4000	1500	9,3		205	967	104
17,15	15,27	5,49	1,93	40,02	52,8	8517	2271	8,5		330	1164	137
17,32	16	5,13	1,6	27,21	35,26	4921	1135	8		670	312	39
17,68	15,7	5,63	1,83	32,6	43,1	8517	946			355		128
18	16	5,29	1,6	27,7	35,7	5000	2000	9,5	11	277	912	96
18	16	5,25	1,7	41,2	50	5000	1500	9,5	10,5	268	940	99
18,24	15,49	5,08	1,75	35,6	43,1	4921	1514	10	12	405	640	64
18,3	16,56	5,94	1,82	41,8	55,8	10432	1555	9	9,9	341	1467	163
18,4		5,3	1,4	33,1	44	7570	2271	11,5	13,8	400	1150	100
19	17,5	5,5	1,7	39,6	56	13247	2138	8	10,5	285	1976	247
19,1	16,92	5,89	1,96	48,7	62,2	10039	1987	9		340	1413	157
19,26	16,51	5,23	1,77	45,1	54,43	5678	1703	10,5	12	455	693	66
19,8	17,9	5,4	1,8	61,2	76,2	11355	1589			400		151
19,8		5,8	1,7	45,16	65	14810	3028	9	11	205	3465	385
19,8		5,4	2	62,17	77	11317	1514	9,25	10,5	292	1905	206
19,83	16,92	5,44	1,73	55,8	67,4	8328	2271	9	12	526	756	84
20,19	18,04	6,2	2,03	53,6	68,7	12113	1893	9		400	1449	161
20,6	18,3	5,75	1,7	59	72,5	12000	1500	10	12	330	1930	193
20,98	17,73	5,69	1,96	64,8	76,5	9842	2271	10	12	525	1000	100

3.2. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO ROSCA-ESLORA TOTAL.

Desp.rosca	Eslora total	Relación
28,1	15,6	0,55516
28,12	15,8	0,56187
30,5	16,15	0,52950
32,5	16,95	0,52153
40,02	17,15	0,42853
27,21	17,32	0,63653
32,6	17,68	0,54233
27,7	18	0,64981
41,2	18	0,43689
35,6	18,24	0,51235
41,8	18,3	0,43779
33,1	18,4	0,55589
39,6	19	0,47979
48,7	19,1	0,39219
45,1	19,26	0,42705
61,2	19,8	0,32935
45,16	19,8	0,43844
62,17	19,8	0,31848
55,8	19,83	0,35537
53,6	20,19	0,37667
59	20,6	0,34915
64,8	20,98	0,32376

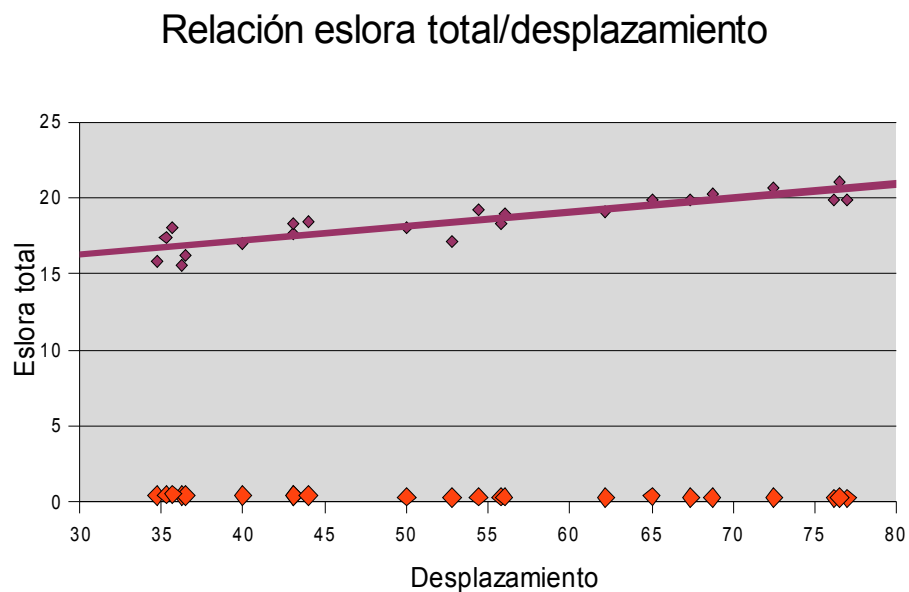
MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
0,64981	0,31848	0,451468

Relación eslora total/desplazamiento



3.3. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO MÁXIMO-ESLORA TOTAL.

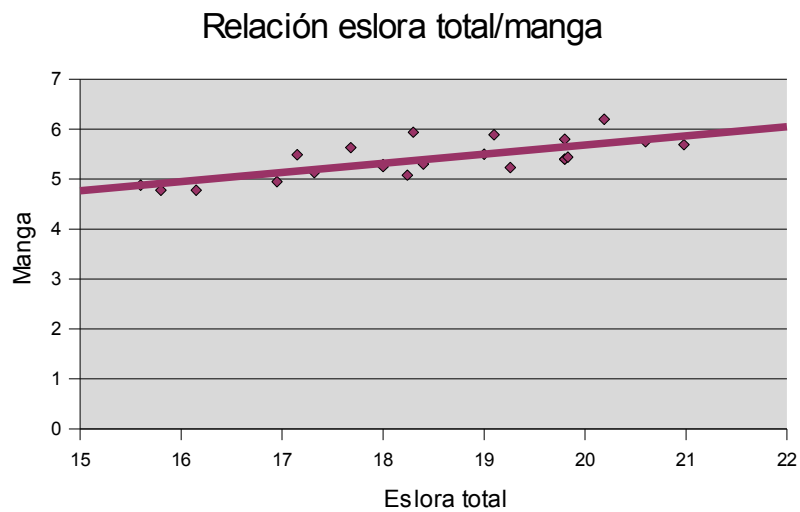
Desp.carga	Eslora total	Relación
36,29	15,6	0,42987
34,7	15,8	0,45533
36,5	16,15	0,44246
40	16,95	0,42375
52,8	17,15	0,32481
35,26	17,32	0,49120
43,1	17,68	0,41020
35,7	18	0,50420
50	18	0,36
43,1	18,24	0,42320
55,8	18,3	0,32795
44	18,4	0,41818
56	19	0,33928
62,2	19,1	0,30707
54,43	19,26	0,35384
76,2	19,8	0,25984
65	19,8	0,39461
77	19,8	0,25714
67,4	19,83	0,29421
68,7	20,19	0,29388
72,5	20,6	0,28413
76,5	20,98	0,27424
MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
0,50420	0,25714	0,359270



3.4. RELACIÓN ESLORA TOTAL-MANGA.

Eslora total	Manga	Relación
15,6	4,88	3,19672
15,8	4,78	3,30543
16,15	4,78	3,37866
16,95	4,95	3,42424
17,15	5,49	3,12386
17,32	5,13	3,37621
17,68	5,63	3,14031
18	5,29	3,40264
18	5,25	3,42857
18,24	5,08	3,59055
18,3	5,94	3,08080
18,4	5,3	3,47169
19	5,5	3,45454
19,1	5,89	3,24278
19,26	5,23	3,68260
19,8	5,4	3,66666
19,8	5,8	3,41379
19,8	5,4	3,66666
19,83	5,44	3,64522
20,19	6,2	3,25645
20,6	5,75	3,58260
20,98	5,69	3,68717

MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
3,68260	3,08080	3,41

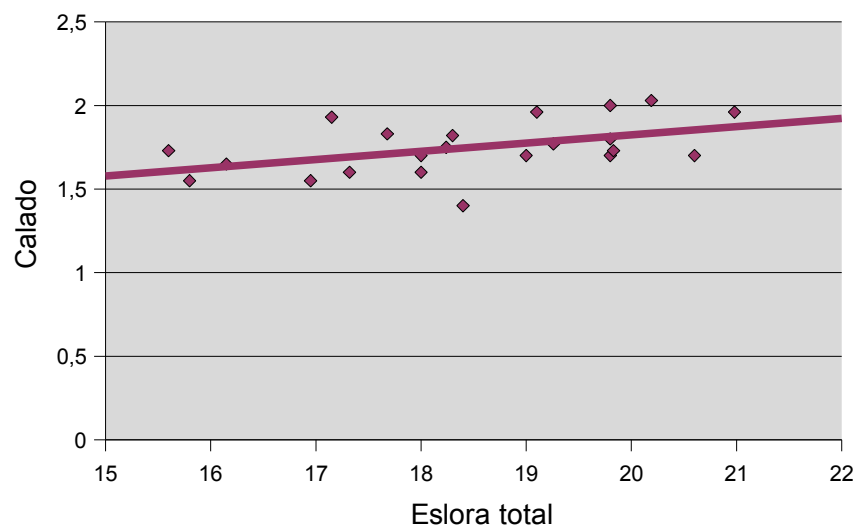


3.5. RELACIÓN ESLORA TOTAL-CALADO.

Eslera total	Calado	Relación
15,6	1,73	9,01734
15,8	1,55	10,19354
16,15	1,65	9,78787
16,95	1,55	10,93548
17,15	1,93	8,88601
17,32	1,6	10,825
17,68	1,83	9,66120
18	1,6	11,25000
18	1,7	10,58823
18,24	1,75	10,42285
18,3	1,82	10,05494
18,4	1,4	13,14285
19	1,7	11,17647
19,1	1,96	9,74489
19,26	1,77	10,88135
19,8	1,8	11
19,8	1,7	11,64705
19,8	2	9,9
19,83	1,73	11,46242
20,19	2,03	9,94581
20,6	1,7	12,11764
20,98	1,96	10,70408

MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
13,14285	8,88601	10,56

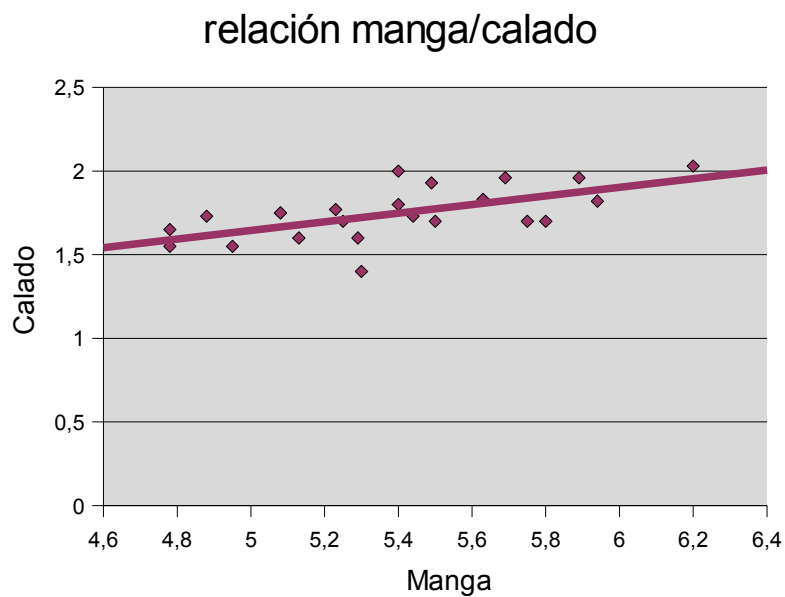
relación eslora total/calado



3.6. RELACIÓN MANGA-CALADO.

Manga	Calado	Relación
4,88	1,73	2,82080
4,78	1,55	3,08387
4,78	1,65	2,89696
4,95	1,55	3,19354
5,49	1,93	2,84455
5,13	1,6	3,20625
5,63	1,83	3,07650
5,29	1,6	3,30625
5,25	1,7	3,08823
5,08	1,75	2,90285
5,94	1,82	3,26373
5,3	1,4	3,78571
5,5	1,7	3,23529
5,89	1,96	3,00510
5,23	1,77	2,95480
5,4	1,8	3
5,8	1,7	3,41176
5,4	2	2,7
5,44	1,73	3,14450
6,2	2,03	3,05418
5,75	1,7	3,38235
5,69	1,96	2,90306

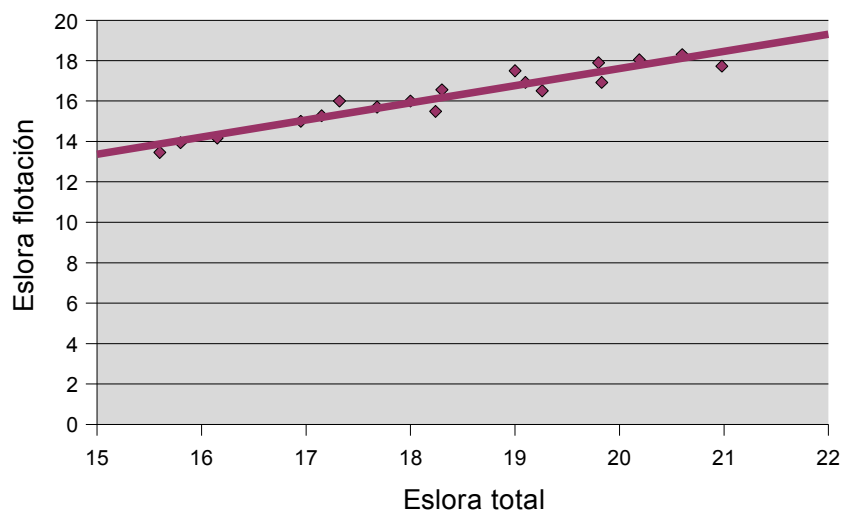
MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
3,78571	2,7	3,09



3.7. RELACIÓN ESLORA TOTAL-ESLORA EN LA FLOTACIÓN.

Eslera total	L.w.l	Relación
15,6	13,46	1,15898
15,8	13,94	1,13342
16,15	14,17	1,13973
16,95	15	1,13
17,15	15,27	1,12311
17,32	16	1,0825
17,68	15,7	1,12611
18	16	1,125
18	16	1,125
18,24	15,49	1,17753
18,3	16,56	1,10507
18,4		
19	17,5	1,08571
19,1	16,92	1,12884
19,26	16,51	1,16656
19,8	17,9	1,10614
19,8		
19,8		
19,83	16,92	1,17198
20,19	18,04	1,11917
20,6	18,3	1,12568
20,98	17,73	1,18330
MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
1,18330	1,0825	1,13197

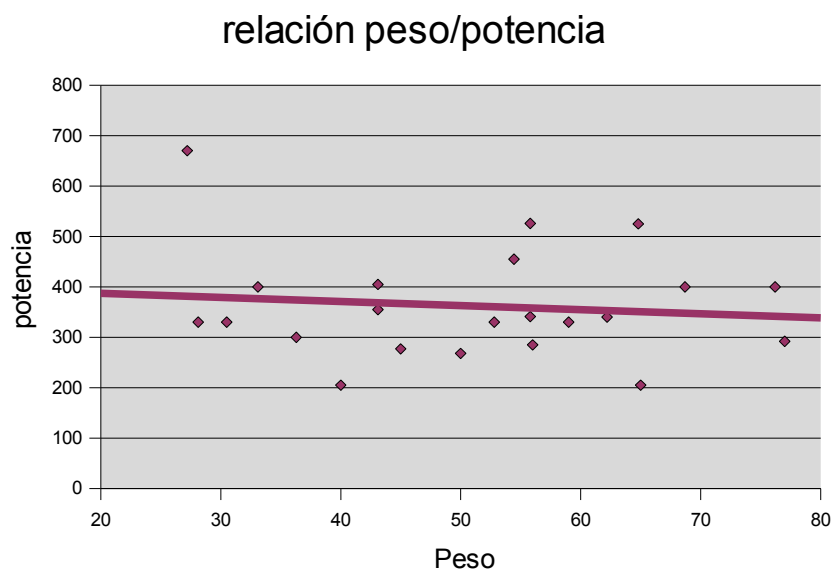
Relación eslora total/eslora flotación



3.8. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO-POTENCIA.

Desp.	Potencia	Relación
36,29	300	0,12096
28,12	330	0,08521
30,5	330	0,09242
40	205	0,19512
52,8	330	0,16
27,21	670	0,04061
43,1	355	0,12140
45	277	0,16245
50	268	0,18656
43,1	405	0,10641
55,8	341	0,16363
33,1	400	0,08275
56	285	0,19649
62,2	340	0,18294
54,43	455	0,11962
76,2	400	0,1905
65	205	0,31707
77	292	0,26369
55,8	526	0,10608
68,7	400	0,17175
59	330	0,17878
64,8	525	0,12342

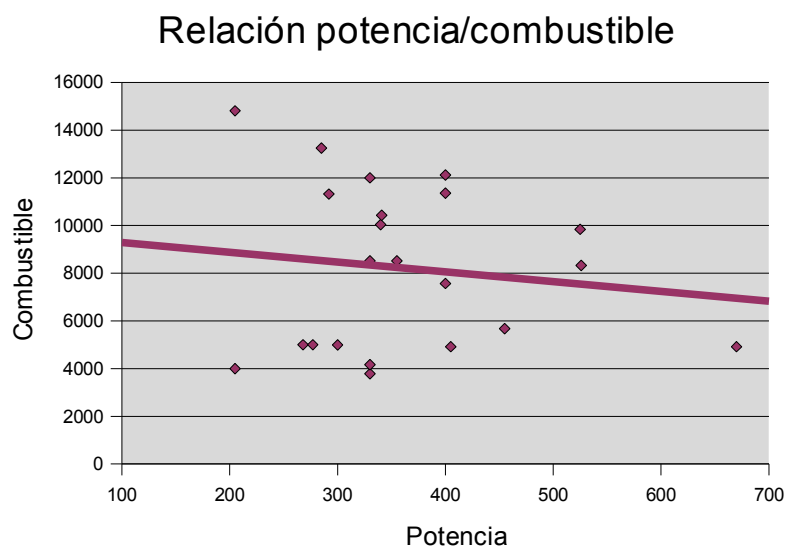
MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
0,31707	0,04061	0,14046



3.9. RELACIÓN POTENCIA-COMBUSTIBLE.

Potencia	Combustible	Relación
300	4997	0,06003
330	3785	0,08718
330	4164	0,07925
205	4000	0,05125
330	8517	0,03874
670	4921	0,13615
355	8517	0,04168
277	5000	0,0554
268	5000	0,0536
405	4921	0,08230
341	10432	0,03268
400	7570	0,05284
285	13247	0,02151
340	10039	0,03386
455	5678	0,08013
400	11355	0,03522
205	14810	0,01384
292	11317	0,02580
526	8328	0,06316
400	12113	0,03302
330	12000	0,0275
525	9842	0,05334

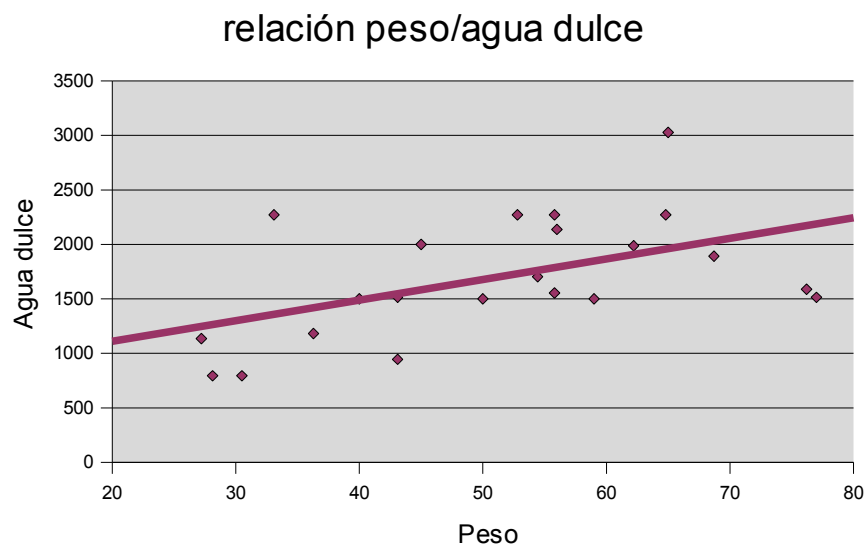
MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
0,13615	0,01384	0,04632



3.10. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO-AGUA DULCE.

Desp.	Agua	Relación
36,29	1182	0,03070
28,12	795	0,03537
30,5	795	0,03836
40	1500	0,02666
52,8	2271	0,02324
27,21	1135	0,02397
43,1	946	0,04556
45	2000	0,0225
50	1500	0,0333
43,1	1514	0,02846
55,8	1555	0,03588
33,1	2271	0,01457
56	2138	0,02619
62,2	1987	0,03130
54,43	1703	0,03196
76,2	1589	0,04795
65	3028	0,02146
77	1514	0,05085
55,8	2271	0,02457
68,7	1893	0,03629
59	1500	0,03933
64,8	2271	0,02852

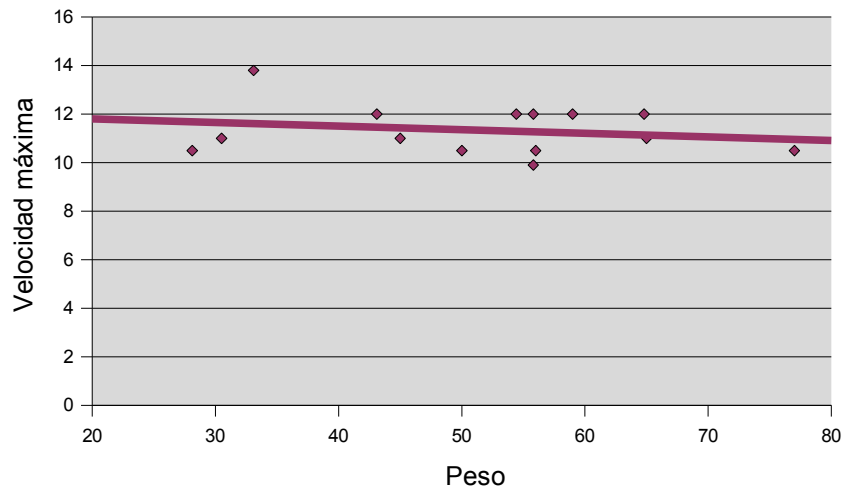
MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
0,05085	0,01457	0,03044



3.11. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO-VELOCIDAD MÁXIMA.

Desp.	Vel.maxima	Relación
36,29		
28,12	10,5	2,67809
30,5	11	2,77272
40		
52,8		
27,21		
43,1		
45	11	4,0909
50	10,5	4,7619
43,1	12	3,59166
55,8	9,9	5,63636
33,1	13,8	2,39855
56	10,5	5,33333
62,2		
54,43	12	4,53583
76,2		
65	11	5,90909
77	10,5	7,33333
55,8	12	4,65
68,7		
59	12	4,91666
64,8	12	5,4
MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
7,33333	2,67809	4,36413

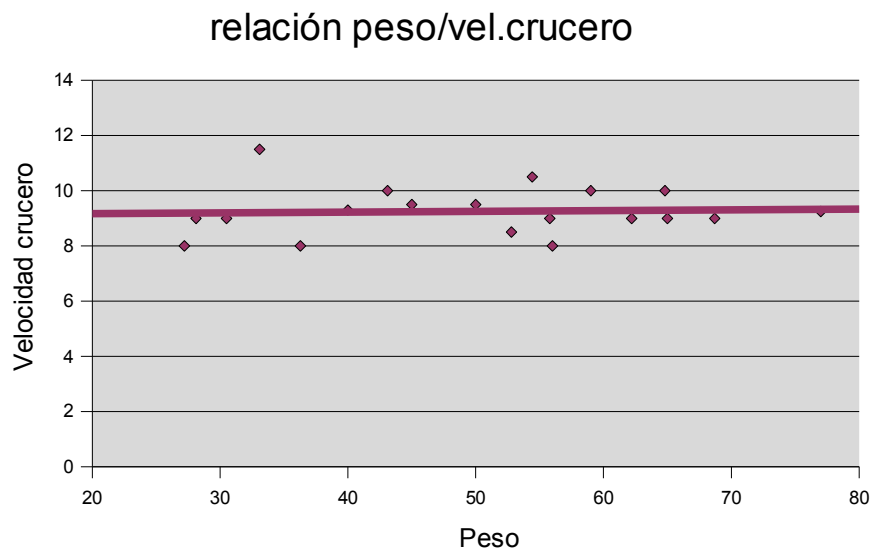
Relación peso/vel.máxima



3.12. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO-VELOCIDAD DE CRUCERO.

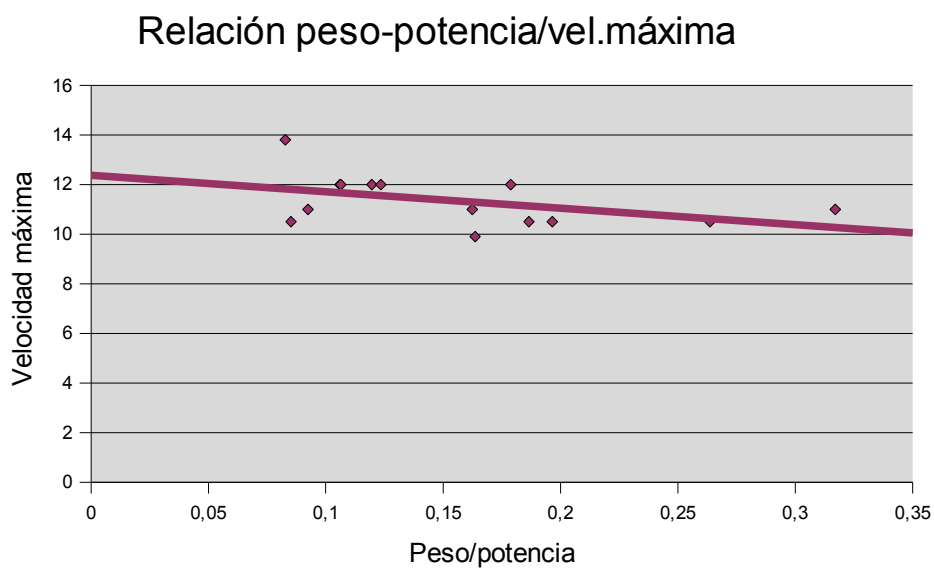
Desp.	Vel.crucero	Relación
36,29	8	4,53625
28,12	9	3,12444
30,5	9	3,38888
40	9,3	4,30107
52,8	8,5	6,21176
27,21	8	3,40125
43,1		
45	9,5	4,73684
50	9,5	5,26315
43,1	10	4,31
55,8	9	6,2
33,1	11,5	2,87826
56	8	7
62,2	9	6,91111
54,43	10,5	5,18380
76,2		
65	9	7,22222
77	9,25	8,32432
55,8	9	6,2
68,7	9	7,63333
59	10	5,9
64,8	10	6,48

MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
8,32432	2,87826	5,22308



3.13. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO/POTENCIA-VELOCIDAD MÁXIMA.

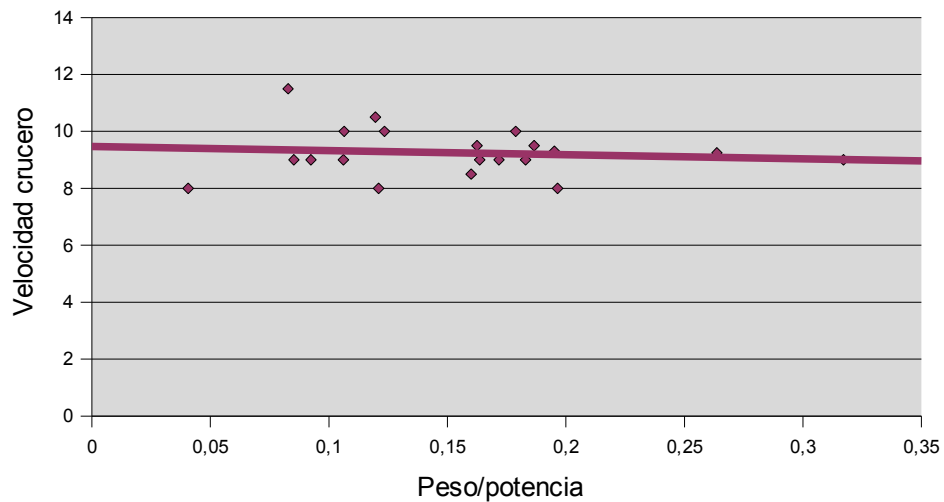
Desp./potencia	Vel.maxima	Relación
0,12096		
0,08521	10,5	0,00811
0,09242	11	0,00840
0,19512		
0,16		
0,04061		
0,12140		
0,16245	11	0,01476
0,18656	10,5	0,01776
0,10641	12	0,00886
0,16363	9,9	0,01652
0,08275	13,8	0,00599
0,19649	10,5	0,01871
0,18294		
0,11962	12	0,00996
0,1905		
0,31707	11	0,02882
0,26369	10,5	0,02511
0,10608	12	0,00884
0,17175		
0,17878	12	0,01489
0,12342	12	0,01028
MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
0,02882	0,00599	0,01271



3.14. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO/POTENCIA-VELOCIDAD DE CRUCERO.

Desp./potencia	Vel.crucero	Relación
0,12096	8	0,01512
0,08521	9	0,00946
0,09242	9	0,01026
0,19512	9,3	0,02098
0,16	8,5	0,01882
0,04061	8	0,00507
0,12140		
0,16245	9,5	0,0171
0,18656	9,5	0,01963
0,10641	10	0,00106
0,16363	9	0,01818
0,08275	11,5	0,00719
0,19649	8	0,02456
0,18294	9	0,02032
0,11962	10,5	0,01139
0,1905		
0,31707	9	0,03523
0,26369	9,25	0,02850
0,10608	9	0,01178
0,17175	9	0,01908
0,17878	10	0,01787
0,12342	10	0,01234
MÁXIMO	MÍNIMO	MEDIA
0,03523	0,00106	0,01347

Relación peso-potencia/vel.crucero



4. DIMENSIONAMIENTO DE LA CARENA.

4.1. PREDIMENSIONAMIENTO:

La finalidad principal del predimensionamiento será tener una primera idea, que podría variar a medida que se avance en el proyecto de la embarcación, sobre las dimensiones principales tales como: eslora en la flotación, manga, calado del casco, y parámetros como: desplazamiento, capacidad de combustible, capacidad de agua dulce, potencia, etc. En general serán los parámetros utilizados en el apartado “estudio estadístico”.

A partir de este estudio y de las tablas y gráficas, estableceremos las bases para nuestro dimensionamiento.

Siempre que se produce una variación en una de las dimensiones principales de una embarcación, las otras sufren una cierta variación que puede dar lugar a una situación positiva o negativa para el óptimo diseño.

A continuación veremos un breve resumen de los efectos que produce la modificación de una dimensión en las demás.

Para la eslora, cuando se produce un incremento de la misma, aumenta la superficie mojada y por lo tanto, a su vez, la resistencia viscosa, pero por otro lado disminuye la resistencia por formación de olas, que se traduce en una disminución de la resistencia total.

Una relación entre eslora y desplazamiento alta proporciona un mayor peso y una alta rigidez.

Y una relación entre eslora y manga baja empeora el gobierno a velocidades moderadas o bajas.

Para la manga, cuando sufre un aumento, puede pasar bien que el peso estructural disminuya, o que la resistencia total al avance aumente.

Si la relación eslora/manga es baja, da lugar a una peor maniobrabilidad.

Si la relación manga/desplazamiento es baja, origina una baja estabilidad inicial de la embarcación.

Para el calado, si sufre un aumento, disminuye el peso estructural, aunque no es conveniente un calado demasiado grande para evitar verse limitado en accesos a algunos puertos cuya profundidad de aguas sea menor que el calado de la embarcación.

Si la relación manga/calado es alta, tiende a aumentar la resistencia total de la embarcación, y si la relación es baja disminuye esta misma.

Por último, un aumento de puntal da lugar a una disminución del peso estructural.

Una relación entre manga y desplazamiento baja representa un empeoramiento de la estabilidad.

Después de este breve resumen pasaremos a determinar esas dimensiones principales que nos proporcionará una idea aproximada de nuestra embarcación.

4.1.1 RELACIÓN DESPLAZAMIENTO MÁXIMA CARGA-ESLORA TOTAL.

Esta relación aumentará en:

- Barcos más ligeros
- Menor volumen de carena para flotar
- Disminución de calados
- Transformación de las formas U en formas V
- Un incremento de la potencia da lugar a un incremento de la velocidad.

Esta relación disminuirá en:

- Barcos más pesados y lentos
- Aumento del volumen de carena para contrarrestar el aumento de peso
- Embarcaciones con grandes calados y formas llenas que puedan producir el empuje necesario
- Gran estabilidad de pesos y por tanto, correcto comportamiento en navegación
- Instalación de grandes potencias en la propulsión para alcanzar la velocidad óptima

Dado que nuestro barco estará diseñado para realizar cruceros de altura en régimen de desplazamiento, predominarán las formas en U, salvo en la zona de proa donde tenderán hacia las formas en V, para así dotarle de un buen comportamiento en la mar. Ya que no se alcanzarán velocidades de planeo, nos centraremos principalmente en darle un desplazamiento moderado, con formas más o menos llenas, con lo que conseguiremos una correcta estabilidad, y con ello un correcto comportamiento en navegación, característica muy importante en el proyecto que nos ocupa.

Para obtener un valor inicial de desplazamiento elegiremos 3 valores de la tabla del estudio estadístico: un valor mínimo, un valor medio y un valor máximo:

Valor 1: 0,25714

Valor 2: 0.35927

Valor 3: 0,50420

Consideramos la eslora total de nuestra embarcación en 18 metros. Con este valor obtenemos los siguientes valores de desplazamiento:

Valor 1: 70 t.

Valor 2: 50,1 t.

Valor 3: 35,7 t.

Dado que el primer valor es demasiado bajo para nuestra embarcación y el tercer valor es demasiado alto, aceptaremos un valor de 50 t. para el diseño de nuestra embarcación. Con ello además será muy parecido a los de su mismo rango de esloras.

Desplazamiento (máxima carga) = 50 toneladas.

Este valor podría sufrir ciertas modificaciones a lo largo del diseño.

Como primera aproximación para obtener el desplazamiento en rosca, consideraremos un peso muerto total de 25 t., con lo que el desplazamiento en rosca de nuestra embarcación tendría un valor aproximado de 25 toneladas.

Dado que las diferencias entre el desplazamiento en rosca y el desplazamiento en máxima carga son amplias, cuando la embarcación navegue con la condición de mínima carga, irá provista de dos tanques de lastre en proa para asegurar así un asiento y una estabilidad razonables.

Desplazamiento (rosca): 25 toneladas.

Desplazamiento (lastre): 28 toneladas.

4.1.2. RELACIÓN ESLORA TOTAL-MANGA.

Para determinar el valor que tomará la manga de nuestra embarcación tendremos en cuenta dos cosas en primer lugar:

- Un aumento de la manga supone un aumento de la resistencia al avance.
- Debe haber espacio suficiente para la habilitación.

La relación eslora total/manga aumenta:

- Cascos más largos y estrechos
- Cortará mejor el volumen de agua por donde navega
- Menor resistencia al avance

La relación eslora total/manga disminuye:

- Cascos más anchos y cortos
- Mayor estabilidad transversal
- Ofrece mayor resistencia al avance

Tomaremos de nuevo 3 valores como en el caso anterior, un valor mínimo, otro valor máximo y un valor medio.

Valor 1: 3,68260

Valor 2: 3,41

Valor 3: 3,08080

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Con un valor de eslora igual a 18 metros se obtienen los siguientes valores de manga:

Valor 1: 4,88 metros

Valor 2: 5,27 metros

Valor 3: 5,84 metros

El primer valor proporciona una manga demasiado pequeña para el proyecto que nos ocupa, mientras que el tercer valor da una manga demasiado grande y con ello un aumento de la resistencia total al avance.

Si entramos en la gráfica con una eslora de 18 metros obtenemos una manga de 5,3 metros aproximadamente, valor apto para nuestra embarcación y que se encuentra en relación con los barcos de su mismo rango de eslora.

Manga = 5,3 metros.

4.1.3. RELACIÓN ESLORA TOTAL CALADO.

Para determinar el calado aproximado de nuestra embarcación seguiremos el mismo método que hemos utilizado para los dos apartados anteriores, que en cualquier caso puede verse modificado a medida que avance el proyecto.

La relación eslora total/calado es alta: (para una misma eslora y desplazamiento)

- Calados más pequeños
- Formas más llenas
- Semimangas por debajo de la flotación más anchas para proporcionar así el empuje necesario
- embarcaciones en régimen de desplazamiento lentas

La relación eslora total/calado es baja: (para una misma eslora y desplazamiento)

- Mayor calado
- Formas más acentuadas en V
- Semimangas más estrechas
- Embarcación más rápida

Tomamos por lo tanto 3 valores:

Valor 1: 13,14285

Valor 2: 10,56

Valor 3: 8,88601

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Con un valor de eslora igual a 18 metros se obtienen los siguientes valores de calado:

Valor 1: 1,37 metros (con quilla)

Valor 2: 1,7 metros (con quilla)

Valor 3: 2,02 metros (con quilla)

Dado que los 2 últimos valores son demasiado altos para nuestro proyecto daremos un calado de 1,3 metros lo cual nos asegurará un empuje apropiado gracias a las amplias mangas existentes por debajo de la flotación.

Calado = 1,30 metros.

4.1.4. RELACIÓN MANGA-CALADO.

Esta relación se puede considerar como una de las más importantes, pues expresa el área sumergida de las distintas secciones transversales.

Cuanto mayor es el valor de la relación, mayor estabilidad del casco.

Tanto esta relación como la anterior, proporcionan una buena aproximación de las dimensiones de la embarcación, confiando en que el volumen de carena producirá el empuje necesario para la flotabilidad del casco.

La relación manga/calado varía a lo largo de la eslora. En embarcaciones que navegan en régimen de desplazamiento:

- Zona de popa: relación alta debido a las formas llenas.
- Zona de proa: relación ligeramente más baja debido a la aparición de formas más en V.

Tendremos en cuenta que la relación no sea excesivamente baja, hasta el punto que no quede espacio suficiente para la habilitación.

Por tanto, haremos el mismo proceso que en los apartados anteriores:

Valor 1: 3,78571

Valor 2: 3,09

Valor 3: 2,7

Para un valor de manga de 5,3 metros los valores correspondientes de calado para cada caso serán:

Valor 1: 1,4 metros

Valor 2: 1,71 metros

Valor 3: 1,96 metros

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Para nuestro proyecto, nos centraremos en los valores más bajos. Por tanto consideraremos un calado de 1,40 metros apto para nuestra embarcación.

Calado = 1,35 metros.

Valor que estará sujeto a posibles cambios durante el proyecto de la embarcación.

4.1.5. RELACIÓN ESLORA TOTAL-ESLORA EN LA FLOTACIÓN.

El valor de este coeficiente nos proporciona dos conceptos muy importantes:

- La estética de la embarcación (sobre todo en la zona de proa).
- El comportamiento de la misma en navegación.

Es muy importante conocer un valor aproximado de la eslora en la flotación, aunque este pueda ser modificado durante el proyecto.

La relación eslora total/eslora en la flotación es alta:

- La proa será lanzada y agresiva. Embarcaciones muy rápidas.
- Embarcaciones generalmente de planeo.

La relación eslora total/eslora en la flotación es baja:

- Perfil de proa más vertical.
- Barcos relativamente lentos
- Navegación en régimen de desplazamiento.

Procedemos pues como en los casos anteriores:

Valor 1: 1,18330

Valor 2: 1,13197

Valor 3: 1,0825

Para un valor de eslora total igual a 18 metros, los valores correspondientes de eslora en la flotación serían:

Valor 1: 15,21 metros

Valor 2: 15,90 metros

Valor 3: 16,62 metros

Tomaremos un valor de 16 metros que se encuentra por encima de la media y que es más apto para el proyecto que nos ocupa.

Este valor de eslora en la flotación podría variar a lo largo del diseño de la embarcación.

Eslora en la flotación = 16 metros.

4.1.6. RELACIÓN DESPLAZAMIENTO MÁXIMA CARGA-POTENCIA.

La potencia que necesitará la embarcación de nuestro proyecto para que alcance la velocidad requerida (fijada por el cliente o por el proyectista), dependerá totalmente del peso del barco, es decir, del desplazamiento que hemos fijado en 45 toneladas.

Está claro que la potencia será mayor cuanto mayor sea la embarcación y también si queremos que las velocidades que alcance sean más elevadas.

La relación desplazamiento/potencia es alta:

- Barcos más pesados y lentos.
- Menor potencia en las embarcaciones.

La relación desplazamiento/potencia es baja:

- Barcos más ligeros y rápidos

Procedemos como en los aparados anteriores:

Valor 1: 0,31707

Valor 2: 0,14046

Valor 3: 0,04061

Para un valor de desplazamiento de 50 t. los valores correspondientes de potencias son:

Valor 1: 157,7 HP

Valor 2: 356 HP

Valor 3: 1231,22 HP

El último valor de potencia obtenido (1231,22) lo descartamos por ser demasiado alto. Nos centraremos principalmente en un valor de potencia cercano a los 300 Hp, pero antes de predefinir un valor, veremos el que nos proporciona la relación Desp./pot.-Vel.máx.

Con un valor de potencia de 300 Hp no da una relación de 0,0316, el cual se encuentra por encima de la media, y por tanto, daremos este valor apto para la potencia de nuestro proyecto.

Será un sólo motor de 300 Hp.

Este valor de potencia podrá variar a lo largo del proyecto.

4.1.7. CUADRO RESUMEN.

Las dimensiones principales que hemos predefinido serán una idea aproximada de la forma que irá tomando la embarcación, siempre teniendo en cuenta que estas pueden ser modificadas a lo largo del diseño como hemos mencionado anteriormente.

ESLORA TOTAL	18 m.
ESLORA EN LA FLOTACIÓN	16 m.
MANGA	5,30 m.
CALADO	1,35 m.
DESPLAZAMIENTO (rosca)	25 t.
DESPLAZAMIENTO (máxima carga)	50 t.
POTENCIA	300 Hp.
COMBUSTIBLE	18000 L.
AGUA DULCE	4000 L.

4.2. DISEÑO Y PLANO DE FORMAS

4.2.1 INTRODUCCIÓN.

Partiremos de la afirmación de que el casco es la parte más importante y determinante de la embarcación, puesto que está en contacto directo con el fluido sobre el que se desplaza y también del que dependerán el resto de propiedades como velocidad, comportamiento, consumo, confortabilidad, etc.

Para comenzar con el diseño del casco más apropiado para nuestro barco tendremos que tener bien claras las dimensiones principales que se calcularon en el apartado de dimensionamiento, aunque como ya venimos repitiendo, pueden sufrir modificaciones a lo largo del diseño.

En primer lugar veremos la parte teórica de cómo elegir las formas del casco más apropiadas para conseguir el diseño que el cliente exige. Después mediante el programa informático Maxsurf Pro conseguiremos una visión del todo el conjunto que hemos acordado.

4.2.2. FORMAS DE PLANEEO.

Veremos el tipo de navegación según las fuerzas hidrodinámicas que intervengan. Siempre que un cuerpo se desplaza flotando sobre la superficie del agua a una determinada velocidad, sobre él actúan:

- La gravedad (hacia abajo)
- El empuje debido al volumen sumergido del cuerpo (hacia arriba)
- El impulso producido por la máquina propulsora (en el sentido de la marcha)

Según los principios de flotabilidad, el peso de la embarcación y el empuje tienen el mismo valor pero sentido opuesto. De este modo la fuerza resultante de todas las que actúan es la originada por la maquinaria propulsora, produciendo así el avance del barco. Este balance de fuerzas es válido cuando la velocidad es baja, pero cuando la velocidad aumenta aparecen otras fuerzas determinantes.

Si se incrementa la velocidad del flotador, se producirá un cambio de momento en el fluido sobre el que se desliza, dando como consecuencia para que exista un equilibrio natural de fuerzas:

- Una fuerza de sustentación hacia arriba y perpendicular a la superficie del flotador en contacto con el agua.
- Fruto de la aparición de una fuerza reactiva a la anterior, se origina un impulso hacia delante del volumen de agua situada inmediatamente en contacto con la superficie, de manera que aparece un “abanico” líquido que se abre hacia delante y hacia los lados.

La fuerza de sustentación produce una emersión del flotador, reduciendo así la carena respecto a situaciones normales, y a su vez disminuyendo la resistencia al avance del mismo, por lo que será posible incrementar más la velocidad.

Por otro lado, la actuación de la fuerza de sustentación provoca el cambio de trimado del casco, debido al cambio en el equilibrio de fuerzas y momentos.

Se produce un ligero hundimiento de la popa y el levantamiento de la proa, que a veces emerge totalmente hasta las cercanías del centro de la eslora.

Para decidir el diseño o la geometría del casco hay que tener en cuenta si interesa aprovechar esta fuerza de sustentación, de forma que podrán darse dos formas de navegación:

- Navegación en régimen de desplazamiento: no se tiene en cuenta la fuerza de sustentación por ser su valor demasiado pequeño.
- Navegación en régimen de planeo: se aprovecha la fuerza de sustentación para lograr una disminución de la carena por la elevación del casco.

Dado que nuestra embarcación será diseñada para navegar en régimen de desplazamiento ($F_n < 0,39$), no será estudio de proyecto el fenómeno de planeo.

4.2.3. RESISTENCIAS.

La resistencia tota al avance (R_t) será el resultado de la suma de las siguientes resistencias:

- Resistencia por formación de olas (R_w)
- Resistencia viscosa (R_v)
- Resistencia por apéndices (R_{ap})
- Resistencia aerodinámica (R_a)
- Resistencias menores (R_o)

Resistencia por formación de olas

Se puede descomponer en:

- R_{wp} : se refiere a la energía consumida por la embarcación en la generación de los trenes libres de olas de gravedad, transversales y divergentes. Esta componente predomina para números de Froude menores de 0,8, disminuyendo su importancia a velocidades mayores.
- R_s : es la resistencia por generación del spray y suele descomponerse en una parte de origen viscoso y otra de origen de presión. Ya que no existe un método totalmente fiable para el cálculo de esta resistencia, se tomará nula cuando se consideren embarcaciones con codillos pronunciados navegando en régimen de desplazamiento, y en régimen de planeo esta resistencia se intentará reducir dotando al casco de junquillo anti-spray.
- R_p : Es la resistencia inducida por la componente horizontal de las fuerzas hidrodinámicas de presión que actúan normalmente al casco. Es difícil de reducir, pero en nuestro caso no sería de estudio por generarse cuando se entra en régimen de planeo.

$$R_w = R_{wp} + R_s + R_p$$

Resistencia viscosa

Está compuesta por:

- R_f : resistencia tangencial debida a la fricción. Se desarrolla en el casco mojado y aumenta su importancia con la velocidad. Si los números de Froude están por encima de 1,0 es la componente mayor de la resistencia total al avance de la embarcación. Esta componente es prácticamente imposible de eliminar, ya que el casco estará siempre en contacto con el agua.

- Rpv: resistencia de presión de origen viscoso. Se origina por la formación de torbellinos y por la separación del flujo. Si el número de Froude es superior a 0.60, consideraremos esta componente nula.

$$R_v = R_f + R_{pv}$$

Resistencia debida a los apéndices

Esta resistencia cobra más importancia en las embarcaciones rápidas. Las componentes que forman esta resistencia son: componente friccional, componente de presión, componente inducida debido a la sustentación que también genera. Existen fórmulas para estimar la resistencia de cada apéndice.

Resistencia aerodinámica

Es la debida al viento relativo. A velocidades bajas, como es el caso que nos ocupa, esta resistencia no cobra prácticamente importancia. En embarcaciones rápidas puede representar hasta un 10% de la resistencia total.

Resistencias menores:

Son básicamente experimentadas por embarcaciones rápidas, que no es el caso que nos ocupa.

En resumen procuraremos centrarnos en las resistencias más propias de una navegación en régimen de desplazamiento, intentando optimizar al máximo las formas del casco para que la resistencia, y con ello la potencia, sean las menores posibles.

4.2.4. FORMAS DE LAS CUADERNAS.

Distinguimos dos tipos de formas de cuadernas: en U y en V.

Es obvio que las cuadernas en U son más llenas que las cuadernas en V. También diremos que esta tienen más tendencia a producir “slamming”o pantocazos cuando se navega con mala mar de proa, con la consecuente disminución de la velocidad y aumento de esfuerzos en la estructura de proa que ello conlleva.

Para hacer un estudio de que tipo de cuadernas serán más apropiadas disponer en la dos grandes partes diferenciadas de una embarcación: proa y popa, iremos estudiando tanto las ventajas del tipo U como del tipo V.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Las cuadernas tipo U suelen usarse en la proa de embarcaciones grandes y lentas, pues aumenta la capacidad de carga y tiene menos problemas de comportamiento en la mar, puesto que el mal tiempo les afecta en menor medida.

Las cuadernas en V en proa son más patas para embarcaciones rápidas y más ligeras. No obstante la embarcación de nuestro proyecto dispondrá en proa de cuadernas más del tipo V que mejoraran la navegación de esta, teniendo siempre en cuenta el factor habilitación, fundamental en este tipo de embarcaciones.

Para la zona de popa la forma de las cuadernas será más llena para conseguir el desplazamiento adecuado y conceder así mayor estabilidad durante su navegación.

Otra división en función de las formas de las cuadernas es:

- Cuadernas cóncavas
- Cuadernas convexas
- Cuadernas rectas

La diferencia principal entre ellas que vemos en los dibujos es la distribución de presiones bajo el casco.

En la distribución de la cuaderna cóncava, esta crece produciendo más empuje a medida que se acerca al costado, con lo que habrá mayor empuje en la zona del codaste que debajo de la quilla. Todo lo contrario ocurre con la cuaderna convexa.

Diremos que la desventaja de la cuaderna cóncava será que cuando el casco se eleva al aumentar la velocidad, se pierde empuje, además de dejar una cuña cóncava ineficaz en cuanto al planeo se refiere.

La cuaderna convexa a altas velocidades muestra una significativa reducción de superficie mojada y buen empuje, además de una excelente rigidez que permite darle escantillonados más ligeros.

Las cuadernas planas ofrecen unas características muy parecidas a las convexas, pero se reduce más la superficie mojada al aumentar la velocidad.

En nuestro diseño del casco adoptaremos secciones transversales de fondo cóncavo en la parte de proa para aliviar impactos en mala mar, y formas convexas con codastes pronunciados en la zona de popa llegando incluido a fondo casi recto.

4.2.5. RESUMEN.

- Se adoptarán cuadernas V en proa y U en popa con codaste pronunciado.
- Sección transversal de fondo cóncavo en proa para aliviar impactos y mejorar la navegación.
- Sección transversal de fondo convexo y casi recto para conseguir el desplazamiento adecuado y correcta estabilidad.
- Longitudinalmente se adoptará fondo recto para obtener un rendimiento óptimo.
- Se dispondrá además de un quillote en crujía que mejorará la estabilidad y maniobrabilidad asegurando así el calado ya fijado.

4.2.6. DISEÑO DEL CASCO MEDIANTE PROGRAMA MAXSURF PRO.

Para comenzar a diseñar con el programa informático de diseño naval Maxsurf Pro, habrá que tener en cuenta:

- Las dimensiones obtenidas en el apartado “predimensionamiento”
- Las consideraciones recogidas en el resumen.

Se diseñará pues una carena que satisfaga los objetivos del proyecto.

Gracias a la flexibilidad del programa, podremos validar y modificar los datos hasta lograr unos resultados satisfactorios.

De esta forma se ha definido una aproximación de las formas finales del casco, que en principio serán definitivas, siempre y cuando no sufran modificaciones a lo largo del proyecto.

A la hora de diseñar con el programa Maxsurf Pro, se han mantenido fijos los parámetros de eslora y manga (datos obtenidos en el apartado “dimensionamiento”).

Teniendo en cuenta todo esto, las características del casco serán:

ESLORA TOTAL	18 m.
ESLORA EN FLOTACIÓN	16,258 m.
MANGA MÁXIMA	5,3 m.
MANGA FLOTACIÓN	5,228 m.
CALADO (con quillote)	1,35 m.
DESPLAZAMIENTO	53 t.
COEFICIENTE BLOQUE	0,563
CENTRO CARENA	+ 0,406 m.
SUPERFICIE MOJADA	84,88 m²
PUNTAL (a cta. Principal)	3 m.

4.2.7. ESTRUCTURA RESISTENTE DEL CASCO.

A continuación se procede a realizar una pequeña introducción de cual será la estructura resistente del casco, ya que aparecerá más detallada en el apartado: 6. Escantillado, donde se recogen espesores, dimensiones, morfología, módulo resistente, etc.

En sentido longitudinal constará de cinco longitudinales a cada banda del casco, con una separación entre ellos de 435 milímetros. Serán paralelos y discurrirán a lo largo de toda la eslora del fondo. También en sentido longitudinal, pero en los costados, contará con seis longitudinales de costado a cada banda, separados una distancia de 435 milímetros también, y que discurrirán también a lo largo de toda la eslora.

Para el reforzado de la cubierta se han trazado cuatro esloras a cada banda, más una que se ha colocado justo en línea de crujía.

En el sentido transversal el casco dispondrá de varengas, cuadernas y baos, separadas al igual que los longitudinales 435 milímetros.

5. DISPOSICIÓN GENERAL

5.1. INTRODUCCIÓN.

Conociendo las exigencias del cliente sobre las características de la embarcación, comenzaremos a tener la idea de cómo será el barco en su interior.

En primer lugar haremos un croquis en que se muestran las cuatro grandes partes diferenciadas: la bañera, el puente de gobierno, la habitación y el pique de proa. Posteriormente se realizará otro croquis donde se visualizará la distribución de la cubierta, y por último, el diseño de la habitación interior de la habitación.

Obviaremos detalles como grosores de mamparos, la situación de los refuerzos, tuberías, etc.

Albergará capacidad para seis personas, que gracias a la amplitud de los espacios, se encontrarán muy cómodas en todo momento, pudiendo disfrutar de un diseño minimalista y moderno.

Tanto mobiliario como decoración nos proporcionarán sensación de luminosidad, pues nos centraremos en el color blanco como predominante.

Todos los croquis y planos se adjuntarán en el anexo final del libro, por lo que es lo que sigue nos limitaremos a describir todas las partes.

5.2. DISEÑO DE LA CUBIERTA

Es importantísimo lograr un espacio cómodo en cubierta, puesto que casi siempre es el lugar elegido para pasar la mayor parte del día, y aún más en nuestro diseño, pues se tratará de una cubierta “open”, donde se disfrutará al máximo del sol y de la brisa marina.

Las dimensiones de la cubierta deben estar definidas cuando se realiza el diseño de la carena, ya que es la parte superior de esta. A continuación describiremos las diferentes partes con más exactitud.

5.2.1. BAÑERA

La bañera es la parte de la cubierta alta que cuenta con una mayor dimensión, su eslora será de 5,25 metros y una manga de 5,3 metros, lo que nos proporcionará una superficie aproximada de 28 metros cuadrados. En ella se dispondrá una lancha de aproximadamente 4 metros de eslora.

Tanto el suelo de la bañera como el del puesto de gobierno serán de teca, que hará contraste con el blanco del mobiliario.

Si comenzamos con la descripción de popa a proa, lo primero que nos encontramos es una plataforma donde podrán ir albergadas una lancha y bicicletas y que irá forrada en teca. En esta plataforma estará la escalera de acceso a la cubierta inferior. Existirá la posibilidad de situar colchonetas en el espacio utilizado para la lancha para tomar el sol, en el caso en que el cliente prefiera esta última opción.

5.2.2. PUESTO DE GOBIERNO

El puesto de gobierno está a proa de la bañera, y tendrá una eslora de 3,18 metros aproximadamente y una manga de 5,30 metros,

Esta zona estará compuesta por:

Un asiento doble para el piloto y un acompañante, de color blanco, volante del timón, cuadro de mandos con múltiples indicadores como temperatura de motores, trimado, ángulo del timón, etc.

En el costado de babor se dispondrá de un porta objetos de grandes dimensiones con varias puertas.

También se dispondrá a estribor de este un sofá en forma de “L” de 1,8 metros de eslora con mesa, para que el resto de la tripulación disfrute de la navegación.

Todo el mobiliario será de color blanco, porta objetos, sofá, asientos de piloto y acompañante, etc.

5.2.3. PASILLOS LATERALES

Uno de los peores inconvenientes que hay en los pasillos de este tipo de embarcaciones es lo estrechos que son en muchos casos, lo cual puede llegar a crear hasta un peligro para la tripulación. En nuestro proyecto dotaremos a los pasillos laterales de una manga de 0,50 metros consiguiendo que el acceso de popa a proa y viceversa sea lo más cómodo y fácil posible.

La barandilla será de acero inoxidable y se elevará unos 40 centímetros sobre la regala, y se extenderá a todo lo largo de la eslora.

5.2.4. CUBIERTA DE PROA

Tendrá una eslora de 8,24 metros lo cual proporcionará un espacio amplio.

En el piso de esta se dispondrán dos escotillas con tapas transparentes y abatibles para que entre claridad y se pueda ventilar el interior cuando estas estén abatidas. Estas escotillas se encuentran sobre el camarote de proa y sobre el salón-puente de gobierno.

El ancla y la cadena irán en el pique de proa, que tendrá una longitud de 2,20 metros aproximadamente.

En el anexo se verán las situaciones de todos los espacios descritos en los apartados anteriores.

5.3. DISEÑO DE INTERIORES

Consistirá en distribuir el espacio de la habitación siguiendo unos criterios como confort, comodidad, ergonomía, etc, intentando conseguir a su vez un diseño moderno y funcional.

La embarcación estará preparada para un total de seis tripulantes con todos sus servicios y comodidades.

Este espacio interior de la habitación se dividirá de la siguiente forma:

La cubierta principal estará dividida de popa a proa en: salón-cocina y otro salón-puente de gobierno más amplio para un mayor disfrute y confort de la tripulación.

Por debajo de esta cubierta y a proa de cámara de máquinas irán situados el camarote de invitados, otro más pequeño con camas individuales, y a proa el camarote del armador.

Tanto el camarote de invitados como el del armador dispondrán de cuartos de baño.

5.3.1. SALÓN-COCINA

El acceso al interior se hace por popa el cual está conectado a la cubierta superior por medio de una escalera situada en la bañera.

Este espacio contará con:

A babor irán situados un sofá en forma de “L” de 2,4 metros de longitud, así como una mesa rectangular para realizar las comidas.

A proa de esta irá situada la cocina, que tendrá forma de “U” con una longitud de 1,85 metros y una superficie aproximada de 3,7 metros cuadrados. Será de acero inoxidable (como las cocinas industriales), y contará con tres muebles inferiores, una placa vitrocerámica cuadrada y con cuatro fuegos, fregadero con placa de secado, un grifo con manguera extraíble tanto con agua fría como con agua caliente, horno microondas encastrado, cajón para cubertería, frigorífico de 80 litros con apertura frontal y espacio para almacenamiento de alimentos. La luz necesaria la recibirá a través de las ventanas laterales así como de la luz artificial dispuesta.

A estribor nos encontraremos con una mesa rectangular que tendrá una longitud de 3 metros y en la que se dispondrán tanto un televisor, radio y algún que otro elemento decorativo.

Gracias a las ventanas descritas anteriormente será una zona bastante iluminada.

5.3.2. SALÓN-PUENTE GOBIERNO

A proa del salón-cocina y por medio de una pequeña escalera se accederá a un salón más amplio para las reuniones de la tripulación. Tendrá una longitud de 4,4 metros y una superficie aproximada de 19 metros cuadrados. Dispondrá de un televisor, biblioteca, juegos, etc. El sofá también será en forma de “L” con una longitud de 1,80 metros. Se dispondrá también una mesa con forma más bien triangular. Será una zona que también estará bien iluminada y ventilada gracia a la escotilla abatible situada justo encima. A estribor irá situada una escalera que conectará directamente con un recibidor que conectará con los tres camarotes. Además se podrá acceder a su interior a través de una puerta situada en el exterior.

5.3.3. CAMAROTE DE POPA

Tiene una eslora de 2,53 metros y dispondrá de una cama de 2 metros situada en la dirección de la eslora. Tendrá también un cuarto de baño de 1,40 metros de longitud, compuesto por una ducha con mampara de cristal, inodoro y un lavabo de cristal incrustado en un mueble de madera wenge. También irá equipado con toallero, portarrollos, espejo, etc. La cama será basculable y dispondrá de un espacio para estiba de mantas, sábanas, etc.

Se dispondrá también un armario para guardar ropa, compuesto por cajonera y perchero en la parte superior. Tanto a babor como a estribor se dispondrá un portillo por donde se recibirá la luz y la entrada de aire necesaria para la ventilación del camarote.

5.3.4. CAMAROTE CENTRAL

Este camarote tiene una eslora de 2 metros y estará compuesto por dos camas individuales de 80 centímetros de ancho e irán situadas en “L”. Se dispondrá también de una mesita de noche con dos cajones. Las dos camas serán basculantes y dispondrán de espacios para guardar ropa, mantas, etc.

El acceso a esta zona será la escalera situada en el salón y que da a el recibidor.

Habrà un pequeño armario para guardar ropa y otros objetos.

Dispondrá de un portillo a través del cual entrará luz y aire.

5.3.5. CAMAROTE DE PROA

Es el camarote principal o camarote del armador.

Situado en la proa de la embarcación (excluyendo el pique de proa), tendrá una eslora de 3 metros y estará formado por una cama de matrimonio de 2 metros de longitud y dispondrá de las mismas características que la del camarote de invitados.

Dispondrá de ventanas laterales, así como de la escotilla situada encima, para una correcta ventilación y luminosidad.

Al igual que el camarote de popa, se dispondrá de un segundo cuarto de baño compuesto por una ducha con hidromasaje y con mampara de cristal, así como con un inodoro y un lavabo de cristal incrustado en un mueble de madera wenge. También tendrá toallero, portarrollos, espejo, etc.

Tendrá una superficie aproximada de 1,5 metros cuadrados.

En el anexo que hay al final del libro se podrá ver claramente como es la distribución del barco. En el se mostrarán los planos referentes a:

- Distribución de las zonas principales
- Situación y distribución de los espacios de la cubierta principal
- Distribución de espacios y elementos del diseño de interiores.

5.4. DISPOSICIÓN DE LOS MAMPAROS TRANSVERSALES

Dispondremos de cinco mamparos transversales a lo largo de la eslora de la embarcación, que serán:

- Mamparo a popa de cámara de máquinas.

Limita la zona de cámara de máquinas a popa. Será totalmente estanco y su posición longitudinal será de aproximadamente 1,33 metros con respecto a la perpendicular de popa.

- Mamparo a proa de cámara de máquinas.

Este mamparo es a su vez mamparo de popa del camarote de popa y su principal función es aislar a la cámara de máquinas de la zona de habitación. Será totalmente estanco, y su posición longitudinal será de aproximadamente 7,73 metros respecto a la perpendicular de popa.

- Mamparo divisorio de los camarotes de popa y central.

Separará el camarote de popa y el camarote central. Posee tanto una puerta como una entrada de escalera de acceso a la cubierta superior. Su posición longitudinal será de aproximadamente 10,26 metros con respecto a la perpendicular de popa.

- Mamparo divisorio del camarote de proa.

Separará el camarote de proa del resto de la habitación. Posee una puerta para entrar en el camarote. Su posición longitudinal será de aproximadamente 12,28 metros.

- Mamparo de pique de proa.

Limita el pique de proa con la zona de habitación. La posición longitudinal con respecto a la perpendicular de popa será de aproximadamente 15,26 metros.

Todos los mamparos se fabricarán en PRFV “tipo sándwich”, con 24mm. de espesor (4+16+4, es decir, 16 mm. de núcleo + 4 mm. de laminado (dos por cada cara). El escantillonado se verá en el siguiente apartado del proyecto.

6. ESCANTILLONADO

6.1. INTRODUCCIÓN

La elección de nuestro proyecto ha sido una embarcación de recreo fabricada con un material compuesto como es la fibra de vidrio (PRFV), tanto en la construcción del casco como en la de los refuerzos, cubierta y mobiliario exterior.

Actualmente y después de muchos estudios y experiencias, las construcciones en PRFV son las más adecuadas para embarcaciones deportivas y de recreo, desbancando a otros materiales como el acero, aluminio o madera, por no tener propiedades más fiables.

A continuación listaremos aquellas ventajas que conlleva el uso de fibra de vidrio, como son:

- Construcciones ligeras (buena relación resistencia/peso).
- Menor rigidez de la estructura.
- Buen comportamiento a fatiga.
- Excelente comportamiento frente a la corrosión por el efecto del oxígeno del aire y la corrosión eléctrica.
- Gastos de mantenimiento mínimos.
- Gastos más bajos si se construyen varias unidades (se fabrica un solo molde y un solo modelo para hacer variar unidades de producto).
- Buena confortabilidad.

6.2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Los materiales compuestos se forman básicamente con la combinación de resinas sintéticas y materiales reforzantes, en nuestro caso fibra de vidrio.

En el mercado se pueden encontrar distintos tipos de resinas como de fibras de vidrio. Para tener una idea general vamos a ver un esquema de las diferentes clases:

Material reforzante – Fibra de vidrio

CLASES DE FIBRAS	DE ORIGEN MINERAL	FIBRAS CERÁMICAS (carburo de silicio, Alúmina)	<p>Generalidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Basadas en óxido de silicio, con adición de óxidos de Ca, B, Na, Fe, Al. - Vidrios amorfos. - Resistencia y rigidez. - Propiedades isotrópicas. - Tratamiento superficial: protege, une, lubrica, antiestático, unión matriz. 	<p>Propiedades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alta adherencia fibra-matriz. - Resistencia mecánica. - Características eléctricas. - Incombustibilidad. - Estabilidad dimensional. - Compatibilidad con las materias orgánicas. - Imputrescibilidad. - Débil conductividad térmica. - Excesiva flexibilidad. - Bajo coste.
		FIBRAS METÁLICAS		
		FIBRAS INORGÁNICAS (Carbono, vidrio, Boro)		
	DE ORIGEN ORGÁNICO	FIBRAS ORGÁNICAS (Algodón)		

FIBRAS DE VIDRIO	TIPO "A"	<p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dimensión del hilo: 10 - Densidad: 2480 (Kg/m. cúbico). - Módulo a tracción de una sola fibra: 86 Mpa - Resistencia a tracción de una sola fibra: 4,59 Mpa. - Módulo específico: 34 - coeficiente de expansión térmica: 5,1 (10/° K).
	TIPO "B"	
	TIPO "E"	
	TIPO "R"	
	TIPO "S"	
	FORMAS DE PRESENTARSE	<p>Tejido de filamentos perfectamente entrecruzados (WR = Woven rovings)</p> <p>Masa de mechas de filamentos colocados aleatoriamente (CSM = Chopped Stran Mat o MAT)</p> <p>Para reforzar zonas concretas se utilizan mechas de fibras continuas</p>
	CARACTERÍSTICAS SOLIDIFICADA	<ul style="list-style-type: none"> - Baja densidad. - Peso reducido. - Gran resistencia mecánica y eléctrica. - baja reactividad química con el agua salada.

Resinas

La resina más apropiada en nuestro caso será la resina termoestable, se caracteriza porque no cambia sus propiedades al variar la temperatura, por lo que se adaptará mejor a la ruta establecida por nuestro cliente.

Veremos un cuadro de los diferentes tipos de resinas termoestables en función de la temperatura a la que vaya a ser usada.

BAJA TEMPERATURA	POLIESTER (Son polímeros lineales de condensación que resulta de la reacción de ácidos carboxílicos o anhídrido de ácido de glicoles, denominándose esta reacción “esterificación”)	ISOFTÓLICA→Resistente al desgaste y a agentes químicos. ORTOFTÓLICA→Resina de utilización general. ÁCIDO CALIENTE→Se utiliza como retardador de llama.
MEDIA TEMPERATURA	VINILISTER	
	EPOXI (Incluye en su composición dos grupos epóxidos)	Propiedades: - Buena resistencia mecánica y química. - Buena resistencia a la abrasión. - Buenas cualidades eléctricas.
MEDIA-ALTA TEMPERATURA	FENÓLICA	
ALTA TEMPERATURA	BISMALEIMIDA POLIMIDA ESTERES CIANATO POLIETERAMIDA	

En nuestro proyecto nos hemos decidido por la utilización de la resina de poliéster isoftálica.

Para que se produzca el endurecimiento o curado de la resina en un tiempo relativamente corto, y para que salga rentable su uso, se añadirán dos productos más, que son:

Catalizador

Su principal función es la de producir radicales libres que provocan la iniciación de la reacción de polimerización.

Activador o acelerador

Refuerza la acción del catalizador y permite polimerizar a temperaturas menos elevadas.

Variando las proporciones de estos productos se puede conseguir un curado más o menos rápido según interese.

Es muy importante saber que nunca se debe mezclar el catalizador y el activador o acelerador directamente, pues se provocará una violenta explosión.

El activador se añade a la resina antes.

Existe la posibilidad de añadir a la resina una cierta cantidad de material colorante para lograr distintos acabados traslúcidos u opacos. Hay varios tipos en el mercado dependiendo de la clase de acabado que se desee.

En resumen, se utilizará resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio.

6.3. PROCESO CONSTRUCTIVO

El elemento primario para la realización de una pieza de plástico reforzado es el modelo. Este útil básico puede realizarse en madera, metal, barro, escayola, cemento, cera, vidrio, piezas de poliéster ensambladas, etc.

Cuando el diseño de la pieza corresponde a un diseño original es necesario proceder al estudio de un modelo.

En algunos casos el modelo se utiliza directamente para la obtención de la pieza o piezas en plástico reforzadas, pero lo más habitual es que sea usado para la realización del molde.

Para distinguir consideraremos molde, como elemento en que se conforma la pieza de plástico reforzado, siendo el modelo el elemento a partir del cual se obtiene el molde. A veces se llama molde patrón al modelo y molde de producción al otro tipo de molde.

Existe la posibilidad de realizar dos clases de moldes:

- Molde macho: Es aquel que adopta la forma del interior del casco de la embarcación. Una vez realizado el laminado y finalizado el proceso de fraguado, al separar el casco del molde, el exterior presenta una superficie áspera e irregular. Requiere más trabajo de pulido y terminación de la superficie.
- Molde hembra: Es aquel que adopta la forma exterior del casco. Una vez desmoldado, la superficie exterior de la embarcación está prácticamente lisa y terminada. Solo faltaría corregir las pequeñas imperfecciones. También permite un control total de las dimensiones de la pieza. El riesgo que si presenta es la posible aparición de bolsas de aire entre el molde y la superficie de la pieza, lo cual puede producir grandes deformaciones en la misma.

Por otro lado, hay que distinguir también entre los moldes válidos para varias laminaciones y moldes de usar y tirar. La elección de uno u otro dependerá de los recursos económicos y de la inversión de tiempo.

Si lo que se desea es construir una serie de cascos iguales se utilizará un molde multiuso, sin embargo para la construcción de un solo casco conviene utilizar un solo molde de usar y tirar.

Para la realización de nuestra embarcación se usará un molde hembra (paneles de madera contrachapada) de usar y tirar. La decisión ha sido tomada principalmente por las ventajas que ofrecen ambos recursos.

Ya construido el molde de laminación, se prepara para que su interior presente una superficie perfectamente lisa y limpia.

La resina cuenta con una fuerte adherencia a las superficies. Para facilitar la separación de la pieza del molde, antes de comenzar con la aplicación de las capas de resina y fibra se le aplica a la superficie del molde un agente desmoldeante. Puede ser basado en distintos productos como: cera brillante, acetato de celulosa disuelto en acetona, alcohol de polivinilo, algún tipo de láminas de separación, etc, pero el más común con diferencia es un desmoldeante que tiene como base la cera, ya que es más fácil su aplicación y además posee excelentes propiedades.

A continuación se pasará a la aplicación del “gel coat”. Es la primera capa de resina en contacto con el exterior y forma la barrera de desgaste de la pieza terminada.

Las funciones de esta primera capa de resina son:

- Proporcionar una capa de resina que proteja la fibra de las influencias externas.
- Ocultar la fibra y presentar una superficie más suave y atractiva.
- Proporcionar las propiedades de superficie requeridas: color, resistencia, abrasión, etc.

Por otro lado es posible que aparezcan defectos creados por el “gel coat”, tales como:

- La formación de un laminado desequilibrado.
- La capa de resina esté casi sin soportar, esto puede originar grietas.

Se puede aplicar con una brocha ancha y suave dando largas pinceladas continuas, con una pistola, en aplicación con spray, o con un rodillo de lana. En cualquier caso el objetivo es conseguir una capa de un espesor de 0,2 a 0,5 milímetros. Para lograr este espesor se aplicarán las capas necesarias, esperando que se solidifique cada una antes de aplicar la siguiente.

Cuando ya está seca la capa de “gel coat” se comienza con la aplicación de las sucesivas capas de resina y de fibra de vidrio necesarias para lograr el escantillonado calculado. Este proceso se puede efectuar tanto de forma artesanal como de forma mecánica.

Durante el proceso habrá que poner especial atención en:

- Evitar la aparición de burbujas de aire, pues una vez endurecido el casco, estas burbujas provocarían puntos débiles,
- En el empalme de las diferentes piezas de tejido, realizando un solape que garantice suficientemente la unión.

Las capas de resina y de fibra se aplican de forma consecutiva, no es imprescindible esperar a que se endurezcan las interiores, pero si es aconsejable con espesores muy gruesos, debido al efecto exotérmico que se produce durante el curado.

Este efecto puede afectar tanto al molde como al “gel coat”. Lo más adecuado será detener la laminación cuando se alcanza un espesor de 2 kilogramos de laminado por metro cuadrado.

Una vez laminado el molde, teniendo en cuenta los datos de escantillonado, se introducirán en los lugares previstos y calculados los refuerzos (cortados en las medidas establecidas) y se procede a su laminado.

La terminación interior del casco dependerá mucho de los detalles estéticos (decoración) de la embarcación, tales como pintados o aplicación de resinas de terminación.

Ya finalizada la laminación, y el tiempo de curado de la pieza, se realizará la separación de la misma del molde.

No es fácil, ya que existen varios métodos como son:

- Dando la vuelta al molde, de manera que la pieza se separe por efecto del propio peso. Será usado con cascos pequeños.
- Introduciendo aire comprimido o agua entre la superficie interior del molde y la exterior del casco.

A continuación se coloca el casco sobre una “cama” de construcción con sus formas, para proceder a la terminación superficial y montaje del resto de los elementos (cubierta, elementos internos y externos del casco), que hemos ido laminando aprovechando los tiempos muertos que se crean mientras esperamos que la laminación del casco se vaya secando.

6.4. SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN. LLOYD’S REGISTER OF SHIPPING

El cálculo del escantillonado de la estructura de una embarcación puede desarrollarse aplicando las normativas de las diferentes Sociedades de Clasificación.

En nuestro caso hemos elegido la normativa de la Lloyd’s register of Shipping correspondiente al año 1978.

En este apartado iremos viendo desde las características mecánicas del material, como las restricciones que se establecen, como el cálculo en sí del escantillonado, etc.

6.4.1. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MATERIAL

En el punto 4.2. de esta normativa se establecen las características mecánicas del material conseguido tras la laminación, y sobre las cuales se han elaborado el conjunto de reglas que la forman. La recogemos en la siguiente tabla:

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

	N/mm ²	Kgf/mm ²
ESFUERZO MÁXIMO DE TENSIÓN	85.00	8.66
MÓDULO DE TENSIÓN	6350.00	647.00
ESFUERZO MÁXIMO DE FLEXIÓN	152.00	15.50
MÓDULO DE FLEXIÓN	5206.00	531.00
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	117.20	11.90
MÓDULO DE COMPRESIÓN	6000.00	612.00
ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO	62.00	6.32
MÓDULO DEL ESFUERZO CORTANTE	2750.00	280.00
ESFUERZO CORTANTE INTERLAMINAR	17.25	1.76
ESPESOR NOMINAL DE PLACA POR PESO DE REFUERZO	0,7 mm. por cada 300 g/m ²	

6.4.2. IMPOSIBILIDAD DE APLICAR EL REGLAMENTO DE LA LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

En el apartado 4.1.2. de la normativa se presentan una serie de puntos que de cumplirse no se podrá aplicar esta normativa. Son los siguientes:

- La velocidad exceda de 35 nudos.
- El coeficiente (V/\sqrt{Lwl}) exceda de 10,8.
- El desplazamiento de una embarcación cuyo coeficiente (V/\sqrt{Lwl}) de 3,6 o mayor, no exceda de 0,094 ($L^2 - 15,8$) toneladas.
- La eslora de escantillonado exceda de 30 metros. [L escantillonado = $(Lwl + Loa)/2$]

6.5. APLICACIÓN DE LAS REGLAS DE LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

6.5.1. CARACTERÍSTICAS DE LA EMBARCACIÓN

Listaremos aquellas dimensiones principales que vamos a necesitar para el cálculo del escantillonado.

- **Eslora total (Loa) = 18,00 m.**
- **Eslora en la flotación (Lwl) = 16,26**
- **Manga (B) = 5,30 m.**
- **Desplazamiento (Δ) = 53 ton.**
- **Velocidad máxima = 9,5 nudos.**

6.5.2. RESTRICCIONES NORMATIVAS

Ya hemos visto en el apartado anterior las restricciones, ahora lo que haremos será aplicarlas a nuestro proyecto en particular.

- *Velocidad máxima menor 35 nudos.*

La embarcación de nuestro proyecto alcanzará una velocidad máxima de 9,5 nudos.
CUMPLE

- *El coeficiente V/\sqrt{Lwl} no exceda de 10,8.*

V = velocidad máxima (9,5 nudos)

Lwl = eslora en la flotación (16,26 metros)

$$V/\sqrt{Lwl} = 9,5/\sqrt{16,26} = 2,355 < 10,8$$

CUMPLE

- *El desplazamiento de una embarcación cuyo coeficiente (V/\sqrt{Lwl}) de 3,6 o mayor, no exceda de 0,094 ($L^2 - 15,8$) toneladas.*

El coeficiente de esta embarcación es 2,355 y el desplazamiento aproximado 53 toneladas.

$$0,094 (L^2 - 15,8) = 0,094 (15,63^2 - 15,8) = 21,47$$

$$L \text{ escantillonado } (L) = (Lwl + Loa)/2 = 17,26 \text{ metros. } \mathbf{CUMPLE}$$

- *Eslora de escantillonado menor de 30 metros.*

L escantillonado (L) = 17,26 metros **CUMPLE**

6.6. ESPESOR DEL LAMINADO

Se aplicará lo recogido en los puntos 4.2.2. y 4.2.3. de la normativa. El espesor de una determinada capa de laminado depende de la cantidad de resina que absorbe la fibra empleada:

Espesor de una capa de fibra $t = (w/3072) * [(2,56/Gc) - 1,36]$ (mm)

Donde: w = peso de la capa de refuerzo.
 Gc = fibra contenida en la capa.

Este proyecto se realizará alterando tejido chopped Seram mat (CDM) y woven roving (WR), los cuales tienen un contenido de fibra por cada capa de laminado de:

0,34 % para chopped Seram mat.
0,50 % para woven roving.

Estos tejidos se presentan en múltiples formatos, dependiendo del peso de refuerzos por metro cuadrado. En este proyecto se usarán los que aparecen en la siguiente tabla, a los cuales se les ha calculado el espesor según la normativa aplicable.

TIPO F.V.	W (gr/mm²)	Gc	ESPESORES (mm)
MAT 300	300	0,34	0,60
MAT 450	450	0,34	0,90
MAT 500	500	0,34	1,00
MAT 600	600	0,34	1,20
TEJIDO 450	450	0,50	0,55
TEJIDO 500	500	0,50	0,61
TEJIDO 600	600	0,50	0,75
TEJIDO 800	800	0,50	1,00

6.7. LAMINADO DEL CASCO

El laminado del casco tiene que ser una moldura simple o inicialmente moldeado como dos mitades unidas. La parte exterior del casco tiene que tener una capa de “gel coat”.

Donde los cambios de la forma del casco ocurren, como los del límite del espejo de popa o pantoque, el refuerzo será llevado durante y después de la articulación. El casco será localmente incrementado en grosor para la colocación de la mecha del timón, soporte de hélice, etc.

El incremento del peso del laminado tiene que ser gradualmente reducido al peso normal del laminado y los filos expuestos y los filos expuestos a cualquier abertura en el laminado del casco, serán sellados con resina.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

En el cálculo del laminado del casco se distinguirán tres partes principales que se diferencian por su espesor, estas son:

- Costado o “side” → Comprende la superficie delimitada por la línea de unión costado-cubierta y por una línea paralela a la flotación trazada 15 mm sobre la misma.
- Quilla o “keel” → Se extiende en mayor o menor magnitud a ambos lados de la línea de crujía sobre el fondo de la embarcación.
- Fondo o “botton” → Superficie comprendida entre las dos anteriores.

El peso del casco laminado para embarcaciones de motor se obtendrá de la tabla 2.5.1. de la normativa Lloyd’s.

La tabla está en función de las divisiones mencionadas anteriormente y de los valores L (escantillonado) igual a 17,26 metros y $V/\sqrt{Lwl} = 2,33$. Interpolando tendremos los datos correspondientes a nuestro diseño.

Solo se mostrará la parte de la tabla 2.5.1. de la normativa que nos interesa a nosotros.

ESLORA (L)	$V/\sqrt{Lwl} \leq 3,6$	
	FONDO	COSTADO
16	4650	3850
17,26	4870,5	4039
18	5000	4150

Resumiendo:

PESO DEL LAMINADO DE FONDO = 4870,5 gr/m²

PESO DEL LAMINADO DEL COSTADO = 4039 gr/m²

6.7.1. LAMINADO DEL FONDO O BOTTOM

El peso mínimo del laminado en esta zona lo hemos calculado anteriormente y es de 4870,5 gr/m², el cual se podrá conseguir con el siguiente estratificado:

LAMINADO DEL FONDO			
TIPO DE FIBRA	PESO (gr/m²)	Gc	ESPEJOR (mm)
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	450	0,35	0,90
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	450	0,34	0,90
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	450	0,34	0,90
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	450	0,34	0,90
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	300	0,34	0,60
Nº CAPAS		19	
PESO LAMINADO		10000	
ESPEJOR TOTAL		15,6	

Este peso, al igual que el resto de pesos para las demás zonas del casco, hay que corregirlo según el punto 4.3.4. de la normativa, siendo Kw lo que llamamos factor de corrección y que se calcula de la siguiente manera:

$$Kw = (2,8 * Gc) + 0,16$$

Donde:

Gc = contenido de fibra en el conjunto del laminado y se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$Gc = 2,56 / [(3072 * T/W) + 1,36] = 2,56 / [(3072 * 15,6/10000) + 1,36] = 0,4161$$

Siendo:

T = espesor total del laminado

W = peso total del laminado

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Gc (laminado)	0,4161
Kw	1,32508
PESO INICIAL	4870,5
PESO CORREGIDO	6453,84 gr/m²

Se obtiene un peso de laminación de **10000 gr/m²** , que supera el peso corregido que es **6393,02 gr/m²** , con lo que se puede considerar al laminado como **aceptable** para satisfacer el peso del laminado corregido exigido por la normativa aplicable en la tabla 2,5,1,

6.7.2. LAMINADO DEL COSTADO O SIDE

El peso mínimo calculado con anterioridad gracias a la tabla 2.5.1. es de 4039 gr/m² . Realizaremos igual que en el caso del fondo la estratificación de MAT y TEJIDO que sea necesaria.

LAMINADO DEL COSTADO			
TIPO DE FIBRA	PESO (gr/m²)	Gc	ESPESOR (mm)
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	450	0,34	0,55
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	450	0,34	0,55
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	450	0,34	0,55
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	300	0,34	0,60
Nº CAPAS		15	
PESO LAMINADO		8150	
ESPESOR TOTAL		11,55	

Aplicando la corrección como en el caso anterior obtenemos:

Gc (laminado)	0,44805
Kw	1,4145
PESO INICIAL	4039
PESO CORREGIDO	5713,4 gr/m²

Con este laminado se obtiene un peso de laminado de **8150 gr/m²** que supera el peso corregido, que es de **5662,9 gr/m²**, con lo que este laminado se considera **aceptable**, según la normativa aplicable en la tabla 2.5.1.

6.7.3. LAMINADO DE LA QUILLA O KEEL

La obtención del peso del laminado de esta zona se realiza según lo recogido en el apartado 5.2.3. de la normativa del Lloyd's.

En este apartado se especifica que el peso por metro cuadrado de esta zona se obtiene incrementando un 50% el peso correspondiente a la zona del fondo correspondiente a una embarcación cuyo V/\sqrt{Lwl} es menor o igual a 3,6. Además, la zona de quilla tendrá una anchura de $25 * L + 300$ mm., siendo L la eslora de escantillonado.

ESLORA (L)	$V/\sqrt{Lwl} \leq 3,6$	
	FONDO	COSTADO
16	4650	3850
17,26	4870,5	4039
18	5000	4150

Interpolando obtenemos el valor 4870,5, el cual habrá que incrementar un 50 %.

- Peso mínimo de la zona de quilla: $4870,5 * 1,5 = 7305,75$ gr/m²
- Anchura de la zona de quilla: $(25 * 17,26) + 300 = 731,5$ mm.

También se establece en el punto 5.2.4. que el peso real del laminado propuesto no será corregido según 4.3.4., aunque este peso nunca será inferior al peso corregido de la zona de fondo.

El peso requerido en la zona de quilla es de **7305,75 gr/m²** y el del fondo es de **10000 gr/m²**, por lo que al ser el peso de la zona de quilla inferior al peso del fondo no se tendrá que realizar un laminado de la zona de quilla. Laminando el fondo, superponiendo capas en la zona de crujía con un solape igual a la anchura de la zona de quilla, según normativa aplicable, se obtiene un sobre espesor suficiente para esta zona del casco,

6.8. CÁLCULO DE LOS REFUERZOS DEL CASCO

Para el cálculo de los refuerzos del casco, la normativa Lloyd's establece unas reglas generales en cuanto al módulo resistente final que debe tener el mismo. Sin embargo, detalles tales como la morfología del mismo quedan a disposición del criterio del proyectista.

6.8.1. LAMINADO DE LOS REFUERZOS TRANSVERSALES (varengas y cuadernas)

Hay que tener en cuenta que el reparto de los refuerzos en la embarcación tiene que hacerse de forma que no obstaculice la disposición interior. Atendiendo a las recomendaciones establecidas en el punto 2.6.2. de la normativa Lloyd's, establecemos el módulo mínimo del refuerzo transversal.

MÓDULO RESISTENTE DE VARENGAS Y CUADERNAS (cm³)		
ESPACIADO BÁSICO (mm)	$V/\sqrt{Lwl} \leq 3,6$	
	VARENGA CENTRO	CUADERNA COSTADO
425	245	85
435	332	122
440	375	140

MÓDULO RESISTENTE VARENGA = 332 cm³

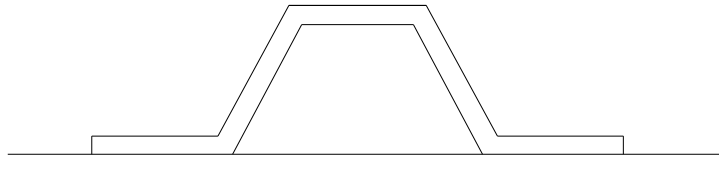
MÓDULO RESISTENTE CUADERNA = 122 cm³

El módulo obtenido en la tabla 2.6.2. ha de ser corregido según el punto 4.3.5. sección (b) de la normativa, multiplicándolo por el factor de corrección Kz.

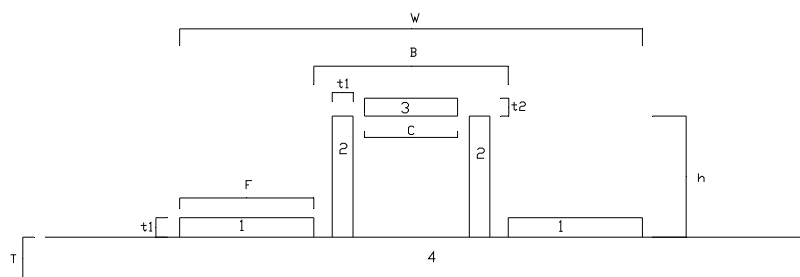
$$Kz = 1/(15 \cdot Gc - (6 \cdot Gc) + 1,45)$$

La figura del refuerzo es del tipo “sombrero de copa”, que descomponemos en paralelogramos para obtener un módulo resistente apto, con la ayuda de una hoja de cálculo.

Refuerzo tipo “Sombrero de copa” (figura 6.6.1.1.)



Descomposición en paralelogramos del refuerzo (Figura 6.6.1.2.)



Las dimensiones que veremos en los cálculos que realizaremos a continuación son los que vemos en esta figura 6.6.1.2.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Varengas

DIMENSIONES	
T	16
t1	10
t2	10
C	120
h	120
W	450
F	150

Elemento	Área (mm ²)	Yg (mm)	A*Yg (mm ³)	(Y-Yg) ²	A*(Y-Yg) ²	Ip (mm ⁴)
1	3000	5	15000	325,8	977407,5	25000
2	2400	60	144000	1365,3	3276726	2880000
3	1200	125	150000	10393,8	12472560	10000
4	7200	-8	-32400	843,9	4557060	64800
Σ	12000		276600		21283753,5	2979800

Yg (línea neutra)	23,05
Y (máxima)	106,95
In (línea neutra)	24263553,5
Módulo resistente real	226868,1954
Gc	0,3796
Kz	0,6783
MÓDULO CORREGIDO	225195,6

Como podemos comprobar el Módulo Corregido es menor que el Módulo Resistente real establecido por la normativa, por lo tanto, consideraremos el refuerzo como **acceptable**.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Cuadernas

DIMENSIONES	
T	12
t1	12
t2	12
C	120
h	120
W	400
F	120

Elemento	Área (mm ²)	Yg (mm)	A*Yg (mm ³)	(Y-Yg) ²	A*(Y-Yg) ²	Ip (mm ⁴)
1	2880	6	17280	315,41	908380,8	34560
2	2880	60	172800	1313,33	3782390,4	3456000
3	1440	86	123840	3873,81	5578286,4	17280
4	4800	-6	-28800	885,65	4251120	57600
Σ	12000		285120			3565440

Yg (línea neutra)	23,76
Y (máxima)	108,24
In (línea neutra)	164526400,5
Módulo resistente real	1520014,787
Gc	0,405
Kz	0,675
MÓDULO CORREGIDO	81000

Como podemos comprobar el Módulo Corregido es menor que el Módulo Resistente real establecido por la normativa, por lo tanto, consideraremos el refuerzo como **acceptable**.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

A continuación se muestra un laminado para el refuerzo transversal de centro y de costado. El primero tiene un espesor de 16mm, y el segundo un espesor de 12 mm.

LAMINADO VARENGA (CENTRO)			
TIPO DE FIBRA	PESO (gr/m²)	Gc	ESPESOR (mm)
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,35	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	300	0,34	0,60
N° CAPAS		19	
PESO LAMINADO		9500	
ESPESOR TOTAL		16,65	

LAMINADO CUADERNA (COSTADO)			
TIPO DE FIBRA	PESO (gr/m²)	Gc	ESPESOR (mm)
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,35	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	300	0,34	0,60
N° CAPAS		15	
PESO LAMINADO		7600	
ESPESOR TOTAL		12	

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

ESPESOR LAMINADO DE VARENGAS = 16 mm.

ESPESOR LAMINADO DE CUADERNAS = 12 mm.

6.8.2. LAMINADO DE LOS REFUERZOS LONGITUDINALES

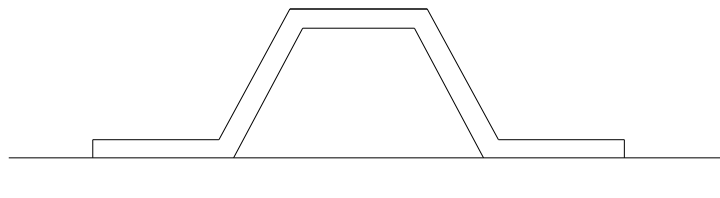
Para realizar estos cálculos tendremos que centrarnos en la tabla 2.6.3. de la normativa, en la cual aparece el módulo resistente para los longitudinales en función de la eslora y el coeficiente V/\sqrt{Lwl} .

MÓDULO DE LOS LONGITUDINALES (cm³)		
ESLORA (L)	$V/\sqrt{Lwl} \leq 3,6$	
	FONDO	COSTADO
16 m.	175	110
17,26 m.	185	117,5
18 m.	195	125

Mediante interpolación se han obtenido los datos siguientes:

MÓDULO RESISTENTE LONGITUDINAL DE FONDO = 185 cm³

MÓDULO RESISTENTE LONGITUDINAL DE COSTADO = 117,5 cm³

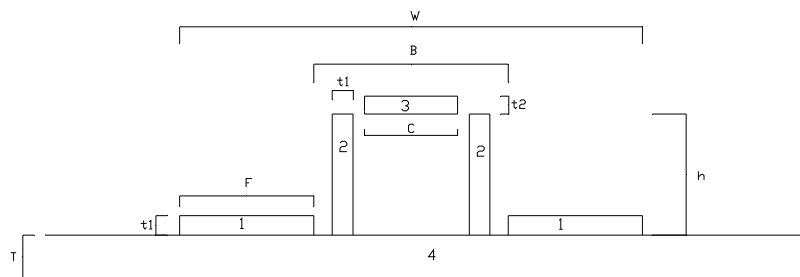


(figura 6.6.2.1)

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Si consideramos que el refuerzo tiene la geometría que vemos en la figura (igual que los refuerzos transversales), podríamos calcular su módulo resistente descomponiéndolo en paralelogramos, y así comprobar si alcanza el módulo requerido en la normativa.

La descomposición se realizará del siguiente modo:



Haciendo uso de una hoja de cálculo se puede obtener el módulo resistente para estos refuerzos.

Los datos de partida serán:

- Módulo resistente obtenido en la tabla 2.6.3.
- Dimensiones iniciales.
- G_c laminado de la zona a reforzar
- Espesor de la zona a reforzar.

El módulo obtenido en la tabla 2.6.3. ha de ser corregido según el punto 4.3.5. sección (b) de la normativa aplicada, multiplicándolo por el factor de corrección K_z .

$$K_z = 1/(15 \cdot G_c^2 - (6 \cdot G_c) + 1,45)$$

Donde G_c es el contenido en fibra de vidrio determinado de acuerdo con el punto 4.3.4. (b).

Longitudinales de fondo

DIMENSIONES	
T	16
t1	14
t2	14
C	120
h	90
W	450
F	150

Elemento	Área (mm ²)	Yg (mm)	A*Yg (mm ³)	(Y-Yg) ²	A*(Y-Yg) ²	Ip (mm ⁴)
1	4200	7	29400	79,21	332682	68600
2	2520	45	113400	846,81	2133961,2	1701000
3	1680	97	162960	6577,21	11049712,8	27440
4	7200	-8	-57600	571,21	4112712	153600
Σ	15600		248160		17629068	1950640

Yg (línea neutra)	15,9
Y (máxima)	88,1
In (línea neutra)	19579708
Módulo resistente real	222244,13
Gc	0,408
Kz	0,667
MÓDULO CORREGIDO	123395

Con las condiciones establecidas anteriormente se obtiene un módulo resistente de 222244,13 mm³ que al ser mayor que el módulo corregido (123395 mm³), se aceptan las medidas establecidas para el refuerzo longitudinal de fondo, ya que proporciona un módulo resistente superior al módulo resistente corregido. Por tanto, un refuerzo con estas dimensiones es **aceptable**.

También habrá que tener en cuenta lo fijado en el punto 6.1.4. de la normativa, que establece la necesidad de dejar sobrante a los lados del núcleo a la hora de laminar, lo cual nos garantizará una correcta adhesión al laminado del forro. El ancho de este sobrante o solape tiene un valor de 25 mm + 12 mm por cada 600 gr/m².

$$F = 25 + 12 * (10000/600) = 225\text{mm. En cualquier caso nunca será inferior a } 50\text{mm.}$$

Longitudinales de costado

DIMENSIONES	
T	12
t1	12
t2	12
C	120
h	80
W	400
F	120

Elemento	Área (mm²)	Yg (mm)	A*Yg (mm³)	(Y-Yg)²	A*(Y-Yg)²	Ip (mm⁴)
1	2880	6	17280	123,87	356745,6	34560
2	1920	40	76800	523,04	1004236,8	1024000
3	1440	86	123840	4743,07	6830020,8	17280
4	4800	-6	-28800	535	2568000	57600
Σ	11040		189120		10759003,2	1133440

Yg (línea neutra)	17,13
Y (máxima)	74,87
In (línea neutra)	11892443,2
Módulo resistente real	158841,23
Gc	0,405
Kz	0,675
MÓDULO CORREGIDO	79312,5

Está claro que el módulo resistente (158841,23 mm³) es mayor que el módulo corregido (79312,5 mm³), por lo tanto cumple con lo establecido y diremos que el refuerzo es **aceptable**.

El ancho de este sobrante o solape tiene un valor de 25 mm + 12 mm por cada 600 gr/m².

$F = 25 + 12 * (8150/600) = 188$ mm. En cualquier caso nunca será inferior a 50 mm.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Se debe tener en cuenta la separación entre refuerzos, que se puede establecer según el criterio del proyectista o utilizando la tabla 2.6.3. de la normativa, que da una idea de la separación o “clara” entre refuerzos.

ESLORA (m)	ESPACIADO BÁSICO (mm)
16	430
17,26	435
18	440

En nuestro proyecto hemos decidido, teniendo en cuenta este dato que hemos conseguido extrapolando en función de la eslora de escantillonado, que la separación entre refuerzos sea de 435 mm.

ESPACIADO BÁSICO ENTRE REFUERZOS = 435 mm

Por último mostraremos el laminado apto para el refuerzo longitudinal de fondo y de costado. El primero con un espesor de 14 mm. y el segundo de 12 mm.

LAMINADO REFUERZO LONGITUDINAL DE FONDO			
TIPO DE FIBRA	PESO (gr/m²)	Gc	ESPESOR (mm)
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,35	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	300	0,34	0,60
Nº CAPAS		19	
PESO LAMINADO		9100	
ESPESOR TOTAL		14,3	

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

LAMINADO REFUERZO LONGITUDINAL DE COSTADO			
TIPO DE FIBRA	PESO (gr/m²)	Gc	ESPELOR (mm)
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,35	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	300	0,34	0,60
Nº CAPAS		15	
PESO LAMINADO		7600	
ESPELOR TOTAL		12	

ESPELOR LAMINADO LONGITUDINAL DE FONDO = 14 mm.

ESPELOR LAMINADO LONGITUDINAL DE COSTADO = 12 mm.

6.8.3. LAMINADO DE CUBIERTA

Normalmente la cubierta de este tipo de embarcaciones tiene una construcción tipo sándwich, sin embargo en nuestro proyecto se procederá al escantillonado para la construcción en laminado monolítico.

Seguiremos el mismo método que hemos usado en los cálculos anteriores.

El peso por metro cuadrado del laminado necesario viene recogido en la tabla 2.7.1. de la normativa, que será calculado a continuación:

ESLORA (m)	ESPACIADO BÁSICO DEL BAO (m)	PESO DE LA CUBIERTA (gr/m ²)
16	430	2350
17,26	435	2444,5
18	440	2500

El peso del laminado de la cubierta principal es: 2444,5 gr/m²

Este peso al igual que el resto de los pesos calculados, debe ser corregido multiplicándolo por el factor de corrección Kw, según el punto de la normativa 4.3.4. sección (b), donde:

$$K_w = (2,8 * G_c) + 1,6$$

$$G_c = 2,56 / [(3072 * T/W) + 1,36]$$

En la siguiente tabla se recoge un posible laminado para conseguir un peso de laminado igual o mayor que el hallado en la tabla 2.7.1. de la normativa Lloyd's.

LAMINADO DE LA CUBIERTA			
<i>TIPO DE FIBRA</i>	<i>PESO (gr/m²)</i>	<i>G_c</i>	<i>ESPEJOR (mm)</i>
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	300	0,35	0,60
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	300	0,34	0,60
Nº CAPAS		13	
PESO LAMINADO		7000	
ESPEJOR TOTAL		10,9	

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Gc (laminado)	0,41669
Kw	1,29889
PESO INICIAL	2445,5
PESO CORREGIDO	3175,13 gr/m ²

Espesor del laminado en cubierta = 10 mm.

Puesto que el peso del laminado 7000gr/m² supera el peso corregido (3175,13 gr/m²), consideramos el laminado de la cubierta principal como **aceptable**.

6.8.4. LAMINADO DE LOS REFUERZOS LONGITUDINALES DE CUBIERTA. ESLORAS

Para dotar de mayor resistencia a la cubierta y por extensión al resto del casco, se dispondrán una serie de refuerzos longitudinales en cubierta denominados esloras. El módulo mínimo necesario de estos refuerzos se recoge en la tabla 2.7.3. de la normativa.

MÓDULO DE LA ESLORA POR METRO DE MANGA DE LA CUBIERTA APOYADA (cm²)	
ESLORA (m)	LONGITUDINAL DE LA ESLORA
	1,8 m.
	MÓDULO (cm³)
16	82
17,26	83,5
18	85

MÓDULO RESISTENTE DE LA ESLORA = 83,5 cm³

El módulo obtenido será corregido según el punto 4.3.5. sección (b) de la normativa, multiplicándolo por el factor de corrección Kz, donde Gc es el contenido en fibra de vidrio determinado de acuerdo con 4.3.4. (b).

$$Kz = 1 / [15 * Gc^2 - (6 * Gc) + 1,45]$$

Utilizando la hoja de cálculo como en los cálculos anteriores, obtendremos el refuerzo longitudinal para la cubierta.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

DIMENSIONES	
T	10
t1	12
t2	12
C	100
h	90
W	450
F	150

Elemento	Área (mm ²)	Yg (mm)	A*Yg (mm ³)	(Y-Yg) ²	A*(Y-Yg) ²	Ip (mm ⁴)
1	3600	6	21600	155	558000	43200
2	2160	45	97200	704,9	1522584	1458000
3	1200	96	115200	6014	7216800	14400
4	4500	-5	-22500	549,9	2474550	37500
Σ	11460		211500		11771934	1553100

Yg (línea neutra)	18,45
Y (máxima)	83,55
In (línea neutra)	13325034
Módulo resistente real	159485,74
Gc	0,4049
Kz	0,6756
MÓDULO CORREGIDO	56412

Las dimensiones establecidas proporcionan un módulo resistente de 159485,74 mm³, el cual es superior al módulo corregido por la normativa que tiene un valor de 56412 mm³, por lo tanto, consideraremos la morfología del refuerzo como **acceptable**.

6.8.5. LAMINADO DE LOS REFUERZOS TRANSVERSALES DE CUBIERTA. BAOS

El escantillonado de los baos de cubierta está establecido en la tabla 2.7.2. de la normativa, en función de la longitud máxima de panel no soportado en la zona de cubierta.

Habrà que tener en cuenta la posición de las esloras de cubierta, y a partir de ahí poder decidir que la longitud de panel sin soporte se establecerà en un metro.

A continuación veremos los cálculos como en los escantillonados anteriores.

MÓDULO DEL BAO POR METRO DE MANGA DE LA CUBIERTA APOYADA (cm³)	
ESLORA (m)	LONGITUD DEL REFUERZO 0,9 y menores
	MÓDULO (cm³)
16	9
17,26	9,5
18	10

MÓDULO RESISTENTE DEL BAO = 9,5 cm³

Este módulo también habrá que corregirlo según el punto 4.3.5. sección (b) de la normativa, multiplicándolo por el factor de corrección Kz.

$$K_z = 1 / [15 * G_c^2 - (6 * G_c) + 1,45]$$

Utilizando la hoja de cálculo obtenemos el siguiente refuerzo transversal para la cubierta:

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

DIMENSIONES	
T	10
t1	7
t2	7
C	50
h	50
W	300
F	100

Elemento	Área (mm ²)	Yg (mm)	A*Yg (mm ³)	(Y-Yg) ²	A*(Y-Yg) ²	Ip (mm ⁴)
1	1400	3,5	4900	0,1024	143,36	5716,66
2	700	25	17500	476,11	333277	145833,33
3	350	28,5	9975	641,1	224385	1429,16
4	3000	-5	-15000	252,81	758430	25000
Σ	5450		17375		1316235,36	177989,15

Yg (línea neutra)	3,18
Y (máxima)	53,82
In (línea neutra)	1494214,51
Módulo resistente real	27763,18
Gc	0,394
Kz	0,706
MÓDULO CORREGIDO	6707

Las dimensiones que hemos utilizado en el refuerzo proporcionan un módulo resistente de 27763,18 mm³ el cual es superior al módulo corregido, por tanto, se considerará la morfología del refuerzo como **acceptable**.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Las siguientes tablas mostrarán el posible laminado para ambos refuerzos:

LAMINADO REFUERZO LONGITUDINAL DE CUBIERTA			
TIPO DE FIBRA	PESO (gr/m²)	Gc	ESPELOR (mm)
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,35	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	300	0,34	0,60
Nº CAPAS		15	
PESO LAMINADO		7600	
ESPELOR TOTAL		12	

LAMINADO DE BAOS			
TIPO DE FIBRA	PESO (gr/m²)	Gc	ESPELOR (mm)
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	500	0,50	0,61
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	300	0,34	0,60
Nº CAPAS		9	
PESO LAMINADO		4650	
ESPELOR TOTAL		7,36	

ESPELOR LAMINADO DE LAS ESLORAS = 12 mm.

ESPELOR LAMINADO DE LOS BAOS = 7 mm.

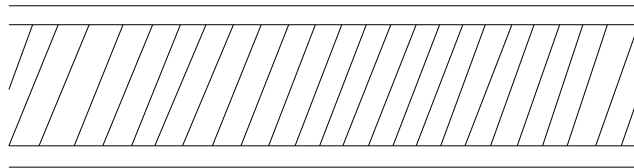
6.8.6. LAMINADO DE MAMPAROS TRANSVERSALES

Los mamparos transversales se fabrican con un laminado tipo “sándwich”, que consta de dos laminados monolíticos y un núcleo intermedio. El núcleo puede ser de varios materiales como: madera marina, madera de balsa, Money corn o panel de abeja, PVC (policloruro de vinilo), etc.

En este caso se utilizará para el núcleo el PVC, que proporciona un módulo resistente apto y también un peso bajo. La densidad de este será de 96 Kg/m³.

El espesor de los mamparos será de 24 mm, 16 mm para el núcleo y 4+4 mm para el laminado monolítico (fig. 6.6.4.4.).

(figura 6.6.4.1.)



La siguiente tabla muestra el laminado apto de las capas de laminado que constituyen el “sándwich”:

LAMINADO SANDWICH			
TIPO DE FIBRA	PESO (gr/m²)	Gc	ESPELOR (mm)
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	300	0,34	0,60
Nº CAPAS		5	
PESO LAMINADO		2700	
ESPELOR TOTAL		4,2	

ESPELOR DEL LAMINADO SANDWICH = 4 mm.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

6.8.7. LAMINADO DE LA SUPERESTRUCTURA

Para el laminado de esta zona procederemos como en los apartados anteriores teniendo en cuenta la tabla 2.7.5 de la normativa del Lloyd's.

ESLORA (m)	ESPACIADO BÁSICO DEL BAO (m)	PESO DEL LAMINADO (gr/m ²)
16	430	2350
17,26	435	2444,5
18	440	2500

El peso del laminado de la superestructura es: 2444,5 gr/m²

Este peso al igual que el resto de los pesos calculados, debe ser corregido multiplicándolo por el factor de corrección Kw, según el punto de la normativa 4.3.4. sección (b), donde:

$$K_w = (2,8 * G_c) + 1,6$$

$$G_c = 2,56 / [(3072 * T/W) + 1,36]$$

En la siguiente tabla se recoge un posible laminado para conseguir un peso de laminado igual o mayor que el hallado en la tabla 2.7.5. de la normativa Lloyd's.

LAMINADO DE LA SUPERESTRUCTURA			
<i>TIPO DE FIBRA</i>	<i>PESO (gr/m²)</i>	<i>Gc</i>	<i>ESPELOR (mm)</i>
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	300	0,34	0,60
Nº CAPAS		11	
PESO LAMINADO		5700	
ESPELOR TOTAL		8,9	

Gc (laminado)	0,40273
Kw	1,29889
PESO INICIAL	2445,5
PESO CORREGIDO	3175,13 gr/m²

Espesor del laminado en superestructura = 9 mm.

Puesto que el peso del laminado (3300 gr/m²) supera el peso corregido (3175,13 gr/m²), consideramos el laminado de la superestructura como **acceptable**.

6.8.8. LAMINADO DE LOS REFUERZOS DE LA SUPERESTRUCTURA

El escantillonado de los refuerzos de la superestructura está establecido en la tabla 2.7.6. de la normativa, en función de la longitud máxima de panel no soportado en la zona de cubierta.

A continuación veremos los cálculos como en los escantillonados anteriores.

MÓDULO DEL REFUERZO DE LA SUPERESTRUCTURA APOYADA (cm³)	
ESLORA (m)	LONGITUD DEL REFUERZO 0,9 y menores
	MÓDULO (cm³)
16	9
17,26	9,5
18	10

MÓDULO RESISTENTE DEL REFUERZO = 9,5 cm³

Este módulo también habrá que corregirlo según el punto 4.3.5. sección (b) de la normativa, multiplicándolo por el factor de corrección Kz.

$$Kz = 1 / [15 * Gc^2 - (6 * Gc) + 1,45]$$

Utilizando la hoja de cálculo obtenemos el siguiente refuerzo transversal para la cubierta:

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

DIMENSIONES	
T	9
t1	7
t2	7
C	50
h	50
W	300
F	100

Elemento	Área (mm ²)	Yg (mm)	A*Yg (mm ³)	(Y-Yg) ²	A*(Y-Yg) ²	Ip (mm ⁴)
1	1400	3,5	4900	0,1849	258,86	5716,66
2	700	25	17500	443,94	310758	145833,33
3	350	28,5	9975	603,68	211288	1429,16
4	2700	-4,5	-12150	71,065	191875,55	18225
Σ	5150		20225		714180,36	171204,15

Yg (línea neutra)	3,93
Y (máxima)	53,07
In (línea neutra)	885384,51
Módulo resistente real	11826,05
Gc	0,394
Kz	0,706
MÓDULO CORREGIDO	6707

Las dimensiones que hemos utilizado en el refuerzo proporcionan un módulo resistente de 11826,05 mm³ el cual es superior al módulo corregido, por tanto, se considerará la morfología del refuerzo como **acceptable**.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

La siguiente tabla mostrará el posible laminado para estos refuerzos:

LAMINADO DEL REFUERZO			
TIPO DE FIBRA	PESO (gr/m²)	Gc	ESPELOR (mm)
MAT	300	0,34	0,60
TEJIDO	500	0,50	0,61
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	450	0,50	0,55
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	500	0,34	1,00
TEJIDO	800	0,50	1,00
MAT	300	0,34	0,60
Nº CAPAS		9	
PESO LAMINADO		4650	
ESPELOR TOTAL		7,3	

ESPELOR LAMINADO DE LOS REFUERZOS = 7mm.

7. CÁLCULO DE RESISTENCIA Y MOTORIZACIÓN.

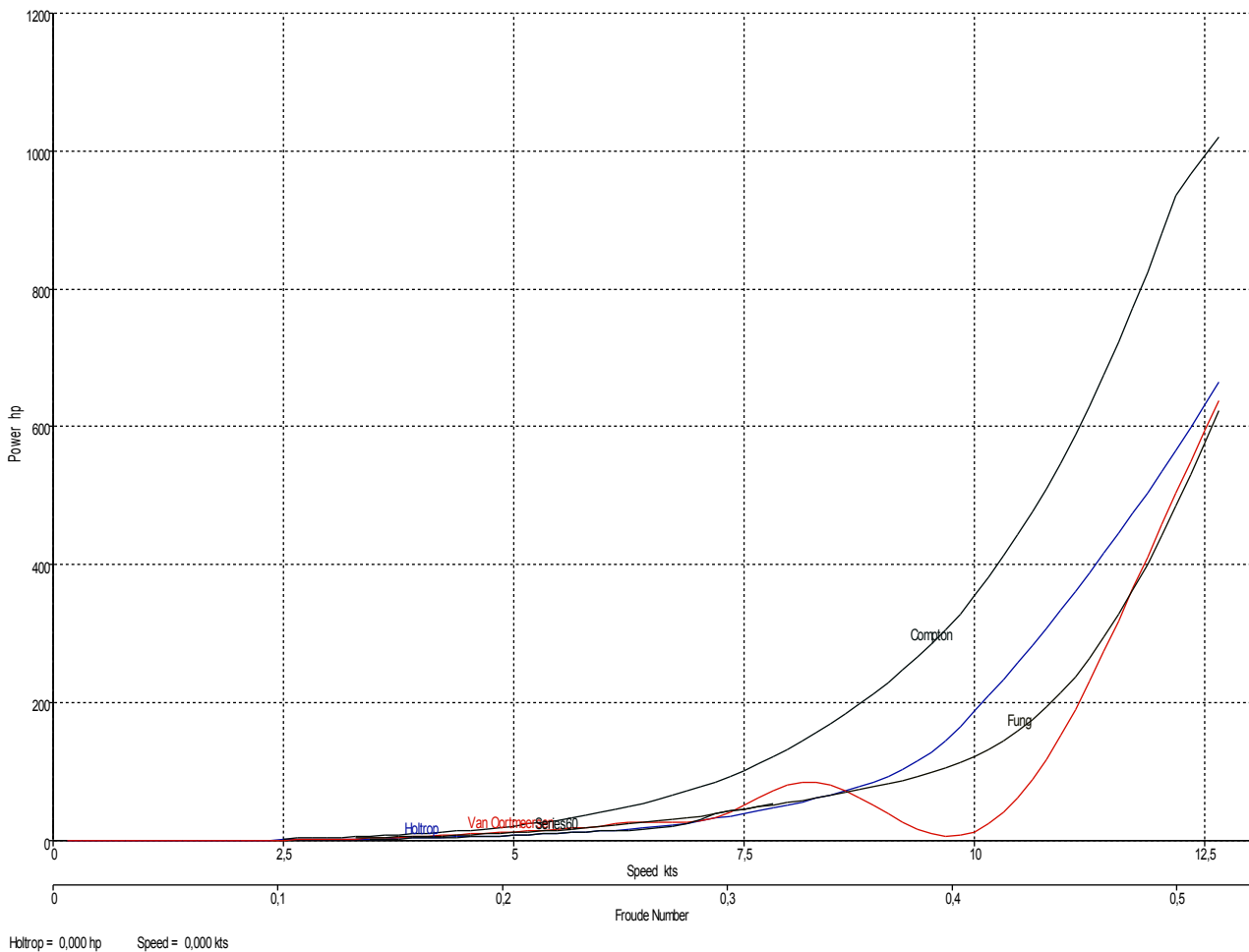
7.1. INTRODUCCIÓN

El fin de este apartado será estimar la resistencia que ofrece el barco de nuestro proyecto, para así poder establecer la potencia necesaria a instalar a bordo de él. Para el cálculo de esta resistencia se ha utilizado el método de J.Holtrop obteniendo los siguientes resultados:

$$R_t = R_v + R_{ap} + R_w + R_a$$

La suma de las distintas componentes de la resistencia, ya explicadas en el apartado de diseño y plano de formas, nos dará la resistencia total al avance de nuestra embarcación.

Para su cálculo se ha utilizado el programa “Hullspeed” que además de la resistencia obtenida por el método de Holtrop nos da la otros autores:



Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

La siguiente tabla muestra de forma más detenida las potencias necesarias para cada velocidad por el método de Holtrop. A la potencia obtenida se le aplicará un factor x2 para obtener así la potencia necesaria a instalar, ya que la obtenida en la gráfica y tabla es la potencia de remolque EHP.

<u>Vel</u>	<u>Res. (KN)</u>	<u>Pot. (EHP)</u>
0,24	0	0
0,48	0,02	0
0,71	0,03	0,02
0,95	0,05	0,04
1,19	0,08	0,07
1,43	0,11	0,11
1,66	0,15	0,18
1,9	0,2	0,26
2,14	0,24	0,36
2,38	0,3	0,49
2,61	0,35	0,64
2,85	0,42	0,82
3,09	0,48	1,03
3,33	0,56	1,28
3,56	0,63	1,55
3,8	0,71	1,87
4,04	0,8	2,23
4,28	0,89	2,63
4,51	0,99	3,09
4,75	1,1	3,6
4,99	1,22	4,18
5,23	1,34	4,85
5,46	1,49	5,61
5,7	1,65	6,5
5,94	1,84	7,53
6,17	2,05	8,73
6,41	2,29	10,14
6,65	2,59	11,88
6,89	2,96	14,08
7,13	3,43	16,86
7,36	3,97	20,16
7,6	4,54	23,82
7,84	5,11	27,64
8,08	5,66	31,53
8,31	6,21	35,61
8,55	6,81	40,15
8,79	7,51	45,51
9,03	8,37	52,14
9,26	9,47	60,54
9,5	10,88	71,32

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Por tanto, para una velocidad de 9,5 nudos que será la máxima de nuestra embarcación la potencia necesaria será:

$$\text{Pot (HP)} = 71,32 \times 2 = 142,64 \text{ CV}$$

Para absorber posibles discrepancias se establecerá una potencia a instalar de 300 HP correspondiente a dos motores.

7.2. AUTONOMÍA.

Teniendo en cuenta que instalaremos un solo motor de 300 CV, calcularemos la autonomía de nuestra embarcación teniendo en cuenta un consumo aproximado de 161,5 gr/h.

La cantidad de combustible en los tanques es de 18030 litros:

$$18885,5 \text{ litros} / 0,8524 \text{ Kg/litro} = 22,109 \text{ tn.}$$

El consumo de combustible a media potencia de los dos motores por cada hora es:

$$.45 \text{ litros/hora}$$

Así, obtenemos una autonomía en horas de:

$$18885,5 \text{ litros} / 45 \text{ litros/h} = 419,67 \text{ horas}$$

La velocidad máxima de nuestra embarcación son 9,5 nudos (9,5 millas náuticas por hora), luego para un tiempo de 419,67 horas la distancia recorrida o autonomía en millas será de:

$$\text{Autonomía} = 419,67 * 9,5 = 3987 \text{ millas.}$$

8. SISTEMAS DE ABORDO.

8.1. EQUIPO DE NAVEGACIÓN:

- Compás de gobierno con iluminación.
- Compás de marcaciones.
- Tablilla de desvío del compás (caducidad 5 años).
- Corredora de hélice, eléctrica o de presión. Se permitirá GPS.
- Sextante acompañado por tablas necesarias para navegación astronómica.
- Cronómetro.
- Compás de puntas.
- Transportador.
- Regla de 40 centímetros.
- Prismáticos.
- Cartas y libros náuticos (cartas de las respectivas categorías y puertos. Libros de faros, Derrotero de la zona, Primeros Auxilios, Reglamento de Radiocomunicaciones y código Internacional de Señales).
- Bocina de niebla a presión manual (si es de gas, con recipiente y membrana de respetos).
- Barómetro.
- Campana con peso mínimo de 5 Kg.
- Pabellón nacional.
- Código de Banderas (al menos C y N). Dimensiones mínimas de 60 x 50 cm.
- 2 linternas estancas (bombillas y pilas de repuesto).
- Espejo de señales.
- Reflector de radar (embarcaciones no metálicas).
- Código de Señales (si se montan aparatos de radiocomunicaciones).

* Fondeo: ver cuadro 1 adjunto

8.2. ARMAMETO DIVERSO:

- Un botiquín tipo C (si la tripulación es contratada será el prescrito en el RD 258/1999).
- Una caña de timón de emergencia (no obligatoria con motor fueraborda, transmisión en Z o varios motores).
- 2 estachas de amarre al muelle.
- Un bichero.
- Un remo para embarcaciones menores de 6 metros.
- Un inflador y un juego de reparación de pinchazos en embarcaciones neumáticas rígidas y semirrígidas.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

LÍNEAS DE FONDEO. CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS: CUADRO 1				
ESLORA	ANCLA	CADENA	CADENA	ESTACHA
(metros)	(Kg.)	(diámetros mm.)	(longitud)	(diámetros mm.)
< 3	3,5	6	No obligatoria	10
5	6	6	No obligatoria	10
7	10	6	1 eslora	10
9	14	8	1 eslora	12
12	20	8	1 eslora	12
15	33	10	1 eslora	14
18	46	10	1 eslora	14
21	58	12	1 eslora	16
24	75	12	1 eslora	16

La longitud de fondeo (cadena + cabo) ha de ser como mínimo 5 veces la eslora de la embarcación.

El peso de las anclas que aparecen en la tabla corresponde a anclas de alto poder de agarre, por lo que el peso debe aumentarse en 2/3 para otros tipos de anclas. El peso del ancla podrá dividirse en dos anclas, siendo el peso del ancla principal no inferior al 75% del peso total.

8.3. RADIOCOMUNICACIONES:

- Un radioteléfono de ondas métricas (VHF).
- Un radioteléfono de ondas hectométricas (MF/BLU).
- Una radiobaliza de localización de siniestros 406 MHz.

8.4. SISTEMA DE COMBUSTIBLE:

Los tanques de combustible principales se encuentran situado debajo del suelo de los camarotes y en los costados de cámara de máquinas. También se dispondrán dos tanques laterales verticales en los costados a babor del camarote central y a estribor del recibidor. Se trata de siete tanques estructurales fabricados en P.R.F.V. y con una capacidad de 18885,5 litros.

Gracias a su ubicación contigua con la sala de máquinas la conexión con el sistema de combustible del motor es directa con los tanques de cámara de máquinas, siendo necesario un sistema de conexión indirecto con el resto de tanques. El sistema de combustible posee entre otros, una válvula de cierre rápido a la salida del tanque en la entrada de la cámara de máquinas.

El llenado del tanque se realiza a través de una toma estanca situada en la zona central de la cubierta principal.

8.5. SISTEMA AGUA POTABLE:

La embarcación posee un tanque estructural de P.R.F.V. de agua dulce con capacidad para 4500 litros. Dicho tanque está situado bajo el suelo de los camarotes más a popa en la línea de crujía. El llenado de los tanques se realiza a través de una toma estanca en la cubierta, junto a la regala de babor. La bomba de agua está situada bajo el suelo en la zona central. Existe un tanque hidróforo que, junto con la bomba mantiene la presión del circuito en todo momento.

8.6. SISTEMA AGUAS GRISES Y NEGRAS

La embarcación cumple con la normativa en vigor: ORDEN FOM/1144/2003 de 28 de abril sobre el sistema de retención de aguas sanitarias. Para lo cual posee un tanque de aguas sucias con capacidad suficiente para retener las aguas sucias generadas por 6 personas a razón de 4 litros por persona y día. Dichos tanques poseen sendas tomas de conexión en cubierta para su vaciado en puerto.

9. CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO Y CENTRO DE GRAVEDAD.

9.1. PESO DEL CASCO

Antes del estudio de pesos que realizaremos para comprobar la estabilidad de la embarcación, tendremos que conocer el peso y la posición del centro de gravedad del casco sin ningún tipo de equipamiento, motores, mobiliario, etc.

Nos apoyaremos en los datos obtenidos en el apartado 6: Escantillonado.

Mediante el programa Maxsurf, que se utilizó para el diseño del casco, extraeremos las superficies y c.d.g. de cada zona del casco:

SUPERFICIES	ÁREA (m²)	LCG (m)	KCG (m)
Costados	76,130	8,0231	2,175
Fondo	96,130	7,8821	0,480
Total	172,260	7,944	1,229

Conociendo el peso necesario por metro cuadrado de cada zona (apartado 6: Escantillonado) y también la superficie real de cada zona (extraído de Maxsurf), podemos averiguar el peso del casco desnudo.

Por otro lado también es necesario conocer la posición del centro de gravedad de cada zona.

Debemos de tener en cuenta que el fondo comprende desde la línea de crujía hasta una línea trazada 150 milímetros sobre la misma.

En este caso, la zona de quilla la consideraremos dentro de la zona de fondo al poseer el mismo laminado que este.

Una vez calculados estos datos, conociendo el peso del laminado por metro cuadrado y multiplicando por la superficie, obtendremos el peso de cada una de las zonas, y por tanto, el peso total del casco vacío. Habrá que tener en cuenta el peso de la resina que absorbe la fibra durante el curado, la cual viene dada por el coeficiente Gc.

Cuadro Resumen de Datos

PESO DEL CASCO “DESNUDO” (sin estructura resistente)								
Zona	Superficie (m²)	Peso laminado (Kg/m²)	Gc	Peso total (Kg)	LCG (m)	Mto. LCG	KCG (m)	Mto. KCG
Costados	76,130	8,150	0,4435	1400	8,023	11232,2	2,175	3045
Fondo	96,130	10,00	0,4480	2145,52	7,882	16910,98	0,480	1029,85
TOTAL	172,260			3545,52	7,973	28143,18	1,149	4074,85

9.2. PESO DE LAS CUBIERTAS

Para efectuar este cálculo se va a proceder a dividir las distintas cubiertas y zonas correspondientes a estas, para que el proceso de cálculo sea más simplificado y fácil.

Las zonas serán las siguientes:

- Cubierta de habilitación
- Cubierta principal
- Cubierta bañera

Para realizar los cálculos de las cubiertas se ha utilizado el programa Rhinoceros, obteniendo así sus áreas y sus centros de gravedad.

Cuadro resumen de datos

PESO DE LAS CUBIERTAS								
Zona	Superficie (m²)	Peso del laminado (Kg/m²)	Gc	Peso total (Kg)	LCG (m)	Mto. LCG	KCG (m)	Mto. KCG
Cubierta principal	86,25	7	0,41669	1448,9	7,794	11292,8	2,887	4182,9
Cubierta bañera	57,084	7	0,41669	959	6,607	6336,11	5,122	4912
Cubierta habilitación	61,05	7	0,41669	1025,6	8,424	8639,65	0,805	825,61
TOTAL	204,384			3433,5	7,65		2,115	

9.3. PESO DE LA SUPERESTRUCTURA

Para el peso de la estructura solo calcularemos el correspondiente a los costados de esta, ya que el peso perteneciente a la cubierta alta ha sido calculado en el apartado anterior como cubierta de trabajo.

Cuadro resumen de datos

PESO DE LA SUPERESTRUCTURA								
Zona	Superficie (m ²)	Peso del laminado (Kg/m ²)	Gc	Peso total (Kg)	LCG (m)	Mto. LCG	KCG (m)	Mto. KCG
Costados	44,5	5,7	0,40273	629,82	7,252	4567,45	3,27	2059,5
Mamparo proa	9,8	5,7	0,40273	138,7	11,65	1615,85	4,82	668,53
TOTAL	54,3			768,52	8,046		3,491	

9.4. PESO DE LOS MAMPAROS TRANSVERSALES

La superficie y la posición del centro de gravedad de los distintos mamparos se ha realizado con la ayuda del programa Rhinoceros.

Según lo estipulado en el Apartado 7: Escantillonado, los mamparos se fabricarán con un laminado tipo “sándwich” de 16 mm de espesor compuesto por un núcleo de PVC (densidad 96 Kg/m³) y 2 capas monolíticas de 4 mm. cada una.

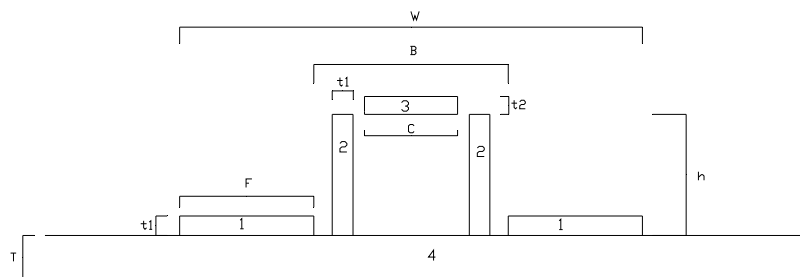
Cuadro resumen de datos

PESO DE LOS MAMPAROS TRANSVERSALES											
MAMPARO	Superficie (m ²)	Espesor PVC (m)	Densidad PVC (Kg/m ³)	Peso PVC (Kg)	Peso laminado o (Kg/m ²)	Gc	Peso total (Kg)	LCG (m)	Mto LCG	KCG (m)	Mto KCG
Espejo de popa	3,396	0,016	96,000	5,216	2,7	0,404	50,61	-0,55	-27,83	1,64	83
C.M popa	9,896	0,016	96,000	15,20	2,7	0,404	147,5	1,33	196,14	2,01	296,47
C.M proa	15,097	0,016	96,000	23,18	2,7	0,404	225	7,729	1739	1,66	373,5
Cam. Popa y central	14,953	0,016	96,000	22,96	2,7	0,404	222,8	10,27	2288,2	1,56	347,57
Cam. Central y proa	14,095	0,016	96,000	21,65	2,7	0,404	210,1	12,28	2580,1	1,623	341
Pique de proa	10,312	0,016	96,000	15,84	2,7	0,404	153,7	15,26	2345,5	1,84	282,81
TOTAL	67,749						1010	9,03		1,708	

9.5. PESO DE LOS REFUERZOS

Partiendo de la geometría del refuerzo utilizada (ver siguiente croquis), se procederá a calcular la anchura del laminado en función de las medidas del núcleo en un corte transversal. Esta anchura se multiplicará por el peso del laminado de cada refuerzo.

Posteriormente se multiplicará por la longitud del mismo para conocer así la superficie laminado que supone el refuerzo. Una vez conocida esta, basta con seguir el mismo procedimiento usado anteriormente. Se tendrá en cuenta que las posiciones de los centros de gravedad de los refuerzos de cada zona serán muy próximos al centro de gravedad de cada zona en la que están situados, puesto que estarán repartidos de forma uniforme en cada una de estas zonas.



Longitudinales de fondo:

Dimensiones del refuerzo:

DIMENSIONES (mm)	
T	16
t1	10
t2	10
C	120
h	90
W	450
F	150

$$\text{Anchura} = 2F + C + 2(t_2 + h - t_1) = 600 \text{ mm.}$$

Peso por metro lineal de refuerzo:

$$9,1 \text{ Kg/m}^2 * 0,6 \text{ m} = \mathbf{5,46 \text{ Kg/m.}}$$

Longitudinales de costado:

Dimensiones del refuerzo:

DIMENSIONES (mm)	
T	12
t1	12
t2	12
C	120
h	80
W	450
F	120

$$\text{Anchura} = 2F + C + 2(t_2 + h - t_1) = 520 \text{ mm.}$$

Peso por metro lineal de refuerzo:

$$7,6 \text{ Kg/m}^2 * 0,52 = \mathbf{3,952 \text{ Kg/m.}}$$

Varengas:

Dimensiones:

DIMENSIONES (mm)	
T	16
t1	10
t2	10
C	120
h	120
W	450
F	150

$$\text{Anchura} = 2F + C + 2(t_2 + h - t_1) = 660 \text{ mm.}$$

Peso por metro lineal de refuerzo:

$$9,5 \text{ Kg/m}^2 * 0,66 = \mathbf{6,27 \text{ Kg/m.}}$$

Cuadernas:

Dimensiones:

DIMENSIONES (mm)	
T	12
t1	12
t2	12
C	120
h	120
W	450
F	120

$$\text{Anchura} = 2F + C + 2(t_2 + h - t_1) = 600 \text{ mm.}$$

Peso por metro lineal de refuerzo:

$$7,6 \text{ Kg/m}^2 * 0,6 = \mathbf{4,56 \text{ Kg/m.}}$$

Longitudinales de cubierta (esloras):

Dimensiones:

DIMENSIONES (mm)	
T	10
t1	12
t2	12
C	100
h	90
W	450
F	150

$$\text{Anchura} = 2F + C + 2(t_2 + h - t_1) = 580 \text{ mm.}$$

Peso por metro lineal de refuerzo:

$$7,6 \text{ Kg/m}^2 * 0,58 = \mathbf{4,408 \text{ Kg/m.}}$$

Baos:

Dimensiones:

DIMENSIONES (mm)	
T	10
t1	7
t2	7
C	50
h	50
W	300
F	100

$$\text{Anchura} = 2F + C + 2(t_2 + h - t_1) = 350 \text{ mm.}$$

Peso por metro lineal de refuerzo:

$$4,65 \text{ Kg/m}^2 * 0,35 = \mathbf{1,6275 \text{ Kg/m.}}$$

Refuerzos de la superestructura

Dimensiones:

DIMENSIONES (mm)	
T	9
t1	7
t2	7
C	50
h	50
W	300
F	100

$$\text{Anchura} = 2F + C + 2(t_2 + h - t_1) = 350 \text{ mm.}$$

Peso por metro lineal de refuerzo:

$$4,65 \text{ Kg/m}^2 * 0,35 = \mathbf{1,6275 \text{ Kg/m.}}$$

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

El peso total y centro de gravedad de los refuerzos estructurales del casco son:

PESO DE LOS REFUERZOS ESTRUCTURALES DEL CASCO					
REFUERZOS	Peso total (Kg)	LCG (m)	Mto LCG (m)	KCG (m)	Mto KCG
Long. Fondo	921,35	8,0501	7416,95	0,0774	71,31
Long. Costado	645,98	8,301	5362,28	1,524	984,47
Varengas	1034,87	8,0269	8306,8	0,3655	657,66
Cuadernas	835,94	8,2822	6923,42	1,7148	1433,47
Baos	676,82	7,7649	5255,44	2,834	1918,1
Esloras	1569,42	7,8192	12271,6	2,7881	4375,7
Refuerzos long.superestructura	114,43	7,518	860,28	3,93	449,7
Refuerzos transv.superestructura	127	7,571	961,517	3,974	504,7
TOTAL	5925,81	7,991		1,324	

9.6. TABLA DE PESOS Y CENTRO DE GRAVEDAD DE LA EMBARCACIÓN

A continuación se expone en una tabla de pesos y centro de gravedad de los demás elementos que se instalarán en la embarcación.

Esta tabla se ha realizado de forma muy rigurosa de manera que los datos que se han obtenido son los definitivos de la embarcación. Es decir, para los pesos se han tomado los datos de distintos catálogos existentes en el mercado y referente a los datos de posición de los centros de gravedad de los distintos elementos, se han tomado las medidas de su posición exacta en la embarcación.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Pique de proa	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Ancla principal	60	0	17,2503	3,2583	0	1035,018	195,498
Cadena + estacha	90	0	16,35	2,3593	0	1471,5	212,337
Molinete	60	0	16,2	3,26	0	972	195,6
Camarote de proa	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Cama	80	0	13,9457	1,25	0	1115,656	100
Armarios	180	0,5316	13,9043	1,65	95,688	2502,774	297
Accesorios	45	0	15,0416	1,55	0	676,872	69,75
Aseo Cam.proa	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Mamparo long.	10	1,1938	12,4605	2,064	11,938	124,605	20,64
Mamparo proa	35	1,3584	13,4971	2,064	47,544	472,3985	72,24
Mamparo popa	24	1,7878	12,2548	2,064	42,9072	294,1152	49,536
Suelo	18	1,8055	12,7998	0,9512	32,499	230,3964	17,1216
Cabina ducha	145	1,833	13,5726	1,652	265,785	1968,027	239,54
Inodoro	35	1,4644	13,0358	1,15	51,254	456,253	40,25
Lavabo	28	1,5742	12,642	1,15	44,0776	353,976	32,2
Camarote central	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Cama babor	55	-1,5471	11,147	1,25	-85,0905	613,085	68,75
Cama estribor	55	-0,4128	10,5759	1,25	-22,704	581,6745	68,75
Armarios	210	0	11,2738	1,55	0	2367,498	325,5
Accesorios	45	0	10,9149	1,45	0	491,1705	65,25
Mesita	22	-0,8583	11,8657	1,186	-18,8826	261,0454	26,092
Camarote invitados	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Cama	80	-0,7745	8,7047	1,23	-61,96	696,376	98,4
Armarios	190	-2,2678	8,6293	1,65	-430,882	1639,567	313,5
Accesorios	45	-0,7554	7,9621	1,55	-33,993	358,2945	69,75
Aseo Cam.invitados	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Mamparo popa	23	1,9207	8,8676	2,064	44,1761	203,9548	47,472
Mamparo proa	23	1,9207	10,2672	2,064	44,1761	236,1456	47,472
Mamparo long.	20	1,2373	9,5851	2,064	24,746	191,702	41,28
Inodoro	35	1,5519	9,9225	1,15	54,3165	347,2875	40,25
Lavabo	28	2,3032	9,2831	1,15	64,4896	259,9268	32,2
Suelo	18	1,9936	9,5851	0,9512	35,8848	172,5318	17,1216
Salón-comedor	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Sofá	145	-1,0966	3,5026	2,97	-159,007	507,877	430,65
Mesa	55	1,8862	7,3965	3,05	103,741	406,8075	167,75
Mesa televisor	95	1,7902	3,9064	3,05	170,069	371,108	289,75
Mesa grande	145	-0,4607	4,464	3,1	-66,8015	647,28	449,5
Equipo Wi-Fi	8	1,8862	7,3965	3,2	15,0896	59,172	25,6
Escalera	18	1,0041	7,6049	2,8487	18,0738	136,8882	51,2766
Televisor	40	1,7902	3,9064	3,325	71,608	156,256	133
Cocina	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Nevera congelador	105	-1,0912	7,4804	3,5743	-114,576	785,442	375,3015
Cocina eléctrica	68	-1,3311	6,5978	3,3705	-143,7588	448,6504	229,194
Fregadero	18	-0,8951	5,7581	3,3705	-29,5383	103,6458	60,669
Encimera,mueble cocina	295	-0,6148	6,6193	3,05	-159,848	1952,6935	899,75

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Salón-Puente gob.	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Mesa	115	-0,5297	8,9875	3,05	-60,9155	1033,5625	350,75
Sofá	145	-1,0966	8,5063	2,97	-159,007	1233,4135	430,65
Televisor	40	-0,319	10,1726	3,325	-12,76	406,904	133
Armario	185	1,8693	8,7076	4,18	345,8205	1610,906	773,3
Panel instrumentos	180	1,1077	11,6261	4,3	199,386	2092,698	774
Asiento	40	0,4991	11,1113	3,6655	19,964	444,452	146,62
Tambucho	95	-1,3895	11,6745	3,75	-132,0025	1109,0775	356,25
Escalera	20	1,774	11,4768	2,2724	35,48	229,536	45,448
Pasamanos	90	0	9,8929	3,62	0	890,361	325,8
Cubierta-bañera	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Escalera	25	-1,56	2,3511	3,6958	-39	58,7775	92,395
Zodiac	180	0	2,9912	5,17	0	538,416	930,6
Sofá	140	1,4741	7,5154	5,2772	206,374	1052,156	738,808
Mesa	45	1,0526	8,1345	5,252	47,367	366,0525	236,34
Asiento babor	40	-0,933	8,7191	5,2148	-37,32	348,764	208,592
Asiento estribor	40	-0,3111	8,7191	5,2148	-12,444	348,764	208,592
Panel instrumentos	105	0	9,9872	5,4571	0	1048,656	572,9955
Bisera	315	0	7,881	6,15	0	2482,515	1937,25
Pasamanos	90	0	4,0964	5,3043	0	368,676	477,387
Elementos amarre	40	0	8,7564	3,6781	0	350,256	147,124
Luces de navegación	8	0	8,2	3,65	0	65,6	29,2
Esc. Vent. Cam. Proa	9	0	14,6243	3,0683	0	131,6187	27,6147
Esc. Vent. Salón-puente	9	0	11,3944	5,4768	0	102,5496	49,2912
Esc. Vent. Baño proa	7	1,435	12,6085	2,9216	10,045	88,2595	20,4512
Esc. Vent. Baño invitados	7	1,4926	9,9225	2,9216	10,4482	69,4575	20,4512
Tambucho	90	-2,13483	8,0408	5,237	-192,1347	723,672	471,33
Cámara de máquinas	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Motor babor	559	-1,0288	4,9	1,0536	-575,0992	2739,1	588,9624
Motor estribor	559	1,0288	4,9	1,0536	575,0992	2739,1	588,9624
Baterías	100	0	5	0,92	0	500	92
Eje/hélice/timón	180	0	1,335	0,5173	0	240,3	93,114
Tanque comb. Estribor	90	0,7	6	0,865	118,98	441	77,85
Tanque comb. Babor	90	-0,7	6	0,865	-118,98	441	77,85
Aislamiento mam.proa	4	0	7,7291	1,4357	0	30,9164	5,7428
Aislamiento mam. popa	4	0	1,33	1,7113	0	5,32	6,8452
Aislamiento costados	6,5	0	4,4935	1,543	0	29,20775	10,0295
Aislamiento techo	6	0	4,4935	2,5689	0	26,961	15,4134
Estructura y otros	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Casco	3545,52	0	7,973	1,149	0	28268,43096	4073,80248
Cubiertas	3433,5	0	7,65	2,115	0	26266,275	7261,8525
Superestructura	768,52	0	8,046	3,49	0	6183,51192	2682,1348
Mamparos transversales	1010	0	9,033	1,709	0	9123,33	1726,09
Refuerzos	5925,81	0	7,991	1,324	0	47353,14771	7845,77244
Tanque agua potable	70	0	6	0,85	0	359,8	59,5
Tanque aguas residuales	70	0	4,58	0,85	0	320,6	59,5
Aumento 15% pesos bajos	2225	0	8	0,95	0	17800	2113,75
Aumento 8% pesos altos	1180	0	8	3	0	9440	3540
					140,3226	195172,7724	46339,35302

	Peso	Xg	Lg	Kg
ROSCA	24537,85	0	7,913	1,888

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Pesos a plena carga	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Tanque de combustible 1	3950	-2,238	5,496	1,747	-8840,1	21709,2	6900,65
Tanque de combustible 2	3950	2,238	5,496	1,747	8840,1	21709,2	6900,65
Tanque de combustible 3	3428	-1,747	10,871	0,58	-5988,716	37265,788	1988,24
Tanque de combustible 4	3428	1,747	10,871	0,58	5988,716	37265,788	1988,24
Tanque de combustible 5	2151	2,266	11,21	1,966	4874,166	24112,71	4228,866
Tanque agua potable 1	4463	0	9,252	0,491	0	41291,676	2191,333
Tanque de combustible 6	2151	-2,266	11,21	1,966	-4874,166	24112,71	4228,866
Tanque de combustible 7	3052	0	12,53	0,491	0	38241,56	1498,532
Tanque agua residuales	0	0	4,58	0,85	0	0	0
Tripulantes	450	0	6,5	2,5689	0	2925	1156,005
Pertrechos	1260	0	6,5	2,5689	0	8190	3236,814
					0	256823,632	34318,196

	Peso	Xg	Lg	Kg
SALIDA PUERTO PLENA CARGA	52820,85	0,005	8,53	1,527

Pesos 10% consumo	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Tanque de combustible 1	402,2	2,203	5,567	1,037	886,0466	2239,0474	417,0814
Tanque de combustible 2	402,2	-2,203	5,567	1,037	-886,0466	2239,0474	417,0814
Tanque de combustible 3	348,3	-1,617	10,174	0,189	-563,2011	3543,6042	65,8287
Tanque de combustible 4	348,3	1,617	10,174	0,189	563,2011	3543,6042	65,8287
Tanque de combustible 5	219,3	-2,226	11,182	1,066	-488,1618	2452,2126	233,7738
Tanque de combustible 6	219,3	2,226	11,182	1,066	488,1618	2452,2126	233,7738
Tanque de combustible 7	310,1	0	12,381	0,085	0	3839,3481	26,3585
Tanque agua potable 1	455,4	0	9,269	0,067	0	4221,1026	30,5118
Tanque agua residuales	6	0	4,58	0,85	0	27,48	5,1
Tripulantes	450	0	4,102	2,5689	0	1845,9	1156,005
Pertrechos	126	0	4,102	2,5689	0	516,852	323,6814
Lastre 1	1558	-0,475	15,361	1,3	-740,05	23932,438	2025,4
Lastre 2	1558	0,475	15,361	1,3	740,05	23932,438	2025,4
					0	74785,2871	7025,8245

	Peso	Xg	Lg	Kg
LLEGADA PUERTO 10% CONSUMO	30940,95	0,005	8,72	1,88

Condición mínima operativa	Peso	Xg	Lg	Kg	Mto a X	Mto a L	Mto a K
Peso en rosca	24537,85	0,005	7,95	1,888	122,68925	195075,9075	46327,4608
Tripulación	1350	0	6,5	5,22	0	8775	7047
Lastre 1	1731	-0,475	15,372	1,3	-822,225	26608,932	2250,3
Lastre 2	1731	0,4775	15,372	1,3	826,5525	26608,932	2250,3
					127,01675	257068,7715	57875,0608

	Peso	Xg	Lg	Kg
Mínimo operativo	29349,85	0,0043	8,75	1,972

10. ESTABILIDAD

10.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este apartado es realizar un estudio sobre la estabilidad de la embarcación que permita comprobar si cumple los requisitos mínimos establecidos por las normativas aplicables.

Concretamente se aplicará la normativa UNE-EN-ISO 12217-1:2002 (Evaluación y Clasificación de la Estabilidad y la Flotabilidad), para embarcaciones no propulsadas a vela de eslora igual o superior a 6 metros, después del estudio se le podrá asignar una categoría (A,B,C,D) adecuada a su diseño y a su carga total máxima.

- Ensayos a aplicar:

Según la tabla 2 de la normativa para la categoría de diseño de nuestra embarcación (A) se deberán realizar los siguientes ensayos y estudios de estabilidad y flotabilidad:

- 1) Ensayo de compensación de cargas.
- 2) Aberturas de inundación.
- 3) Ángulo de inundación.
- 4) Ensayo de altura de inundación.
- 5) Resistencia a las olas y viento.

10.2. ENSAYO DE COMPENSACIÓN DE PESOS:

Cálculo de los momentos de escora de las embarcaciones con más de un nivel.

	Área de la tripulación	Número de tripulantes	Densidad de la tripulación	Manga máxima del área de tripulación	Momento de escora de la tripulación	Referencia
	Ac	N	CD	Bc	Mc	
	m ²	-	m ²	m	N.m	
nivel		≤ 2Ac	= N/4 Ac ≤ 0,5			Anexo B
Fondo	61,05	6	0,0245	5,2	9556,7	B.3.2
Cubierta Media	86,25	6	0,0174	5,3	9811,45	B.3.2
Cubierta alta	57,084	6	0,0263	5,3	9772,59	B.3.2

$$Mc1 = 314 * CL * Bc * (1 - CD) = 9556,7 \text{ N.m}$$

$$Mc2 = 9811,45 \text{ N.m}$$

$$Mc3 = 9772,59 \text{ N.m}$$

Cumplimiento con el requisito.

Característica	Símbolo	Unidad	Valor	Referencia
Momento equivalente en Kg.m para el ensayo = $Mc/9,806$		Kg.m	996,6	
Ángulo de escora al aplicar Mc	ϕ_o	grados	1,4°	6.2
Máximo ángulo de escora permitido = $10 + (24 - Lh)^3/600$	ϕ_{oR}	grados	10,36°	6.2
CUMPLE				

10.3. BALANCE TRANSVERSAL DEBIDO A LAS OLAS Y VIENTO:

Según el apartado 6.3.2 de la normativa, para llevar a cabo este balance será necesario hacerlo para las dos condiciones de flotabilidad: máxima carga y en la condición mínima operativa, ya que la relación entre estas dos condiciones es mayor de 1,15.

- Condición mínima operativa.

Se considera que el momento de escora debido al viento puede ser calculado de la siguiente forma:

$$M_w = 0,3 * A_{LV} * (A_{LV} / Lwl + Tm) * V_w^2$$

Donde:

A_{LV} = Área expuesta al viento tal y como se comenta en el apartado 3.3.7. No debe ser menor de $0,55 Lh Bh. = 52,4 m^2$

Tm = Calado en la mitad de la eslora de la flotación, en metros.

$V_w = 28 m/s$ para categoría A y $21 m/s$ para categoría B.

$$M_w = 5324,47 \text{ Kg.m.}$$

El ángulo previsto de balance se puede calcular como:

$$\phi_R = 25 + 20/Vd$$

Donde:

Vd = volumen de carena en la condición de carga.

$$\phi_R = 25,6^\circ$$

El ángulo de inundación se calcula como:

$$\phi_D = \text{arc tg } Zd/Yd = 41,82^\circ$$

Las curvas de momentos del par de adrizamiento y de momentos de escora debido al viento se han calculado mediante la ayuda del programa informático Hydromax, donde se demuestra que A_2 es mayor que A_1 .

CUMPLE

- Condición máxima carga.

Se considera que el momento de escora debido al viento puede ser calculado de la siguiente forma:

$$M_w = 0,3 * A_{LV} * (A_{LV} / Lwl + Tm) * V_w^2$$

$$M_w = 5396 \text{ Kg.m.}$$

El ángulo previsto de balance se puede calcular como:

$$\phi_R = 25 + 20/Vd$$

Donde:

Vd = volumen de carena en la condición de carga.

$$\phi_R = 25,38^\circ$$

El ángulo de inundación se calcula como:

$$\phi_D = \text{arc tg } Z_d/Y_d = 35,37^\circ$$

Las curvas de momentos del par de adrizamiento y de momentos de escora debido al viento se han calculado mediante la ayuda del programa informático Hydromax, donde se demuestra que A_2 es mayor que A_1 .

CUMPLE

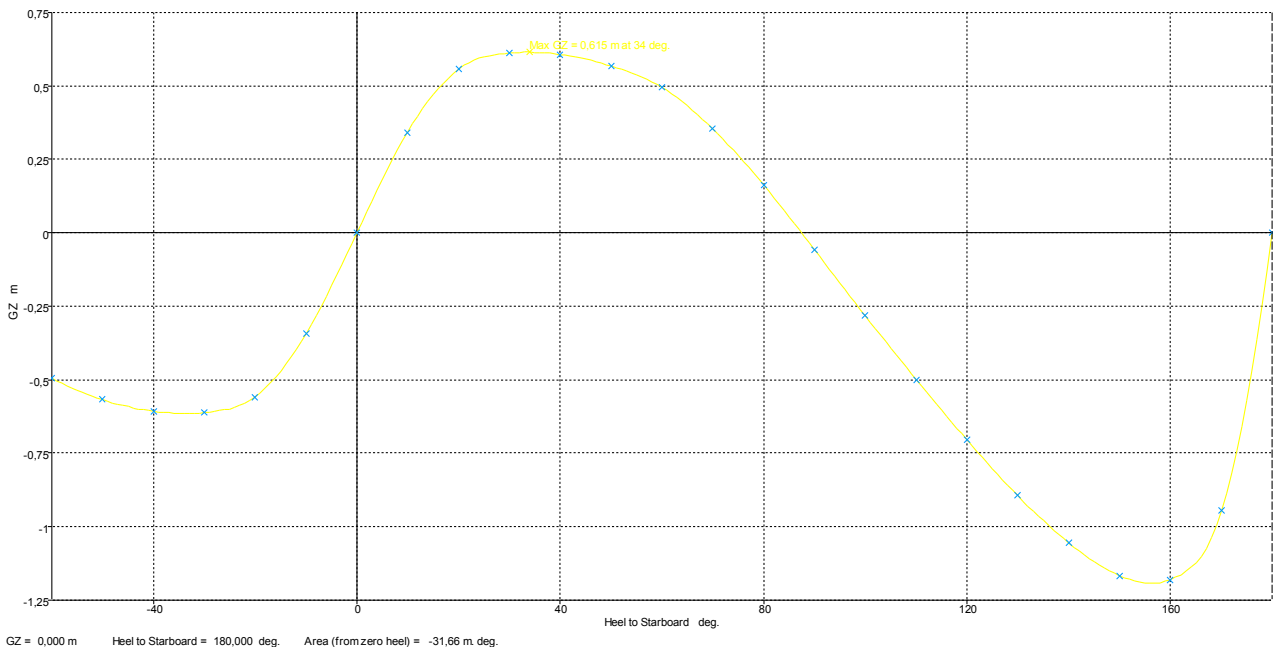
10.4. RESISTENCIA A LAS OLAS.

- Condición mínima operativa.

La curva de brazos de palanca del par de adrizamiento con los ángulos de escora ϕ_D , ϕ_V o 50° , cualquiera que sea el menor, debe cumplir además de los requisitos del apartado 6.3.2 lo siguiente:

a) Cuando el momento máximo del par de adrizamiento ocurre con un ángulo de escora de 30° o más, el momento del par de adrizamiento con 30° de escora no debe ser menor de 25 kN.m para la categoría de diseño A y de 7 kN.m para la categoría de diseño B. Además el brazo de palanca del par de adrizamiento a 30° no debe ser menor de 0,2 metros.

b) Cuando el momento máximo del par de adrizamiento ocurre con un ángulo de escora menor de 30° , el máximo momento del par de adrizamiento no debe ser menor que $(750/\phi_{GZ_{max}})$ kN para la categoría de diseño A, y de $(210/\phi_{GZ_{max}})$ kN para la categoría de diseño B. Además el brazo máximo de palanca del par de adrizamiento no debe ser menor de $(6/\phi_{GZ_{max}})$ m, donde $\phi_{GZ_{max}}$ es el ángulo de escora, en grados, con el que el brazo de palanca del par de adrizamiento es máximo, considerando únicamente la parte de la curva de los ángulos de escora inferiores a los ángulos de inundación.



Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Se ve claramente que el máximo valor del par de adrizamiento ocurre para igual o mayor de 30°, con lo que deberemos cumplir el apartado (a) de este punto.

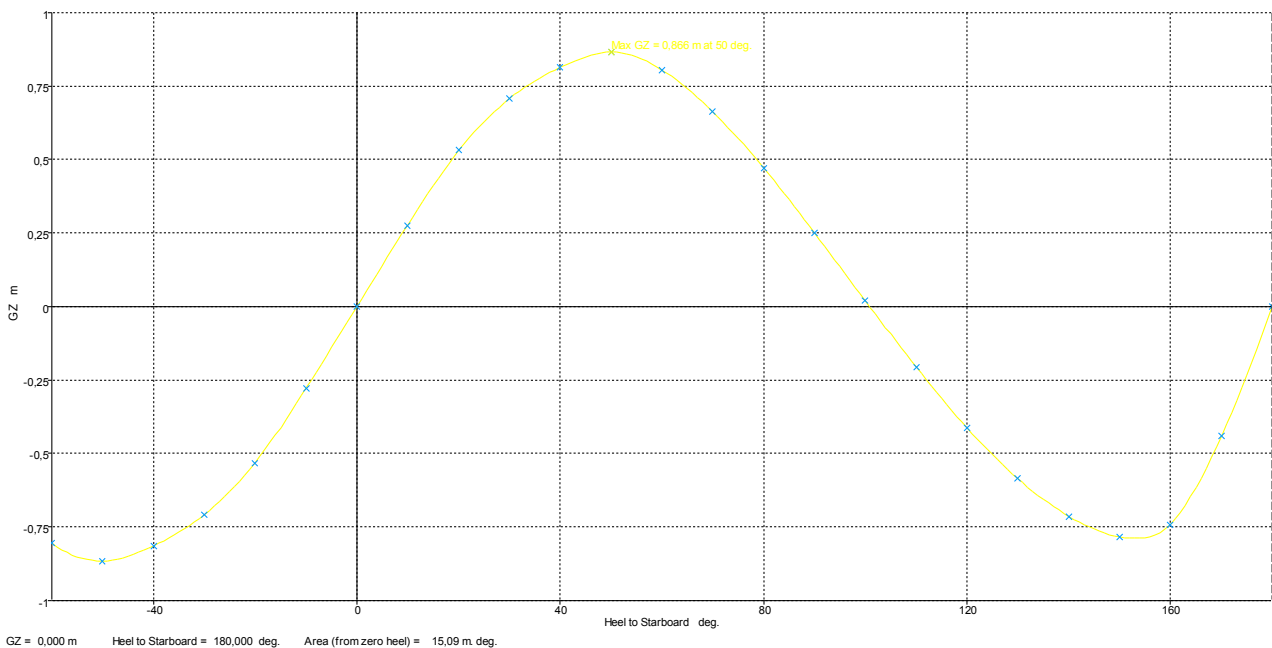
Desp.* $GZ_{30} = 17593,776 \text{ Kg.m} = 172524,56 \text{ N.m} = 172,52 \text{ Kn} > 25 \text{ kN}$ **CUMPLE**

$$\phi_{GZ_{\max}} = 34^\circ$$

$GZ_{\max} = 0,615 \text{ m.}$

$GZ_{30} = 0,612 \text{ m.} > 0,200$ **CUMPLE**

- Condición en máxima carga.



Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Se ve claramente que el máximo valor del par de adrizamiento ocurre para igual o mayor de 30°, con lo que deberemos cumplir el apartado (a) de este punto.

$$\text{Desp.} * GZ \text{ máx.} = 37021,155 \text{ Kg.m} = 363029,44 \text{ N.m} = 363,03 \text{ Kn} > 25 \text{ kN} \quad \text{CUMPLE}$$

$$\phi_{GZ\text{máx}} = 50^\circ$$

$$GZ \text{ máx.} = 0,85 \text{ m.}$$

$$GZ_{30} = 0,0,697 \text{ m.} > 0,200 \quad \text{CUMPLE}$$

10.5. ÁNGULO DE INUNDACIÓN.

Para las dos condiciones de carga los ángulos de inundación son los ya calculados y son los siguientes:

-Condición mínima operativa: $\phi_D = \text{arc tg } Z_d/Y_d = 41,82^\circ$

- Condición máxima carga: $\phi_D = \text{arc tg } Z_d/Y_d = 35,37^\circ$

Dado que la categoría de nuestra embarcación es la A, el valor mínimo requerido para este ángulo de inundación será:

$$\phi_D > \phi_o + 25^\circ \text{ ó } 30^\circ = 1,4^\circ + 25 = 26,4^\circ \text{ ó } 30 \text{ (el mayor)}$$

$$\phi_D > 30^\circ \quad \text{CUMPLE}$$

10.6. ALTURA DE INUNDACIÓN.

Según la figura 2 del apartado 6.1.2.2. de la normativa la altura de inundación requerida para el nicho de ventilación de la cámara de máquinas debe oscilar entre 1 y 1,1 metros. A continuación se muestra el cálculo utilizado según el Anexo A de la normativa para hallar este valor:

$$h = H1 \times F1 \times F2 \times F3 \times F4 \times F5$$

$$H1 = Lh / 15 = 1,2$$

$$F1 = \text{factor de posición de la abertura (varía entre 0,5 y 1)} = 1$$

$$F2 = \text{factor de tamaño de la abertura (varía entre 0,6 y 1)} = 0,729$$

$$F3 = \text{factor de tamaño del nicho (varía entre 0,7 y 1,2)} = 0,7$$

$$F4 = \text{factor de desplazamiento (varía entre 0,7 y 1,1)} = 1,0063$$

$$F5 = \text{factor de flotación (según categoría)} = 1$$

$$h = 1,2 \times 1 \times 0,729 \times 0,7 \times 1,0063 \times 1$$

$$h = 0,62 \text{ m.}$$

Altura real de inundación = 1,423 metros

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

A continuación se muestran los datos obtenidos mediante el programa Hydromax para obtener las curvas de estabilidad de las distintas condiciones de carga, así como las curvas hidrostáticas de la embarcación.

SALIDA DE PUERTO A PLENA CARGA

Loadcase - salida de puerto.

Free to Trim

Relative Density (specific gravity) = 1,025; (Density = 1025,2 kg/m³)

Elemento	Cantidad	Peso (Kg)	Lg (m)	Kg (m)	Xg (m)
ROSCA	1	24537	7,913	1,880	0,000
Tanque comb. 1	98%	3428	10,871	0,581	1,747
Tanque comb.2	98%	3950	5,496	1,726	2,237
Tanque comb.3	98%	3427	10,871	0,581	-1,747
Tanque comb.4	98%	3950	5,496	1,726	-2,237
Tanque lastre 1	0%	0,0000	15,372	1,366	-0,496
Tripulación	1	450,0	6,500	5,220	0,000
Pertrechos	1	1260	6,500	2,569	0,000
Tanque agua dulce	98%	4463	9,252	0,477	0,000
Tanque comb.5	98%	3052	12,530	0,491	0,000
Tanque comb.6	98%	2151	11,210	1,966	2,266
Tanque comb 7	98%	2151	11,210	1,966	-2,266
Tanque lastre 2	0%	0,0000	15,372	1,366	0,496
	Total	52820	LCG=8,538	VCG=1,542	TCG=0,000
				FS corr.=0	
				VCG fluid=1,542	

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Draft Amidsh. m	1,078
Displacement kg	52817
Heel to Starboard degrees	0,0
Draft at FP m	1,067
Draft at AP m	1,089
Draft at LCF m	1,078
Trim (+ve by stern) m	0,021
WL Length m	16,297
WL Beam m	5,227
Wetted Area m ²	83,412
Waterpl. Area m ²	68,591
Prismatic Coeff.	0,630
Block Coeff.	0,557
Midship Area Coeff.	0,894
Waterpl. Area Coeff.	0,805
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,384
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,274
KB m	0,637
KG fluid m	1,542
BMt m	2,506
BML m	21,242
GMt corrected m	1,601
GML corrected m	20,337
KMt m	3,143
KML m	21,879
Immersion (TPc) tonne/cm	0,703
MTc tonne.m	0,659
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) kg.m	1476,094
Max deck inclination deg	0,1
Trim angle (+ve by stern) deg	0,1

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Heel to Starboard degrees	-60,0	-50,0	-40,0	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0
Displacement kg	52819	52823	52825	52825	52824	52823	52816	52823
Draft at FP m	0,294	0,643	0,901	1,051	1,087	1,076	1,067	1,075
Draft at AP m	-1,093	-0,190	0,344	0,688	0,917	1,045	1,089	1,046
WL Length m	17,513	17,290	16,790	16,599	16,520	16,346	16,300	16,347
Immersed Depth m	1,772	1,815	1,815	1,735	1,550	1,279	1,087	1,278
WL Beam m	3,464	3,916	4,491	4,693	5,208	5,251	5,227	5,251
Wetted Area m ²	81,711	81,650	80,684	80,472	82,774	83,419	83,424	83,426
Waterpl. Area m ²	51,717	58,893	63,674	63,568	67,118	68,440	68,606	68,449
Prismatic Coeff.	0,654	0,656	0,670	0,667	0,650	0,636	0,630	0,636
Block Coeff.	0,479	0,419	0,376	0,381	0,386	0,469	0,556	0,469
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,448	0,430	0,417	0,406	0,394	0,386	0,382	0,385
VCB from DWL m	-0,585	-0,558	-0,549	-0,535	-0,497	-0,456	-0,440	-0,456
GZ m	-0,805	-0,866	-0,813	-0,707	-0,532	-0,277	0,000	0,277
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,170	-0,022	0,087	-0,038	-0,132	-0,245	-0,276	-0,246
TCF to zero pt. m	-1,976	-1,955	-1,802	-1,348	-0,817	-0,394	0,000	0,394
Max deck inclination deg	60,0	50,0	40,0	30,0	20,0	10,0	0,1	10,0
Trim angle (+ve by stern) deg	-4,9	-2,9	-2,0	-1,3	-0,6	-0,1	0,1	-0,1

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Heel to Starboard degrees	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement kg	52817	52815	52817	52818	52817	52816	52816	52821
Draft at FP m	1,087	1,050	0,901	0,642	0,295	-0,359	-2,333	N/A
Draft at AP m	0,917	0,689	0,344	-0,189	-1,093	-2,825	-7,795	N/A
WL Length m	16,520	16,599	16,789	17,290	17,513	17,669	17,771	17,851
Immersed Depth m	1,550	1,735	1,815	1,815	1,772	1,692	1,649	1,927
WL Beam m	5,208	4,693	4,491	3,916	3,464	3,162	2,999	2,938
Wetted Area m ²	82,771	80,465	80,677	81,643	81,710	81,686	82,047	82,570
Waterpl. Area m ²	67,117	63,564	63,671	58,893	51,717	46,667	43,730	42,429
Prismatic Coeff.	0,650	0,667	0,670	0,657	0,654	0,654	0,658	0,664
Block Coeff.	0,386	0,381	0,376	0,419	0,479	0,545	0,586	0,510
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,394	0,404	0,416	0,429	0,448	0,470	0,486	0,498
VCB from DWL m	-0,497	-0,535	-0,549	-0,558	-0,585	-0,616	-0,643	-0,664
GZ m	0,532	0,707	0,813	0,866	0,805	0,663	0,471	0,251
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,133	-0,039	0,087	-0,022	0,170	0,162	0,159	0,176
TCF to zero pt. m	0,817	1,349	1,802	1,955	1,976	1,954	1,861	1,703
Max deck inclination deg	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,6	-1,3	-2,0	-2,9	-4,9	-8,6	-18,5	-1,5

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

LLEGADA A PUERTO AL 10%

Loadcase - llegada a puerto

Free to Trim

Relative Density (specific gravity) = 1,025; (Density = 1025,2 kg/m³)

Elemento	Cantidad	Peso (Kg)	Lg (m)	Kg (m)	Xg (m)
ROSCA	1	24537	7,913	1,880	0,000
Tanque comb. 1	10%	348,3	10,174	0,189	1,617
Tanque comb.2	10%	402,2	5,567	1,037	2,203
Tanque comb.3	10%	348,2	10,174	0,189	-1,617
Tanque comb.4	10%	402,2	5,567	1,037	-2,203
Tanque lastre 1	90%	1557	15,361	1,300	-0,475
Tripulación	1	450,0	6,500	5,220	0,000
Pertrechos	10%	126,0	6,500	2,569	0,000
Tanque agua dulce	10%	455,4	9,269	0,067	0,000
Tanque comb.5	10%	310,1	12,381	0,085	0,000
Tanque comb.6	10%	219,3	11,182	1,066	2,226
Tanque comb 7	10%	219,3	11,182	1,066	-2,226
Tanque lastre 2	90%	1558	15,361	1,300	0,475
	Total	30933	LCG=8,738	VCG=1,757	TCG=0,000
				FS corr.=0,131	
				VCG fluid=1,888	

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Draft Amidsh. m	0,740
Displacement kg	30935
Heel to Starboard degrees	0,0
Draft at FP m	0,715
Draft at AP m	0,765
Draft at LCF m	0,739
Trim (+ve by stern) m	0,050
WL Length m	14,845
WL Beam m	5,137
Wetted Area m ²	66,765
Waterpl. Area m ²	58,069
Prismatic Coeff.	0,624
Block Coeff.	0,520
Midship Area Coeff.	0,862
Waterpl. Area Coeff.	0,761
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,579
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,282
KB m	0,441
KG fluid m	1,888
BMt m	3,378
BML m	23,596
GMt corrected m	1,932
GML corrected m	22,150
KMt m	3,820
KML m	24,037
Immersion (TPc) tonne/cm	0,595
MTc tonne.m	0,420
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) kg.m	1043,244
Max deck inclination deg	0,2
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Heel to Starboard degrees	-60,0	-50,0	-40,0	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0
Displacement kg	30934	30935	30936	30936	30930	30933	30930	30933
Draft at FP m	-0,591	0,061	0,409	0,601	0,697	0,717	0,714	0,717
Draft at AP m	-1,926	-0,812	-0,144	0,271	0,553	0,715	0,765	0,715
WL Length m	17,139	16,686	16,071	15,794	15,205	14,845	14,845	14,845
Immersed Depth m	1,340	1,429	1,439	1,358	1,194	0,938	0,760	0,938
WL Beam m	3,420	3,916	3,787	3,898	4,403	5,080	5,137	5,080
Wetted Area m ²	61,011	59,759	59,305	60,746	63,001	66,206	66,762	66,206
Waterpl. Area m ²	46,765	49,600	49,300	49,947	52,706	57,300	58,068	57,303
Prismatic Coeff.	0,586	0,594	0,617	0,630	0,646	0,636	0,624	0,636
Block Coeff.	0,384	0,323	0,344	0,361	0,378	0,427	0,520	0,427
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,664	0,648	0,629	0,613	0,596	0,584	0,578	0,582
VCB from DWL m	-0,418	-0,435	-0,434	-0,410	-0,372	-0,321	-0,297	-0,321
GZ m	-0,519	-0,589	-0,614	-0,609	-0,547	-0,327	0,000	0,327
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,099	0,451	0,247	0,167	0,238	0,291	0,282	0,290
TCF to zero pt. m	-2,258	-2,123	-1,756	-1,401	-0,952	-0,398	0,000	0,398
Max deck inclination deg	60,0	50,0	40,0	30,0	20,0	10,0	0,2	10,0
Trim angle (+ve by stern) deg	-4,7	-3,1	-1,9	-1,2	-0,5	0,0	0,2	0,0

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Heel to Starboard degrees	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement kg	30931	30931	30931	30930	30935	30936	30931	30931
Draft at FP m	0,697	0,600	0,408	0,060	-0,592	-1,831	-5,443	N/A
Draft at AP m	0,553	0,272	-0,144	-0,811	-1,925	-4,126	-10,496	N/A
WL Length m	15,204	15,796	16,071	16,686	17,139	17,381	17,532	17,658
Immersed Depth m	1,194	1,358	1,439	1,429	1,340	1,213	1,111	1,372
WL Beam m	4,403	3,897	3,787	3,916	3,420	3,130	2,970	2,907
Wetted Area m ²	63,001	60,747	59,301	59,756	61,012	61,976	62,628	63,283
Waterpl. Area m ²	52,706	49,949	49,297	49,601	46,769	43,296	40,684	39,361
Prismatic Coeff.	0,646	0,630	0,617	0,594	0,586	0,590	0,599	0,610
Block Coeff.	0,378	0,361	0,344	0,323	0,384	0,457	0,521	0,428
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,596	0,611	0,629	0,646	0,662	0,681	0,694	0,703
VCB from DWL m	-0,372	-0,410	-0,434	-0,435	-0,418	-0,411	-0,416	-0,430
GZ m	0,547	0,609	0,614	0,589	0,519	0,373	0,176	-0,046
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,238	0,165	0,246	0,450	0,097	-0,013	0,029	0,080
TCF to zero pt. m	0,952	1,401	1,756	2,123	2,258	2,179	1,996	1,752
Max deck inclination deg	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,5	-1,2	-1,9	-3,1	-4,7	-8,0	-17,2	-1,\$

Condición mínimo operativo

Loadcase – Mínimo operativo

Free to Trim

Relative Density (specific gravity) = 1,025; (Density = 1025,2 kg/m³)

Elemento	Cantidad	Peso (Kg)	Lg (m)	Kg (m)	Xg (m)
ROSCA	1	24537	7,913	1,880	0,000
Tanque comb.1	0%	0,0000	10,878	0,589	1,749
Tripulación	1	750,0	6,500	5,220	0,000
Tanque comb.2	0%	0,0000	5,496	1,742	2,237
Tanque comb. 3	0%	0,0000	10,878	0,588	-1,749
Tanque comb.4	0%	0,0000	5,496	1,742	-2,237
Tanque lastre 1	100%	1731	15,372	1,366	-0,496
Tanque agua dulce	0%	0,0000	9,252	0,486	0,000
Tanque comb.5	0%	0,0000	12,531	0,500	0,000
Tanque comb 6	0%	0,0000	11,210	1,986	2,267
Tanque comb.7	0%	0,0000	11,210	1,986	-2,267
Tanque lastre 2	100%	1731	15,372	1,366	0,496
	Total	28750	LCG=8,775	VCG=1,905	TCG=0,000
				FS corr.=0	
				VCG fluid=1,905	

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Draft Amidsh. m	0,703
Displacement kg	28752
Heel to Starboard degrees	0,0
Draft at FP m	0,683
Draft at AP m	0,722
Draft at LCF m	0,702
Trim (+ve by stern) m	0,039
WL Length m	14,833
WL Beam m	5,122
Wetted Area m ²	65,012
Waterpl. Area m ²	56,895
Prismatic Coeff.	0,616
Block Coeff.	0,514
Midship Area Coeff.	0,857
Waterpl. Area Coeff.	0,749
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,616
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,342
KB m	0,420
KG fluid m	1,905
BMt m	3,519
BML m	24,174
GMt corrected m	2,034
GML corrected m	22,689
KMt m	3,939
KML m	24,594
Immersion (TPc) tonne/cm	0,583
MTc tonne.m	0,400
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) kg.m	1020,786
Max deck inclination deg	0,1
Trim angle (+ve by stern) deg	0,1

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Heel to Starboard degrees	-60,0	-50,0	-40,0	-30,0	-20,0	-10,0	0,0	10,0
Displacement kg	28752	28751	28748	28752	28751	28752	28748	28751
Draft at FP m	-0,685	0,004	0,356	0,553	0,657	0,685	0,683	0,684
Draft at AP m	-2,015	-0,892	-0,207	0,219	0,505	0,670	0,722	0,671
WL Length m	17,065	16,511	15,925	15,586	14,957	14,833	14,833	14,833
Immersed Depth m	1,294	1,386	1,395	1,315	1,153	0,900	0,718	0,900
WL Beam m	3,416	3,916	3,708	3,808	4,292	5,045	5,122	5,045
Wetted Area m ²	58,662	57,262	56,665	58,329	60,855	64,574	65,010	64,574
Waterpl. Area m ²	45,796	47,881	47,275	48,244	50,938	56,194	56,893	56,195
Prismatic Coeff.	0,577	0,588	0,611	0,627	0,648	0,629	0,616	0,629
Block Coeff.	0,372	0,313	0,340	0,359	0,379	0,416	0,514	0,416
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,703	0,687	0,668	0,651	0,633	0,621	0,616	0,620
VCB from DWL m	-0,402	-0,423	-0,422	-0,396	-0,358	-0,307	-0,281	-0,307
GZ m	-0,495	-0,568	-0,607	-0,612	-0,558	-0,342	0,000	0,342
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,151	0,527	0,326	0,223	0,288	0,320	0,342	0,319
TCF to zero pt. m	-2,273	-2,122	-1,761	-1,403	-0,970	-0,405	0,000	0,406
Max deck inclination deg	60,0	50,0	40,0	30,0	20,0	10,0	0,1	10,0
Trim angle (+ve by stern) deg	-4,7	-3,1	-2,0	-1,2	-0,5	-0,1	0,1	0,0

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Heel to Starboard degrees	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Displacement kg	28748	28748	28747	28748	28751	28752	28747	28747
Draft at FP m	0,657	0,552	0,355	0,003	-0,686	-1,992	-5,777	N/A
Draft at AP m	0,505	0,220	-0,207	-0,891	-2,015	-4,254	-10,767	N/A
WL Length m	14,955	15,589	15,925	16,511	17,065	17,337	17,498	17,629
Immersed Depth m	1,153	1,315	1,395	1,386	1,294	1,162	1,054	1,313
WL Beam m	4,292	3,807	3,708	3,916	3,416	3,127	2,966	2,903
Wetted Area m ²	60,849	58,330	56,610	57,261	58,662	59,929	60,577	61,243
Waterpl. Area m ²	50,933	48,246	47,229	47,881	45,798	42,885	40,314	38,962
Prismatic Coeff.	0,648	0,627	0,611	0,588	0,577	0,581	0,590	0,603
Block Coeff.	0,379	0,359	0,340	0,313	0,372	0,445	0,513	0,417
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,634	0,649	0,667	0,686	0,702	0,718	0,732	0,740
VCB from DWL m	-0,358	-0,396	-0,422	-0,423	-0,402	-0,390	-0,392	-0,406
GZ m	0,558	0,612	0,607	0,568	0,495	0,354	0,162	-0,057
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,289	0,221	0,334	0,526	0,151	-0,021	0,020	0,075
TCF to zero pt. m	0,970	1,403	1,760	2,122	2,273	2,201	2,010	1,758
Max deck inclination deg	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,5	-1,2	-2,0	-3,1	-4,7	-7,9	-17,0	-1,\$

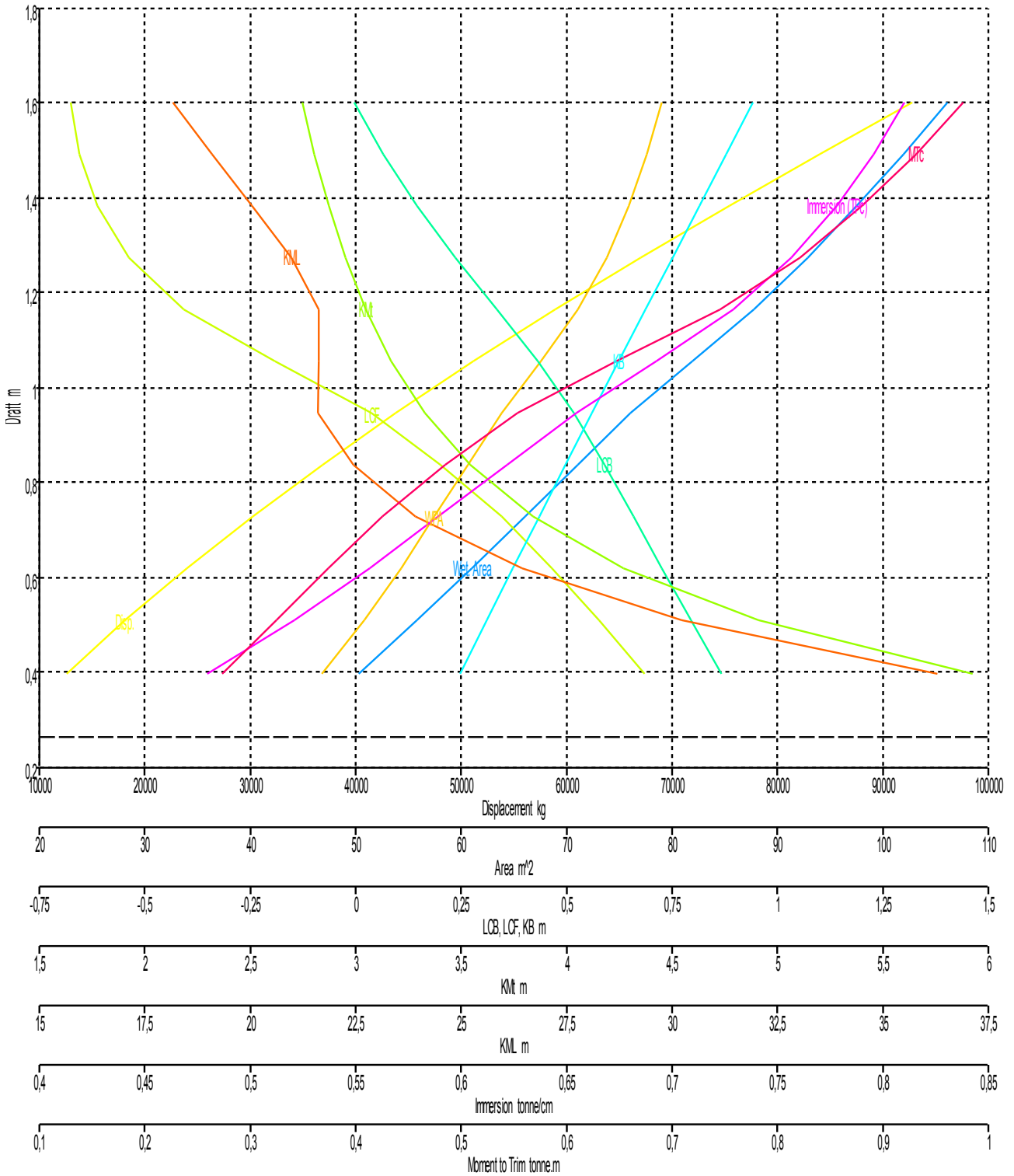
TABLA GRÁFICA PARA UN RANGO DE CALADOS DADOS

Draft Amidsh. m	0,400	0,509	0,618	0,727	0,836	0,945
Displacement kg	12635	18105	23992	30249	36849	43808
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	0,400	0,509	0,618	0,727	0,836	0,945
Draft at AP m	0,400	0,509	0,618	0,727	0,836	0,945
Draft at LCF m	0,400	0,509	0,618	0,727	0,836	0,945
Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
WL Length m	14,705	14,759	14,807	14,849	14,888	15,406
WL Beam m	4,919	5,016	5,084	5,133	5,171	5,202
Wetted Area m ²	50,328	55,839	61,023	66,045	71,055	76,060
Waterpl. Area m ²	46,774	50,829	54,306	57,463	60,643	63,861
Prismatic Coeff.	0,538	0,569	0,596	0,619	0,641	0,640
Block Coeff.	0,426	0,469	0,503	0,532	0,558	0,564
Midship Area Coeff.	0,792	0,823	0,845	0,861	0,873	0,884
Waterpl. Area Coeff.	0,647	0,687	0,721	0,754	0,788	0,797
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,866	0,794	0,726	0,658	0,591	0,517
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	0,685	0,578	0,464	0,347	0,202	0,037
KB m	0,248	0,310	0,373	0,435	0,497	0,560
KG m	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
BMt m	5,678	4,598	3,896	3,407	3,046	2,767
BML m	36,051	29,918	26,064	23,477	21,946	21,039
GMt m	4,925	3,908	3,269	2,841	2,544	2,326
GML m	35,298	29,228	25,437	22,911	21,444	20,599
KMt m	5,925	4,908	4,269	3,841	3,544	3,326
KML m	36,298	30,228	26,437	23,911	22,444	21,599
Immersion (TPc) tonne/cm	0,480	0,521	0,557	0,589	0,622	0,655
MTc tonne.m	0,273	0,324	0,374	0,425	0,484	0,553
RM at 1deg = GMt.Dis-p.sin(1) kg.m	1086,086	1234,852	1368,663	1500,016	1635,736	1778,567
Max deck inclination deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

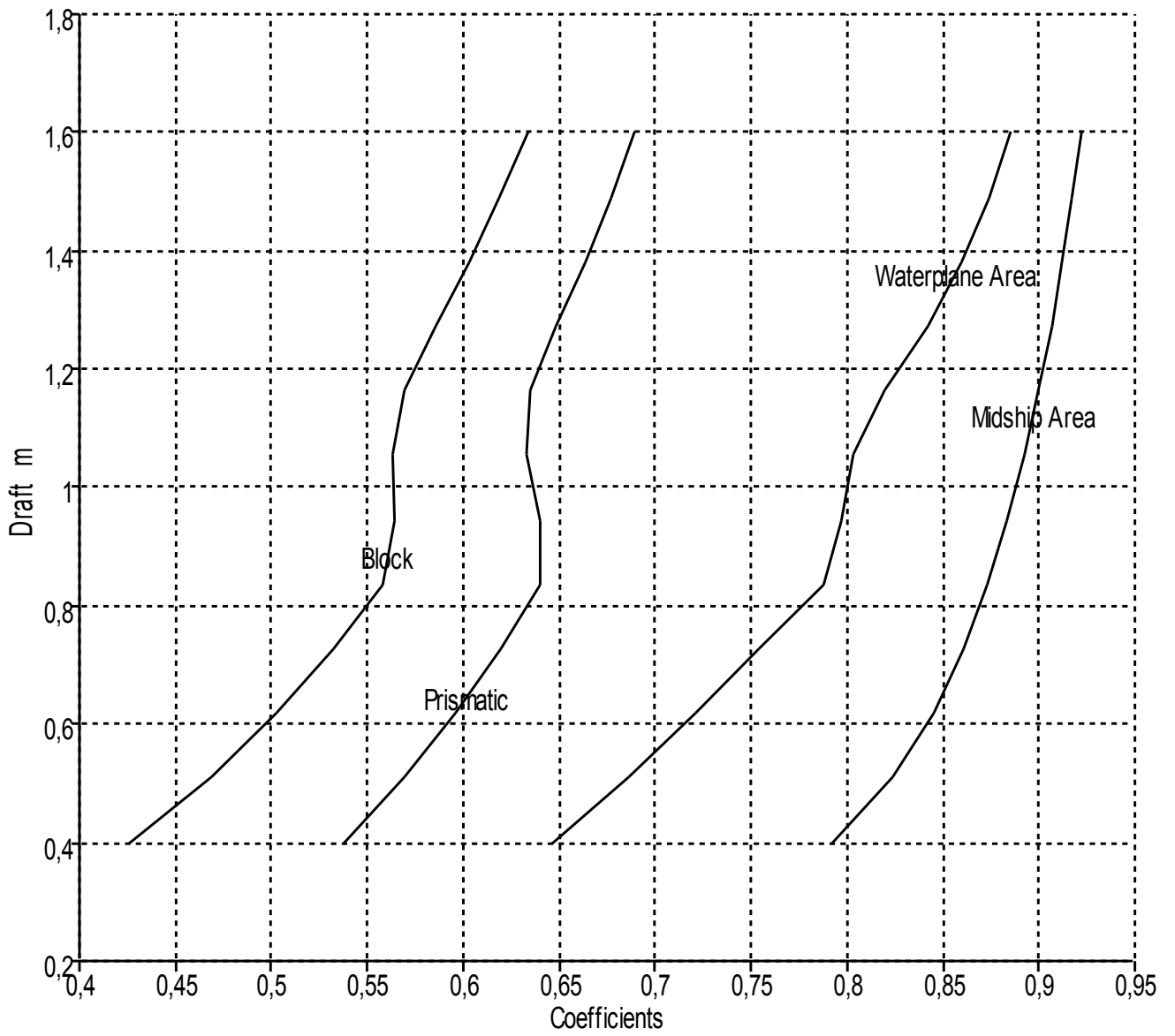
Draft Amidsh. m	1,055	1,164	1,273	1,382	1,491	1,600
Displacement kg	51156	58919	67029	75407	83993	92754
Heel to Starboard degrees	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	1,055	1,164	1,273	1,382	1,491	1,600
Draft at AP m	1,055	1,164	1,273	1,382	1,491	1,600
Draft at LCF m	1,055	1,164	1,273	1,382	1,491	1,600
Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
WL Length m	16,094	16,560	16,689	16,772	16,845	16,915
WL Beam m	5,223	5,240	5,253	5,262	5,269	5,276
Wetted Area m ²	81,920	87,707	92,861	97,516	101,927	106,164
Waterpl. Area m ²	67,561	71,099	73,808	75,886	77,592	79,016
Prismatic Coeff.	0,633	0,634	0,649	0,663	0,677	0,689
Block Coeff.	0,563	0,569	0,586	0,603	0,619	0,634
Midship Area Coeff.	0,892	0,900	0,907	0,912	0,918	0,922
Waterpl. Area Coeff.	0,804	0,819	0,842	0,860	0,874	0,885
LCB from Amidsh. (+ve fwd) m	0,432	0,334	0,236	0,145	0,065	-0,004
LCF from Amidsh. (+ve fwd) m	-0,191	-0,407	-0,539	-0,612	-0,655	-0,676
KB m	0,623	0,687	0,751	0,815	0,879	0,942
KG m	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
BMt m	2,543	2,360	2,201	2,057	1,925	1,805
BML m	21,009	20,942	20,226	19,223	18,206	17,226
GMt m	2,166	2,047	1,952	1,873	1,804	1,747
GML m	20,632	20,629	19,977	19,038	18,085	17,168
KMt m	3,166	3,047	2,952	2,873	2,804	2,747
KML m	21,632	21,629	20,977	20,038	19,085	18,168
Immersion (TPc) tonne/cm	0,693	0,729	0,757	0,778	0,795	0,810
MTc tonne.m	0,647	0,745	0,821	0,880	0,931	0,976
RM at 1deg = GMt.Dis-p.sin(1) kg.m	1933,817	2104,905	2283,717	2464,385	2644,730	2827,813
Max deck inclination deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

CURVAS HIDROSTÁTICAS



Draft = 0.265 m Disp. = 126345.24 kg

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.



11. EQUIPAMIENTOS.

A continuación describiremos los equipos o elementos de seguridad, salvamento, contra-incendio, y prevención de vertidos en correspondencia a una embarcación según su zona de navegación, en nuestro caso la Zona de Navegación 1.

11.1. EQUIPO DE SALVAMENTO:

- Balsa salvavidas 100% personas (SOLAS, revisión anual, con paquete de emergencia tipo A).
- chaleco salvavidas 100% personas más un 10% del total. También para el 100 % de los niños a bordo. Flotabilidad mínima de 275 N (SOLAS o CE con revisión anual para los hinchables).
- Mínimo 2 aros salvavidas. Uno de ellos con luz y rabiza (tipo SOLAS o CE).
- 6 cohetes con luz roja y paracaídas.
- 6 bengalas de mano.
- 2 señales fumígenas flotantes.

11.2. EXTINCIÓN. ACHIQUE Y CONTRAINCENDIO:

- Bomba de achique accionada por el motor principal u otra fuente de energía.
- Bomba de accionamiento manual.
- 2 baldes de achique.
- Capacidad de bombas mínima de 30 litros/min.

* Extinción: ver cuadro 2 adjunto

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

EXTINCIÓN: CUADRO 2			
EXTINTORES PORTÁTILES OBLIGATORIOS POR POTENCIA PROPULSORA (Pueden sustituirse por: una instalación fija + un único extintor que cubra P/4)			
POTENCIA TOTAL	1 MOTOR	2 MOTORES	
P < 20 Kw (27,2 CV)	Si es fueraborda en zonas 6 y 7 no se les exige	Si es fueraborda en zonas 6 y 7 no se les exige	
P < 150 Kw (204 CV)	1 de eficacia 21 B	1 de eficacia 21 B	
P < 300 Kw (408 CV)	1 de eficacia 34 B	2 de eficacia 21 B	
P < 450 Kw (612 CV)	1 de eficacia 55 B	2 de eficacia 34 B	
P < 600 Kw (816 CV)	1 de eficacia 55 B + 1 de eficacia 21 B	2 de eficacia 34 B + 1 de eficacia 21 B	
POTENCIA SUPERIORES	1 de eficacia 55 B + los correspondientes a la diferencia de potencia (P-450 Kw)	2 de eficacia 55 B + los correspondientes a la diferencia de potencia (P-450 Kw)	
EXTINTORES PORTÁTILES OBLIGATORIOS POR ESLORA (Si es cabinada y no se exige por potencia llevará de todos modos 1 extintor 21 B)			
ESLORA	EXTINTOR		
L < 10 metros	No se exige		
L < 15 metros	1 de eficacia 21 B (2 si la embarcación es de la lista 6ª)		
L < 20 metros	2 de eficacia 21 B (3 si la embarcación es de la lista 6ª)		
L < 24 metros	3 de eficacia 21 B (4 si la embarcación es de la lista 6ª)		
INSTALACIONES FIJAS CONTRA INCENDIOS			
Instalaciones contra incendios a base de Agua (propulsión a motor)			
L < 15 metros	No se exige		
Esloras superiores	Colector de diámetro suficiente, bomba c.i, boca (mínimo 2 bar.), manguera con boquilla de doble efecto 12 mm.		
Instalaciones fijas de extinción y detección según combustible			
POTENCIA	GAS-OIL	GASOLINA	GAS-COCINA
P < 225 Kw (306 CV)	No se exige	No se exige	Detector de gas
P < 736 Kw (1000 CV)	No se exige	Extinción o detector de incendios + extintores portátiles	Detector de gas
Potencias superiores	Extinción + detector de incendios	Extinción + detectores de incendio	Detector de gas

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

Por otro lado las luces y marcas de navegación se ajustarán al convenio sobre el Reglamento Internacional para los Abordajes. En caso de navegación diurna exclusivamente hasta 12 millas de la costa y/o embarcaciones de menos de 7 metros de eslora, se podrá prescindir de las luces de navegación, pero se deberá llevar una linterna eléctrica de luz blanca con baterías de repuesto.

11.3. PREVENCIÓN DE VERTIDOS AL MAR:

Las embarcaciones estarán construidas y/o dotadas de modo que se evite que se produzcan vertidos accidentales de aguas sucias y de contaminantes tales como aceites o combustibles, en el agua. En el caso concreto de las aguas sucias ello implica necesariamente disponer de un tanque de retención con salidas a instalaciones de tierra, como opción más sencilla, o bien de otros medios alternativos.

Acatando la ORDEN FOM 1144/2003, está prohibida toda descarga de aguas sucias desde embarcaciones de recreo en las siguientes aguas, en las que España ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicciones:

- Zonas portuarias.
- Aguas protegidas.
- Otras zonas como rías, bahías y similares.

Dependiendo de la zona donde nos encontremos la opción de carga será distinta, lo cual vemos en el siguiente cuadro:

ZONA	OPCIÓN DE DESCARGA
Zonas portuarias. Aguas protegidas. Otras zonas como rías, bahías y similares	No se permite ninguna descarga, ni siquiera con tratamientos.
Hasta 3 millas	Se permite con tratamientos. Ni sólidos ni decoloración.
Desde 3 millas hasta 12 millas	Se permite desmenuzada y desinfectada. Para descargar el tanque la velocidad de la embarcación debe ser superior a 4 nudos.
Más de 12 millas	Se permite en cualquier condición. Para descargar el tanque la velocidad de la embarcación debe ser superior a 4 nudos.

En nuestro caso, la embarcación contará con:

- Depósito de retención de aguas sucias.
- Equipo para desmenuzar y desinfectar.
- Equipo de tratamiento.

12. PRESUPUESTO

Es necesario conocer si la embarcación en cuestión será competitiva en el mercado, comparándola con los productos que sean de similares características.

La estimación del presupuesto es lo más detallada posible, consultando catálogos de distintos proveedores y realizando una estimación de los materiales necesarios para la construcción de la embarcación, con lo que se ha intentado que el coste sea el más acertado posible.

En cuanto a la estimación de la mano de obra (horas hombre), se ha consultado directamente con fabricantes de embarcaciones similares para poder establecer un número coherente de horas.

Habrà que tener en cuenta en el precio de venta, la fabricación del molde y el modelo, al igual que unos gastos fijos derivados del funcionamiento del astillero (agua, luz, etc.).

Dividiremos el presupuesto en dos partes:

- Materiales
- Mano de obra

El precio que hemos obtenido en la tabla que veremos a continuación es sin duda el precio de construcción de la misma, pero este tiene que ser incrementado con los costes fijos del astillero, que rondan entre un 30% y un 40%, así como los gastos de realización del proyecto, los cuales pueden suponer un porcentaje considerable en el precio final de la embarcación.

Hemos calculado un **PRECIO TOTAL BASE** de **246719,04 euros**, que teniendo en cuenta lo anteriormente citado, el **COSTE TOTAL** de salida al mercado será de: **493438,08 euros**.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

MATERIALES		
CASCO	CANTIDAD	PRECIO+IVA (euros)
Mat de fibra de vidrio 300 (por m ²)	3837,88	9500
Mat de fibra de vidrio 450 (por m ²)	440,65	1800
Mat de fibra de vidrio 500 (por m ²)	4338,45	16300
Tejido de fibra de vidrio 450 (por m ²)	4381,472	21200
Tejido de fibra de vidrio 500 (por m ²)	195,68	1000
Tejido de fibra de vidrio 800 (por m ²)	2500	18500
Resina isoftálica isotrópica (por Kg)	3795	12400
Gelcoat isoftálico (por Kg)	105	1575
Espuma de poliuretano (por Kg)	102	510
Material diverso (rodillos, acetona, etc.)	1	80
	SUBTOTAL	82865
CARPINTERÍA		
Puertas abisagradas de madera de iroco	7	700
Mesa pequeña soporte televisión de caoba	1	75
Mesa grande soporte televisión de caoba	1	210
Mesitas de noche de caoba	5	300
Mobiliario cocina	1	2150
Ropero de caoba	2	380
Armario camarote proa	1	220
Armarios camarote popa	2	390
Estantería salón-puente gobierno	1	145
Piso forrado tablero marino laminado en teca	3	5400
Mamparos de camarotes	4	3400
	SUBTOTAL	13370

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

ASEOS		
W.C. marino taza de porcelana y tapa de plástico	2	560
Depósito aguas fecales con válvula mar/depósito	2	350
Grifo de fondo pasacasco entrada de agua W.C	2	20,45
Grifo de fondo pasacasco salida de aguas sucias W.C	2	50
Tuberías y arandelas W.C	2	35,6
Lavabo de porcelana	2	150,8
Tuberías grifo fondo y abrazaderas de lavabo	2	42,2
Manguera hasta depósito del agua	2	37,45
Accesorios varios	2	165
Espejo	2	120,85
	SUBTOTAL	1532,35
COCINA		
Cocina con tres fuegos en acero inoxidable	1	420
Kit de conexión de gas	1	80
Bombona de gas	1	15
Fregadero en acero inoxidable con desagüe	1	75
Grifo de fondo y pasacascos salida de agua	1	12,28
Manguera hasta depósito de agua	1	20,05
	SUBTOTAL	622,33
HABILITACIÓN		
Cama camarote de proa	1	395
Camas camarote central	2	360,8
Esquinera salón puente de gobierno	1	200,3
Cama camarote invitados	1	395
Mesa panel instrumentos de salón-puente gobierno	1	276,8
Mesa salón puente-gobierno	1	155
Mesa salón cocina	1	220
Mesa puente bañera	1	35,6
Sofá salón-cocina	1	465
Sofá salón-puente gobierno	1	328
Sofá cubierta bañera	1	390
Asientos puente gobierno	3	305
Armario cubierta bañera	1	117,5
	SUBTOTAL	3580

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA		
Baterías de 12 V 110 Ah	2	774,9
2 cajas de baterías de polipropileno	2	20,62
2 acopladores de baterías 4 posiciones	2	35
Panel de fusibles 8 entradas	1	15,2
Conector de mechero 12 V en acero inoxidable	1	13,2
Bomba sentina 5000 l/h	1	75
Contacto automático para bomba de sentina	1	36,99
15 luces de techo alógenas	15	185
Luces de navegación babor, estribor y popa	3	35,75
Molinete del ancla	1	725,05
Bomba de sentina 60 l/min.	1	115
	SUBTOTAL	2031,71
ELEMENTOS DE CUBIERTA		
Escalera en acero inoxidable 10 peldaños	1	380
Escalera en acero inoxidable pasillo laterales	2	335
Roldana de fondeo en acero inoxidable con pasador	1	31,5
Cornamusas de amarre	4	23,4
Boca de llenado de agua de 45 mm. con manguera	1	23,5
Boca de llenado de gasoil de 70 mm	1	17,5
Respiradero de tanque séptico con mangueras	2	24
Respiraderos de cámara de máquinas	2	22
Bisagras de bodega de pertrechos y pozo del ancla	6	10,6
Pestillo escotilla de cámara máquinas	1	12,3
Barandilla en acero inoxidable	1	2235
Zodiac (4 m.)	1	3955
	SUBTOTAL	7090
CÁMARA DE MÁQUINAS		
Motor volvo penta D4-300	2	90400
Instalación completa con todos los accesorios y escape	1	4575
	SUBTOTAL	94975

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

OTROS EQUIPAMIENTOS		
Sonda	1	983,82
Compás horizon 135	1	281,54
GPS lector de cartas Tracker 5600	1	1280,2
Extintores	2	63
Botiquín homologado	1	138,84
Aislamiento acústico cámara de máquinas (20mm.)	1	1750,5
Timón	1	879,5
Ancla (50 Kg.)	1	284
Aros salvavidas con rabiza y luz	2	420
Balsa salvavidas	1	2082,17
Equipo de cohetes solas	1	279,91
Cadena del ancla	1	180
Regla 40 mm.	1	15
Transportador	1	11,5
Código de señales	1	82
Reflector de radar	1	25
Linternas estancas	2	32
Código de banderas C y N	1	95
Barómetro	1	42
Cartas y libros náuticos	12	320
Prismáticos	1	90
Sextante	1	188
Estachas de amarre al muelle	2	68
Bichero	1	11,54
Cronómetro	1	10,5
Bocina niebla	1	70,15
Cafetera	1	82,75
Calentador agua 50 L	1	962,63
Microhondas	1	76,5
Nevera frigorífico	1	665,85
Antena televisión por satélite	1	5237,80
Televisor marino	2	627,8
Alfombra baño	2	145
Campana latón	1	50,15
Caña timón repuesto	1	80
	SUBTOTAL	17612,65
TOTAL MATERIALES		223679,04 euros

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

MANO DE OBRA	
CONSTRUCCIÓN DEL CASCO	Horas/hombre
Limpieza y cera del molde	20
Pintado del gelcoat	18
Laminado	290
Desmoldeo	18
SUBTOTAL	346
CONSTRUCCIÓN DE LAS CUBIERTAS Y BAÑERA	
Limpieza y cera del molde	32
Pintado del gelcoat	30
Laminado	225
Desmoldeo	22
SUBTOTAL	309
MONTAJE	
Montaje del casco-cubiertas	52
Montaje mobiliario	255
Montaje de equipos	190
SUBTOTAL	497
TOTAL HORAS	1152
PRECIO HORA	20,00 EUROS
TOTAL MANO DE OBRA	23040 euros
TOTAL MATERIALES + MANO DE OBRA	246719,04 euros

13. BIBLIOGRAFÍA

APUNTES.

- Construcción en Materiales Compuestos.
Gaspar Penagos García.
- Teoría del buque.
Aurelio Guzmán Cabañas.
- Embarcaciones deportivas.
Antonio de Querol Sahagun.
- Proyectos de Estructuras Marinas.
Diego Blanco y Antonio de Querol

LIBROS.

- Materiales Compuestos. Tecnología de los Materiales Reforzados.
J.L. González Díez.

PÁGINAS WEB.

- www.fondear.com
- www.barcos.com
- www.nauticexpo.com
- www.volvopenta.com
- www.selenetrawlers.com
- www.lewmar.com
- www.lanautica.com
- www.feroca.com

ANEXO-PLANOS

VOLVO PENTA DIESEL INTRABORDAS

D4-300

221 kW (300 CV) potencia al cigüeñal según ISO 8665

Diesel compacto de altas prestaciones

El Volvo Penta D4-300 de 4 cilindros ha sido desarrollado a partir del último diseño en tecnología diesel. El motor incorpora el sistema de inyección common-rail, doble árbol de levas en cabeza, cuatro válvulas por cilindro, turbocompresor y aftercooler. Esto, junto con su gran volumen de barrido y el sistema EVC (Electronic Vessel Control), dan como resultado un rendimiento diesel puntero así como un nivel muy bajo de emisiones de escape. El motor es extremadamente compacto teniendo en cuenta su potencia.

Prestaciones de primera clase

El sistema de inyección common-rail, controlado por el EVC, en combinación con un gran volumen de barrido, garantizan un extraordinario par motor durante la aceleración, con prácticamente ningún rastro de humo. Esto, asociado con la gran capacidad de carga del motor, proporciona una agradable sensación de deportividad y potencia cuando se precisa.

Compacto y robusto

Motor extremadamente compacto teniendo en cuenta su gran volumen de barrido y potencia. Lo compacto es el resultado de la distribución en el extremo posterior que acciona la bomba de inyección de alta presión y los árboles de levas, de un elevado grado de integración de sistemas, de un aftercooler de gran rendimiento, de la adaptación al ambiente marino con muy pocas tuberías, y de un motor completamente simétrico.

El bloque de cilindros y la culata de hierro de fundición rígido, refuerzos escalonados del bloque y ejes equilibradores combinados y la inyección de combustible de control exacto (de hasta tres etapas) proporcionan un excelente confort a bordo con bajos niveles de ruido y vibraciones.

EVC/EC - Conectar y navegar

El EVC Electronic Vessel Control es el último desarrollo en el control del motor en instrumentos para los motores marinos Volvo Penta. Ofrece un alto nivel de integración con la embarcación: para mayor seguridad y suavidad de manejo los mandos de cambio y del acelerador son electrónicos; se incluye una completa gama de instrumentos computerizados de fácil lectura, un display LCD del sistema EVC (opcional) y muchas más cosas, todo lo cual no precisa más que de un solo cable CAN.

El EVC facilita la vida a bordo haciéndola también más segura; ofrece la sincronización de dos motores y nuevas funciones de software como el Volvo Penta Low Speed (opcional), lo

que reduce considerablemente la velocidad de la embarcación en vacío para facilitar las maniobras en zonas estrechas.

El EVC permite la ampliación desde una estación hasta cuatro, desde un tablero de instrumentos clásico a un avanzado sistema de información. El EVC funciona en íntima interacción con el sistema de gestión del motor, ofreciéndole una potencia constante independientemente de la temperatura (desde 5°C a 55°C) del combustible. Este sistema se basa en la última tecnología del automóvil y lleva conectores estancos al agua, por lo que lo único que hay que hacer es conectar y navegar.

Sistema de propulsión completo, adaptado y probado, por un único proveedor

El inversor hidráulico Volvo Penta ha sido desarrollado especialmente con la intención de aumentar el nivel de comodidad a bordo de las embarcaciones.

Asociado con las características del motor D4, el mecanismo de cambios hidráulico y la tecnología de biselado en todo el tren de engranajes, hemos desarrollado un grupo propulsor completo cuando se desea elevado par, fiabilidad operativa y reducción de ruidos y vibraciones.

La combinación de eje de salida en ángulo de 8° junto con las compactas dimensiones consiguen instalaciones óptimas. También disponible en versión V-Drive.

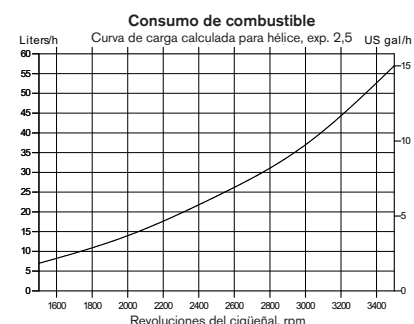
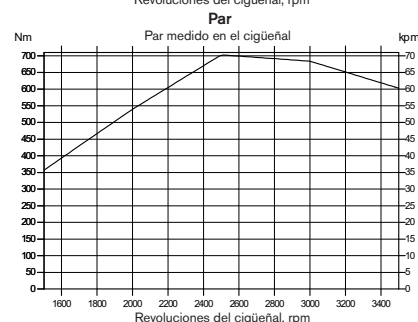
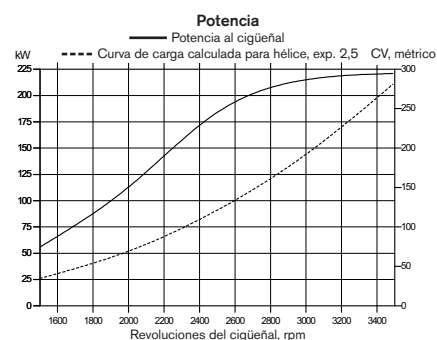
Para aprovechar al máximo las ventajas del sistema EVC, el inversor se ha equipado con válvulas electromagnéticas disponiendo así de cambio eléctrico.

Satisfaciendo nuevos estándares de emisiones de escape

El sistema de inyección common-rail en combinación con la electrónica y un avanzado sistema de combustión introducen nuevos estándares en la minimización de emisiones y partículas nocivas. El motor cumple las exigencias de emisiones de escape IMO NOx, US EPA Tier 2 y EU RCD.



D4-300 con inversor HS63AE



**VOLVO
PENTA**

D4-300

Descripción técnica:

Motor y bloque

- Bloque y culata de hierro de fundición para una buena resistencia a la corrosión y larga duración
- Refuerzos escalonados del bloque y ejes equilibrados combinados
- Tecnología de cuatro válvulas con ajustadores hidráulicos
- Doble árbol de levas en cabeza
- Pistones refrigerados por aceite, con dos aros de compresión y uno de aceite
- Camisas integradas
- Asientos de válvula cambiables
- Cigüeñal de cinco apoyos
- Distribución posterior

Suspensión del motor

- Suspensión elástica

Sistema de lubricación

- Filtro de aceite de paso total y by-pass fácilmente cambiable
- Enfriador de aceite tipo tubular, refrigerado por agua salada

Sistema de combustible

- Sistema de inyección common-rail
- Unidad de control para procesar la inyección
- Filtro fino con separador de agua

Sistema de admisión y escape

- Filtro de aire con cartucho sustituible
- Ventilación del cárter al sistema de admisión
- Codo o deflector de escape
- Turbocompresor refrigerado por agua dulce

Sistema de refrigeración

- Refrigeración por agua dulce de regulación termostática
- Intercambiador de calor tubular con un gran depósito de expansión separado
- Sistema de refrigeración preparado para toma de agua caliente
- Rodete de bomba de agua fácilmente accesible

Sistema eléctrico

- Bipolar, de 12V
- Alternador de 115A adaptado a uso marino con diodos zener para proteger contra aumentos de tensión y integrado regulador de carga con sensor de batería para compensar caídas de tensión
- Fusibles con reajuste automático
- Mecanismo de paro eléctrico

Instrumentos/mandos

- Cuadro completo con interruptor de llave, instrumentos y cuadro alarma bloqueado
- Cuadros de supervisión EVC para instalaciones simples y dobles
- Mando electrónico para acelerador y cambio de marcha

- Conexiones eléctricas del tipo enchufe

Inversor

- Salida decalada y en ángulo de 8° para instalaciones compactas. V-drive disponible.
- Engranajes helicoidales para un funcionamiento más suave a cualquier velocidad
- Embrague de accionamiento hidráulico para cambios suaves
- Cambio de marcha electrónico por válvulas electromagnéticas
- Durante la navegación a vela, el eje de la hélice puede girar durante 24 horas sin que arranque el motor
- Enfriador de aceite refrigerado por agua salada
- Low Speed (opcional)

Accesorios

Una amplia gama de accesorios está disponible. Para más información, consulte el catálogo Accesorios y Piezas de repuesto (www.volvopenta.com).

Contacte a su concesionario Volvo Penta para más información.

No todos los modelos, equipamiento de serie y accesorios están disponibles en todos los países. Las especificaciones pueden modificarse sin previo aviso.

Las especificaciones del motor ilustrado pueden discrepar algo de las de serie.

Datos técnicos

Modelo.....	D4-300 I
Potencia al cigüeñal, kW (CV).....	221 (300)
Potencia al eje de la hélice, kW (CV).....	212 (288)
Revoluciones, rpm.....	3500
Cilindrada, l.....	3,7
Número de cilindros.....	4
Diámetro cilindros/carrera, mm.....	103/110
Relación de compresión.....	17,5:1
Peso en seco con HS63AE, kg.....	559
Ratio HS63AE.....	2,04:1, 1,56:1
Ratio HS63IVE.....	2,48:1, 2,00:1, 1,56:1
Ratio HS80AE.....	2,50:1

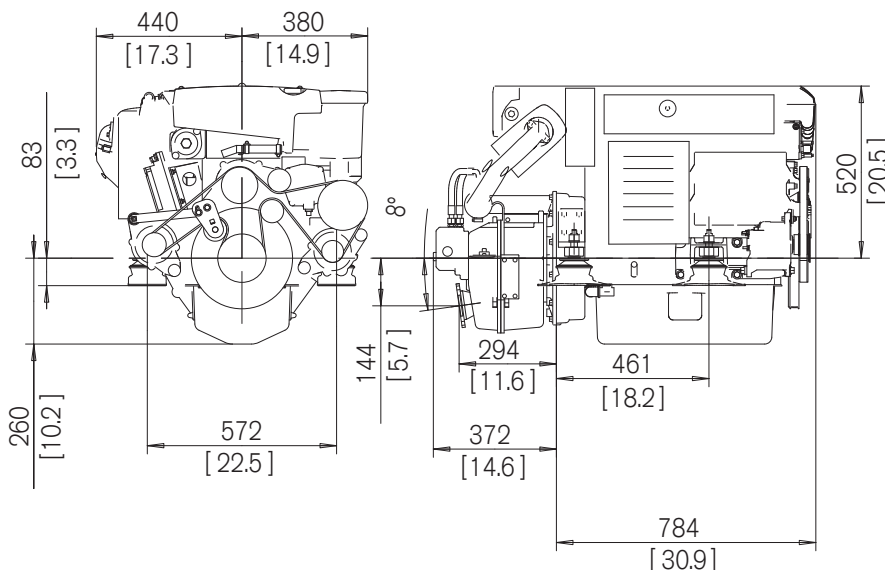
Potencia: R5

Datos técnicos según ISO 8665. El poder calorífico inferior del combustible es de 42.700 kJ/kg y la densidad de 840 g/litro a 15°C. Combustibles comerciales pueden desviarse de esta especificación, lo que influirá la potencia y el consumo de combustible.

El motor cumple las exigencias de emisiones de escape IMO NOx, US EPA Tier 2 y EU RCD.

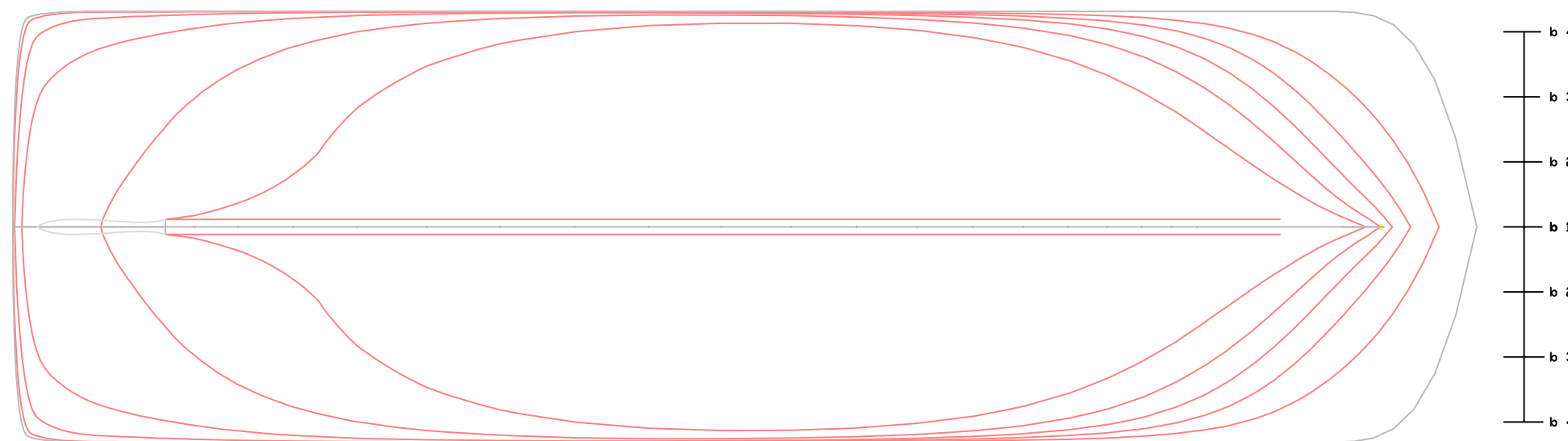
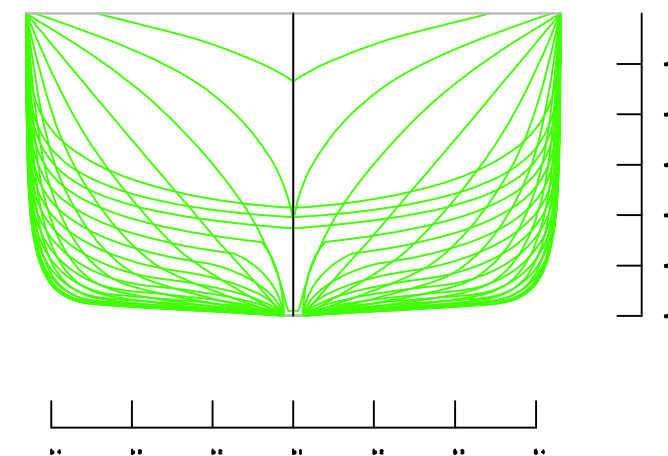
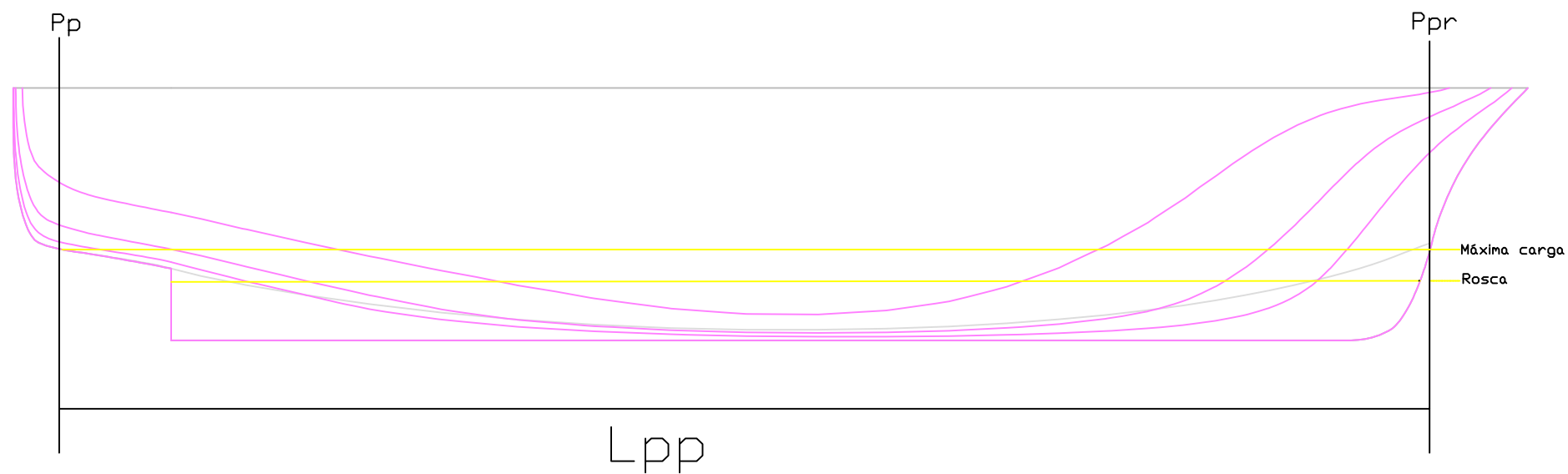
Dimensiones D4-300/HS63AE

No para instalación



VOLVO PENTA

AB Volvo Penta
SE-405 08 Göteborg, Sweden
www.volvopenta.com



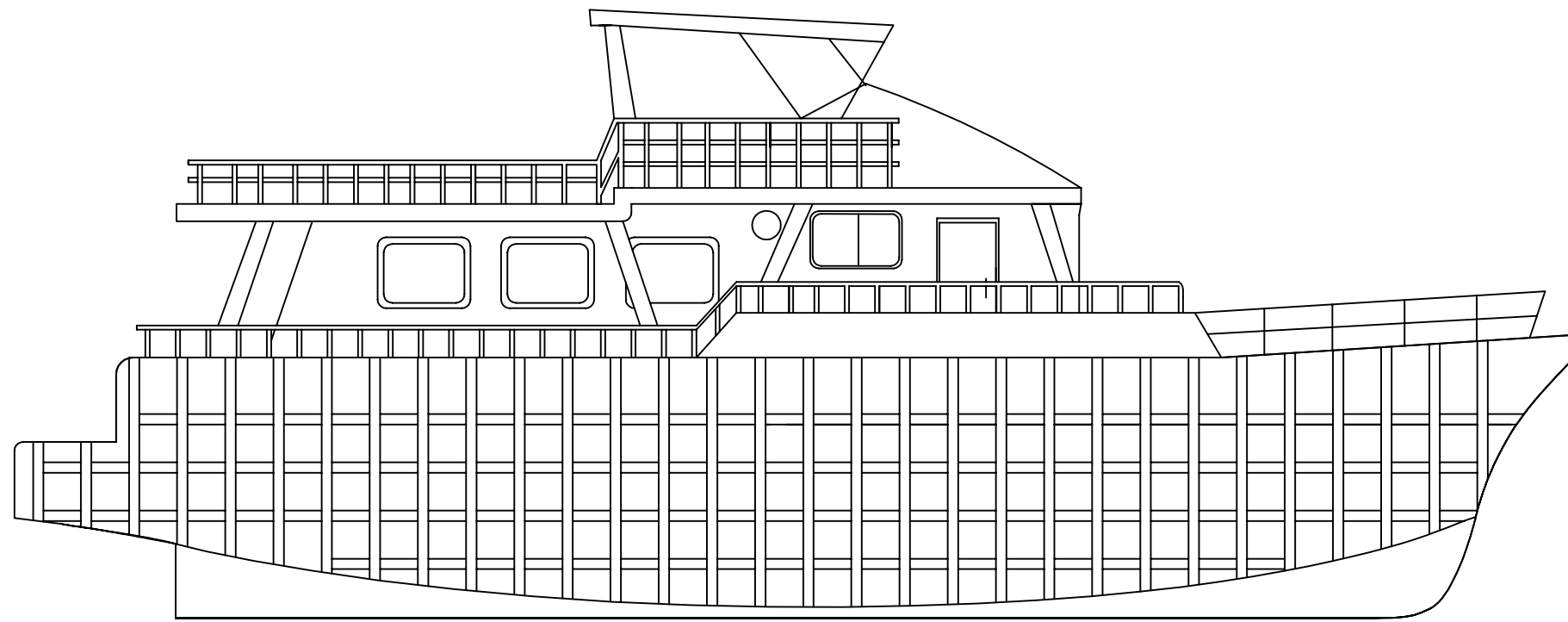
Desplazamiento 52,974 t.
 Volumen carena 51,682 m³
 Calado a línea base 1,08 m
 Eslora en la flotación 16,258 m
 Manga en la flotación 5,228 m
 Superficie mojada 84,88 m²
 Área en el plano de flotación 68,456 m²
 Coeficiente prismático 0,632
 Coeficiente de bloque 0,563
 Coeficiente en la maestra 0,894
 Coeficiente en la flotación 0,805
 XC (desde Pp) 8,56 m
 XF (desde Pp) 7,906 m
 KC 0,638 m
 KG 0 m
 CMt 2,496 m
 CMI 21,023 m
 GMt 3,134 m
 GMI 21,661 m
 KMt 3,134 m
 KMI 21,661 m
 Inmersión (TPc) 0,702 t/cm
 MTc 0,704 t.m



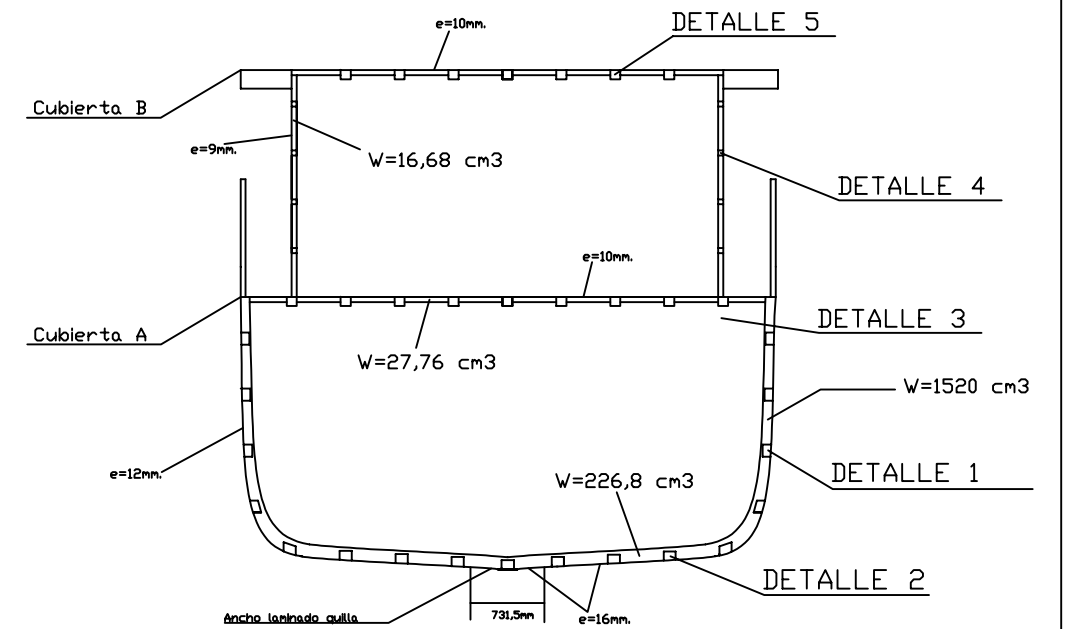
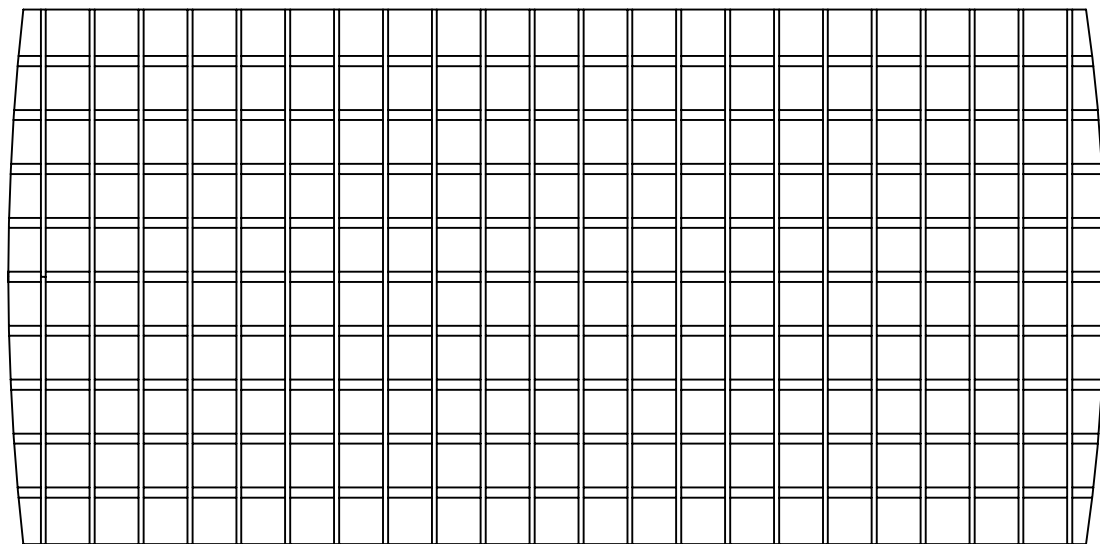
SEPARACIÓN ENTRE CUADERNAS--0.600 m.

Escala 1:75

PLANO DE FORMAS	E.U.I.T.N
EMBARCACIÓN DEPORTIVA A MOTOR DE 18 METROS DE ESLORA PARA CRUCEROS DE ALTURA.	
ALBERTO SÁNCHEZ GONZÁLEZ	PLANO N° 1



CUBIERTA B

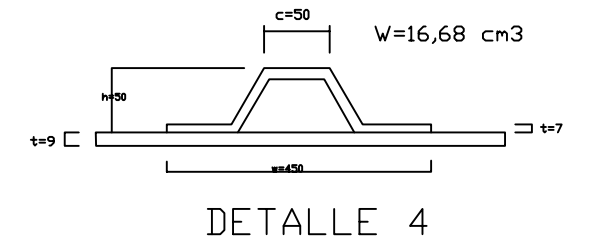
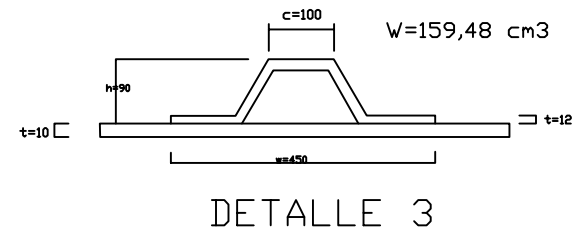
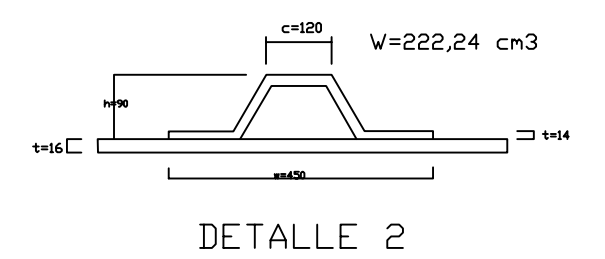
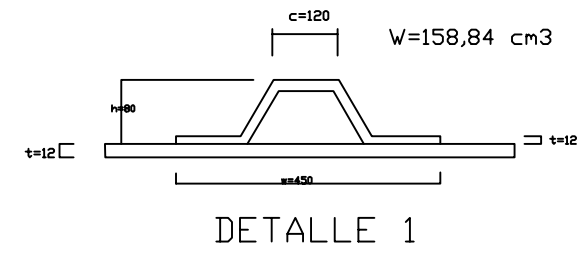
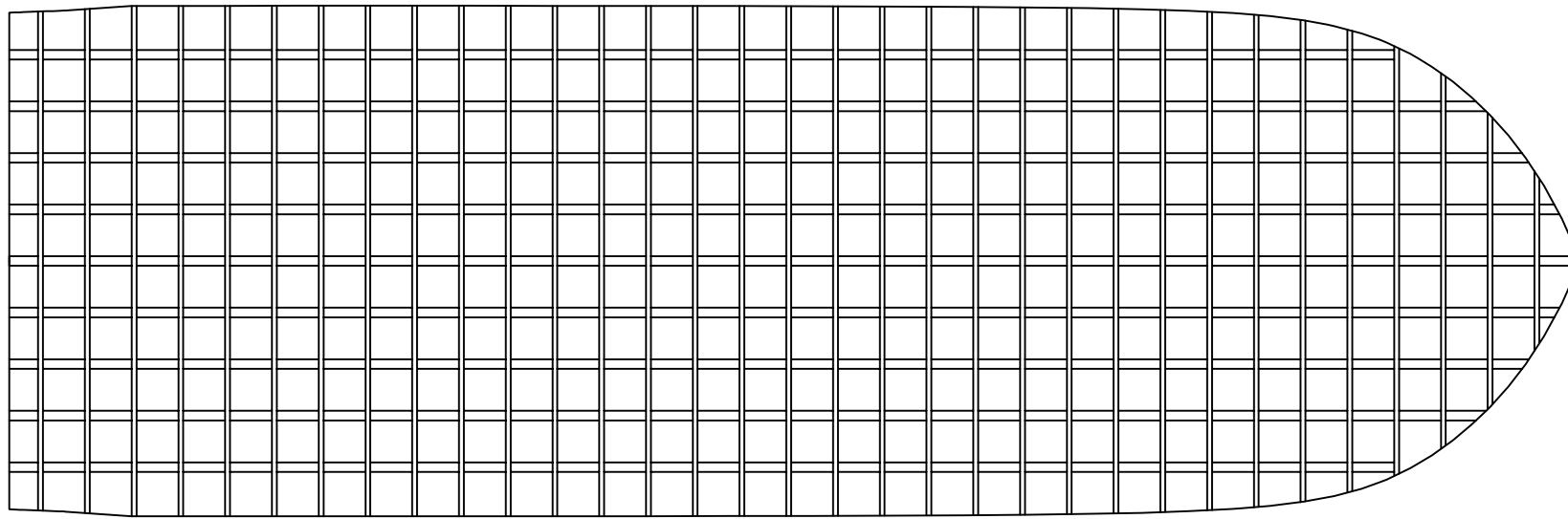


ESLORA TOTAL-----18m.
MANGA MÁXIMA-----5,3m.
PUNTAL-----3m.
SEPARACIÓN ENTRE REFUERZOS--0.435m.

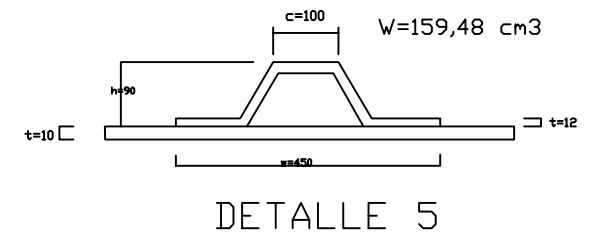
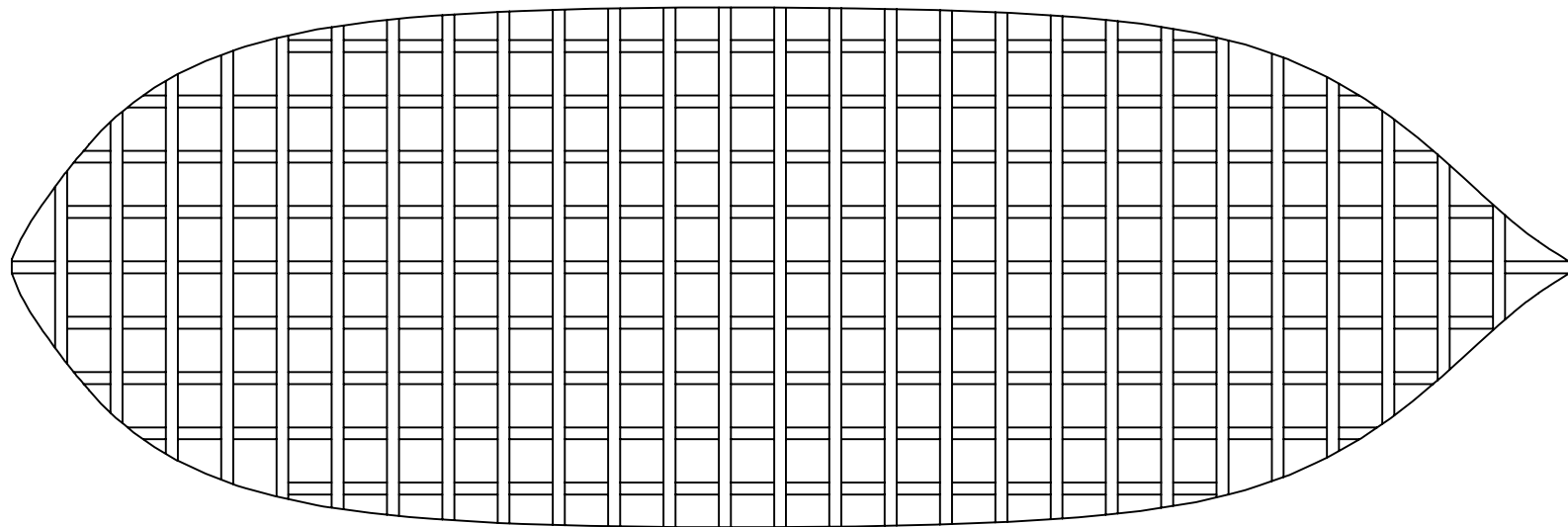
Escala 1:75

PLANO DE REFUERZOS	E.U.I.T.N
EMBARCACIÓN DEPORTIVA A MOTOR DE 18 METROS DE ESLORA PARA CRUCEROS DE ALTURA.	
ALBERTO SÁNCHEZ GONZÁLEZ	PLANO Nº1/2

CUBIERTA A



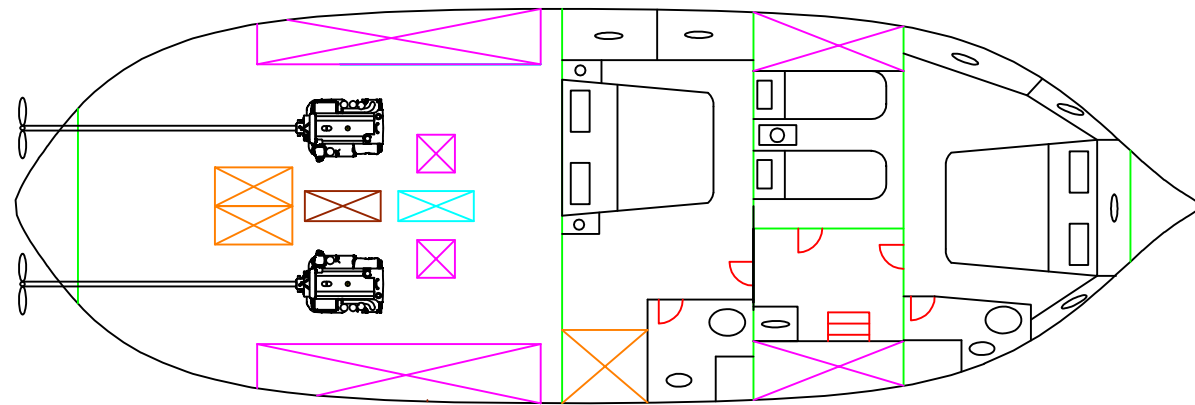
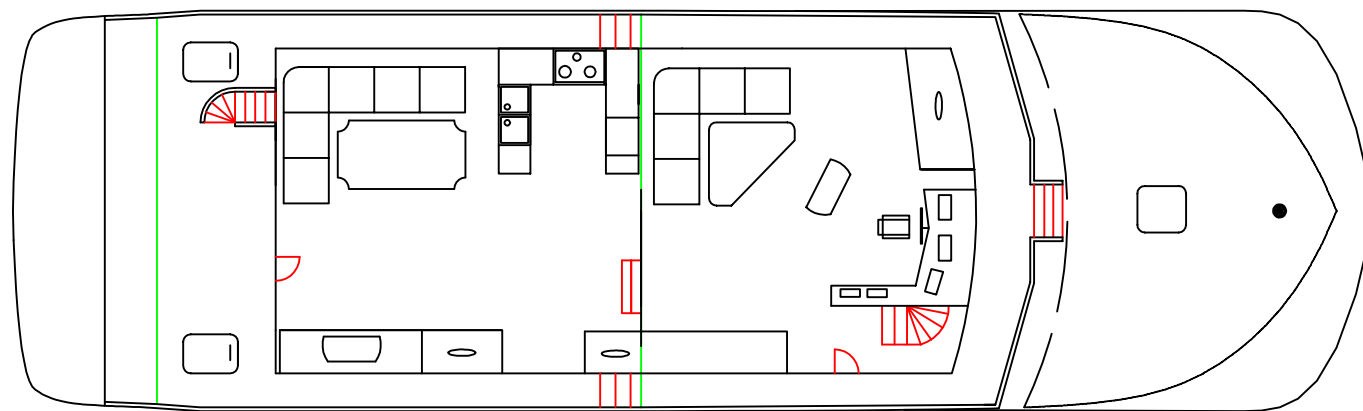
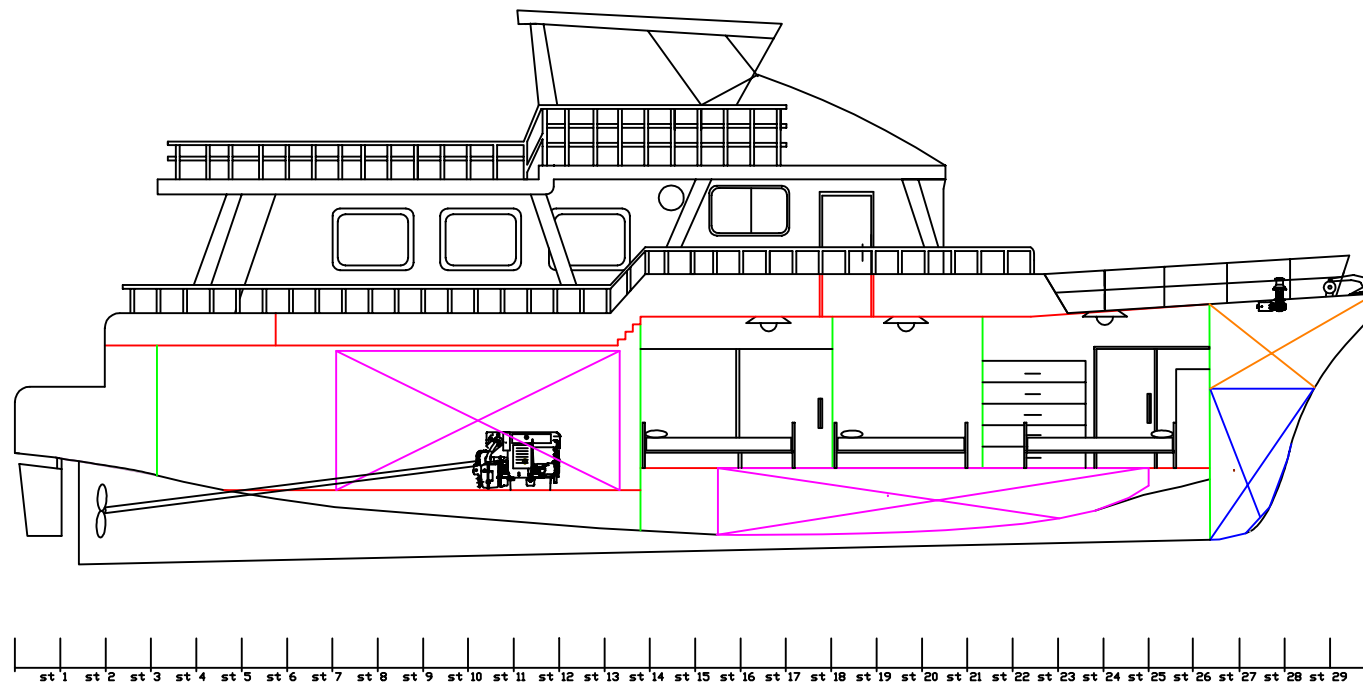
FONDO



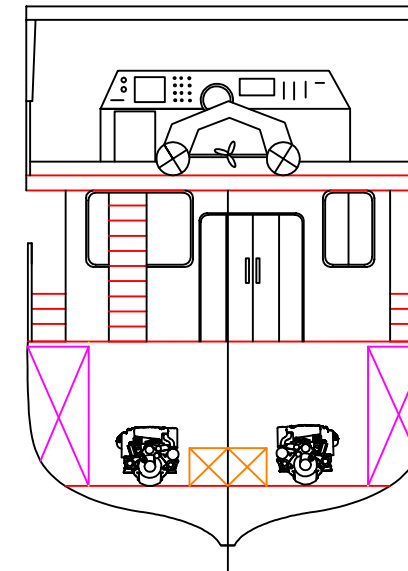
ESLORA TOTAL-----18m.
MANGA MÁXIMA-----5,3m.
PUNTAL-----3m.
SEPARACIÓN ENTRE REFUERZOS--0,435m.

Escala 1:75

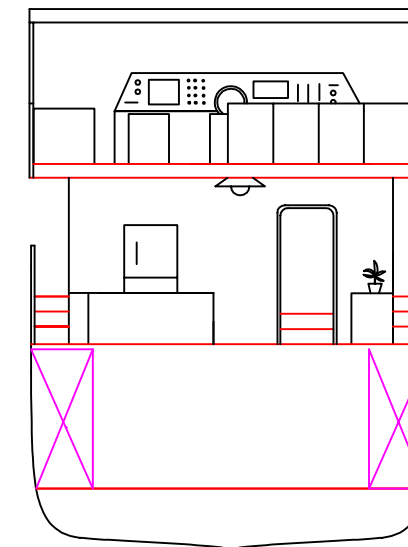
PLANO DE REFUERZOS	E.U.I.T.N
EMBARCACIÓN DEPORTIVA A MOTOR DE 18 METROS DE ESLORA PARA CRUCEROS DE ALTURA.	
ALBERTO SÁNCHEZ GONZÁLEZ	PLANO Nº2/2



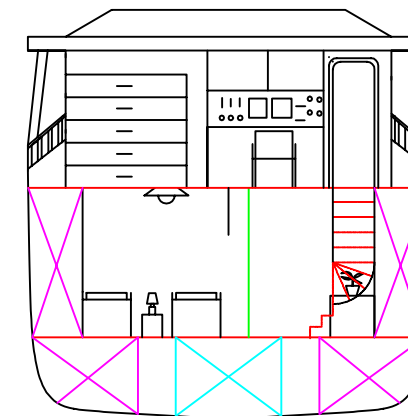
SECCIÓN 5



SECCIÓN 13



SECCIÓN 19

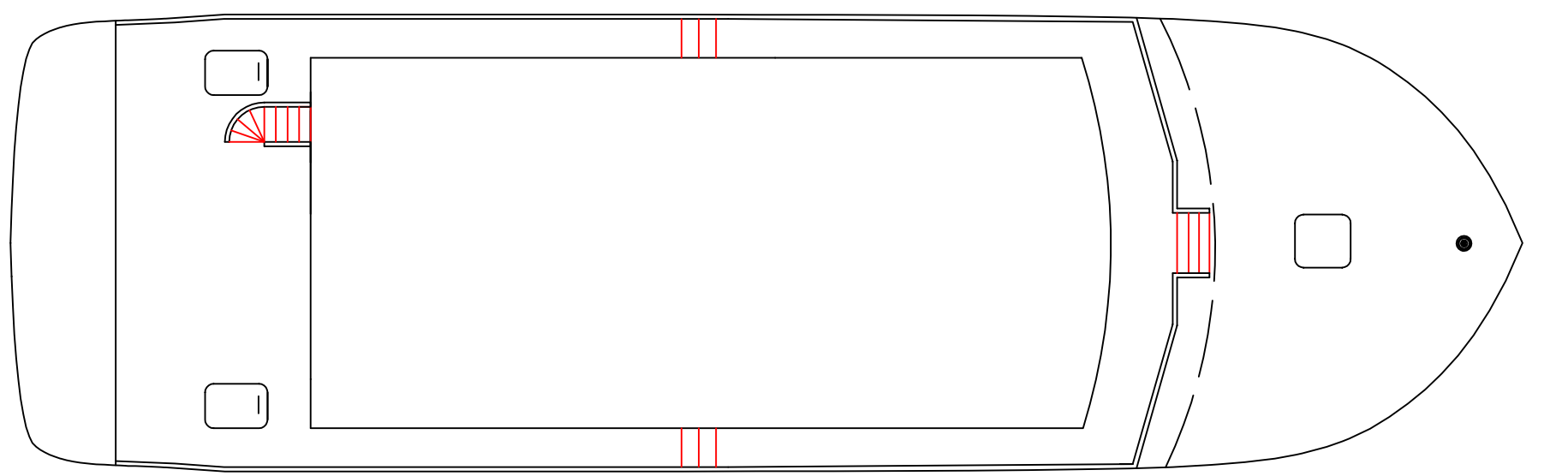
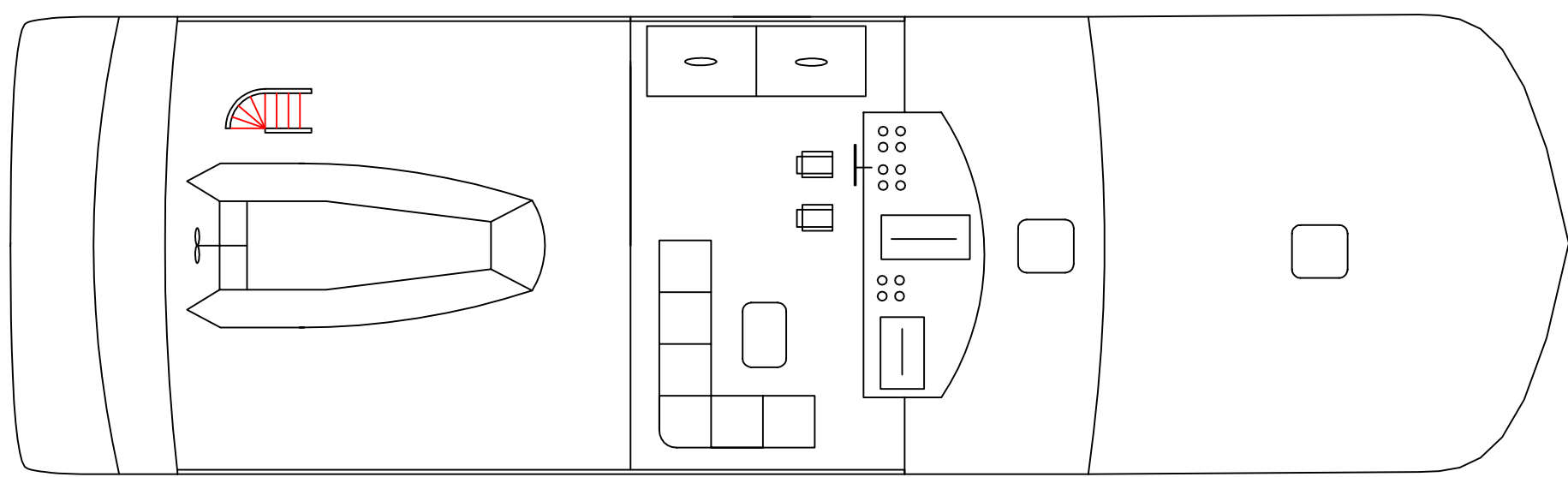
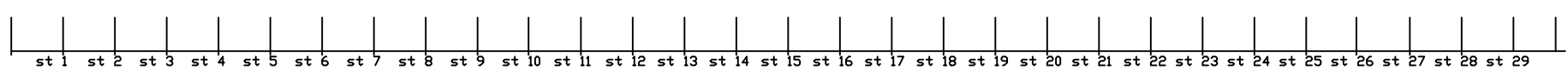
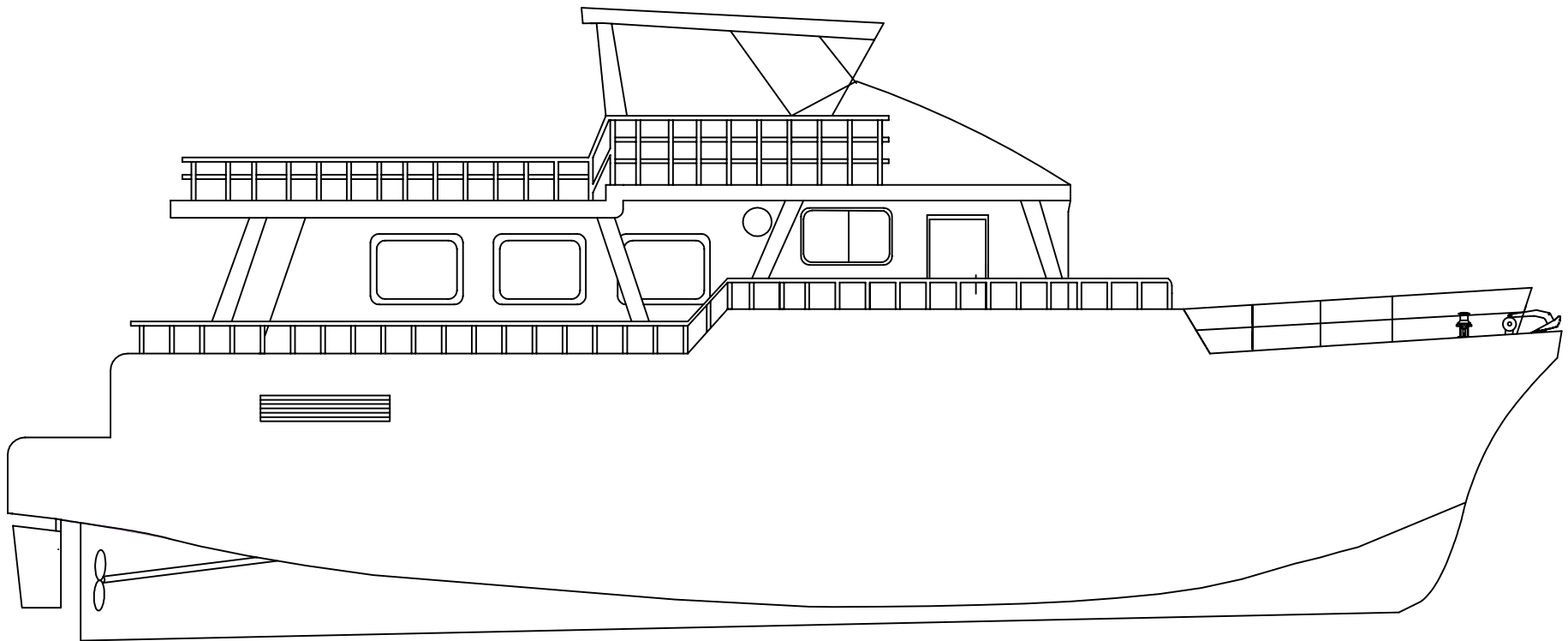


- COMBUSTIBLE
- AGUA LASTRE
- MAMPAROS
- AGUAS RESIDUALES
- AGUA DULCE
- PAÑALES Y OTROS

Escala 1:100

SEPARACIÓN ENTRE CUADERNAS--0.600 m.

PLANO DISPOSICIÓN GENERAL. INTERIORES	E.U.I.T.N
EMBARCACIÓN DEPORTIVA A MOTOR DE 18 METROS DE ESLORA PARA CRUCEROS DE ALTURA.	
ALBERTO SÁNCHEZ GONZÁLEZ	PLANO Nº 3

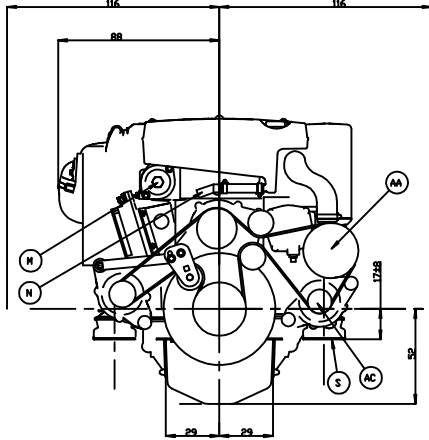


SEPARACIÓN ENTRE CUADERNAS—0.600 m.

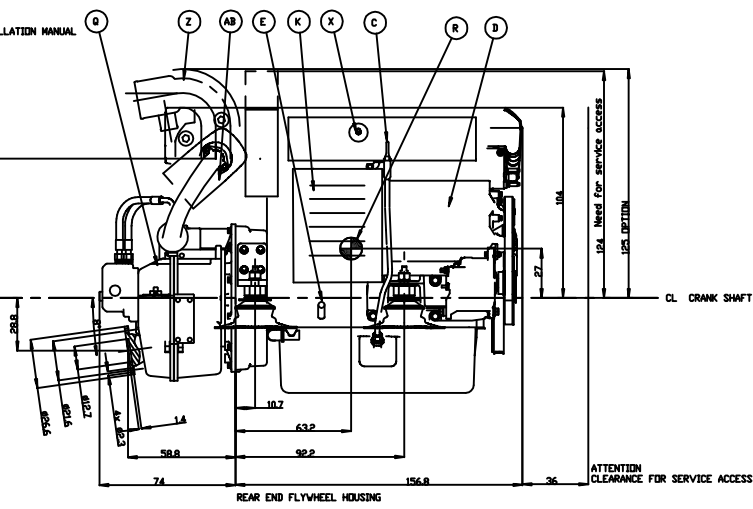
Escala 1:75

PLANO DISPOSICIÓN GENERAL. EXTERIORES	E.U.I.T.N
EMBARCACIÓN DEPORTIVA A MOTOR DE 18 METROS DE ESLORA PARA CRUCEROS DE ALTURA.	
ALBERTO SÁNCHEZ GONZÁLEZ	PLANO Nº 4

RECOMMENDED CLEARANCE FOR SERVICE ACCESS

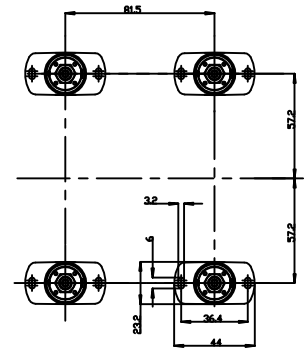
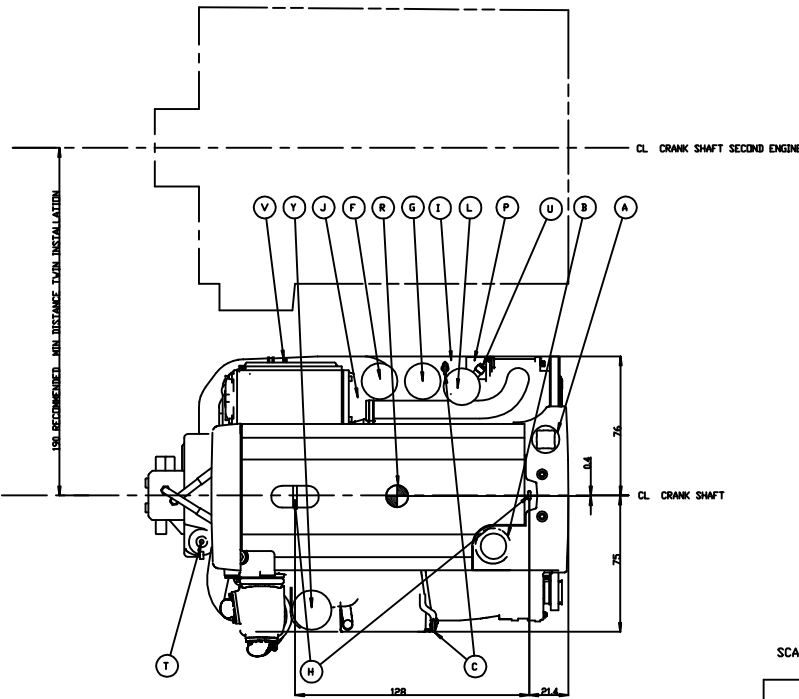
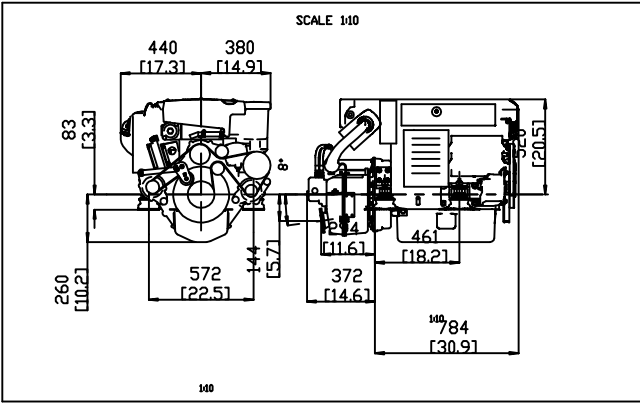


MAX WATER LEVEL - SEE INSTALLATION MANUAL



- (A) WATER FILLER CAP, FRESH WATER
- (B) OIL FILLER CAP, ENGINE
- (C) OIL DIP STICK, ENGINE LEFT OR RIGHT SIDE MOUNTED
- (D) ECU CONTROL UNIT
- (E) OIL DRAIN (WITH PUMP), ENGINE #12.5
- (F) OIL FILTER MAIN
- (G) OIL FILTER BYPASS
- (H) LIFTING EYE
- (I) WATER DRAIN, FRESH WATER
- (J) WATER DRAIN, SEA WATER
- (K) AIR FILTER
- (L) FUEL FILTER
- (M) HOT WATER OUTLET
- (N) HOT WATER INLET
- (P) SEA WATER INLET #38
- (Q) OIL DIP STICK REVERSE GEAR
- (R) CENTRE OF GRAVITY
- (S) ELASTIC SUSPENSIONS 4x
- (T) OIL FILTER AND OIL SUCTION REVERSE GEAR
- (U) FUEL INLET CONNECTION
- (V) FUEL RETURN TO TANK
- (X) ENGINE STOP
- (Y) CRANK CASE VENTILATION
- (Z) EXHAUST RISER # 102 (4") (OPTION)
- (AA) SEA WATER PUMP
- (AB) EXHAUST ELBOW #102 (4")
- (AC) EXTRA ALTERNATOR

SCALE 1/10

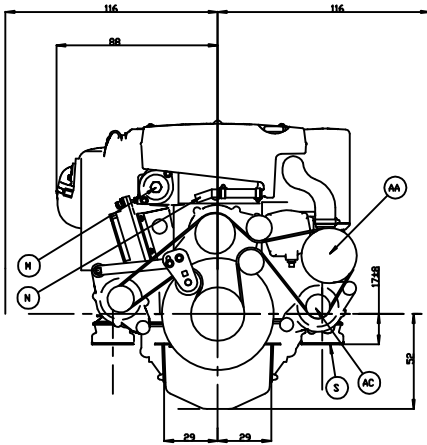


SCALE 1/5

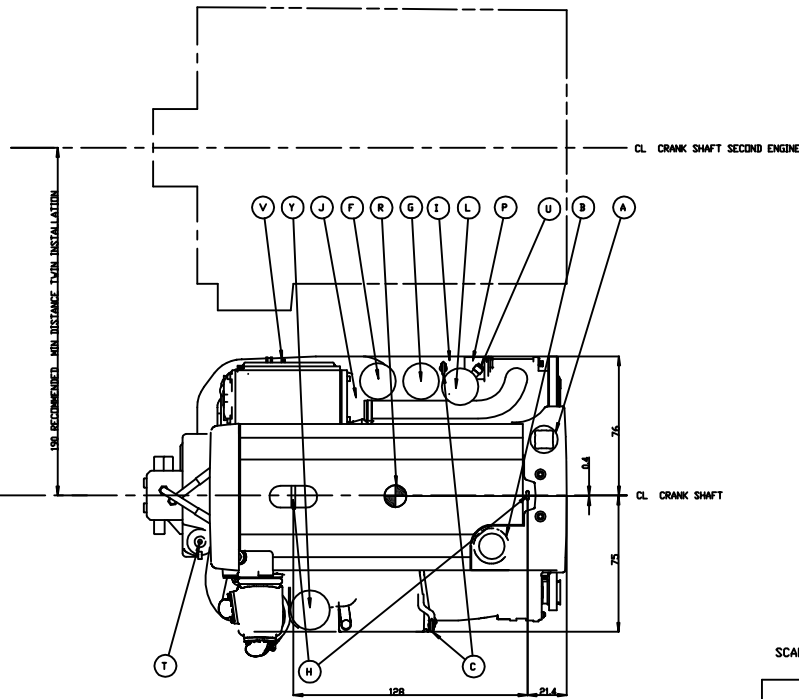
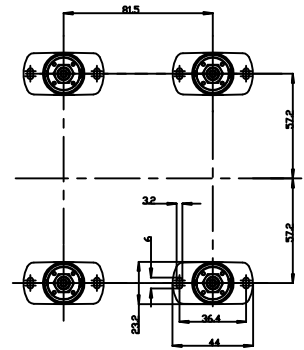
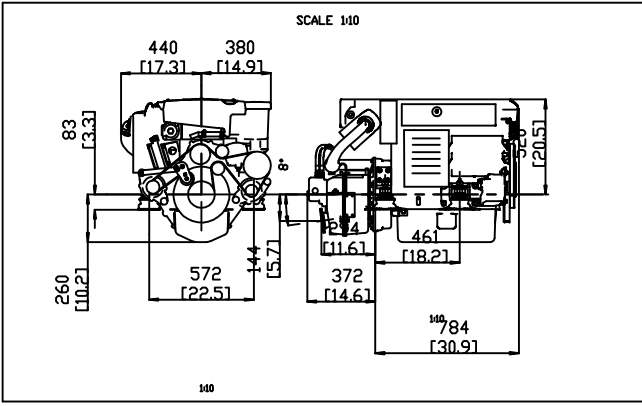
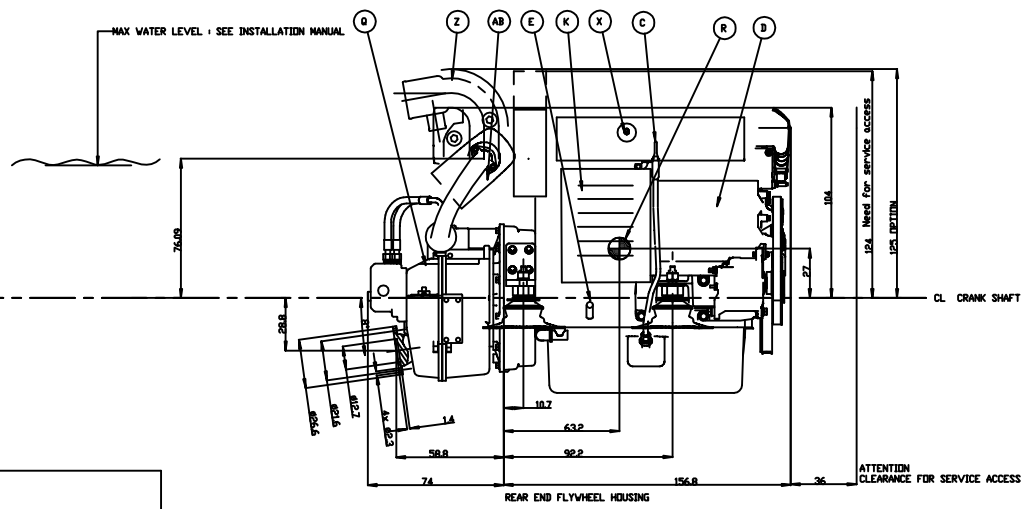
OIL DIP STICK LEFT SIDE STANDARD CAN BE MOVED TO RIGHT SIDE

VOLVO PENTA 3591859	ENGINE D4 / HS63AE
	DIMENSION DRAWING
	101
	101

RECOMMENDED CLEARANCE FOR SERVICE ACCESS



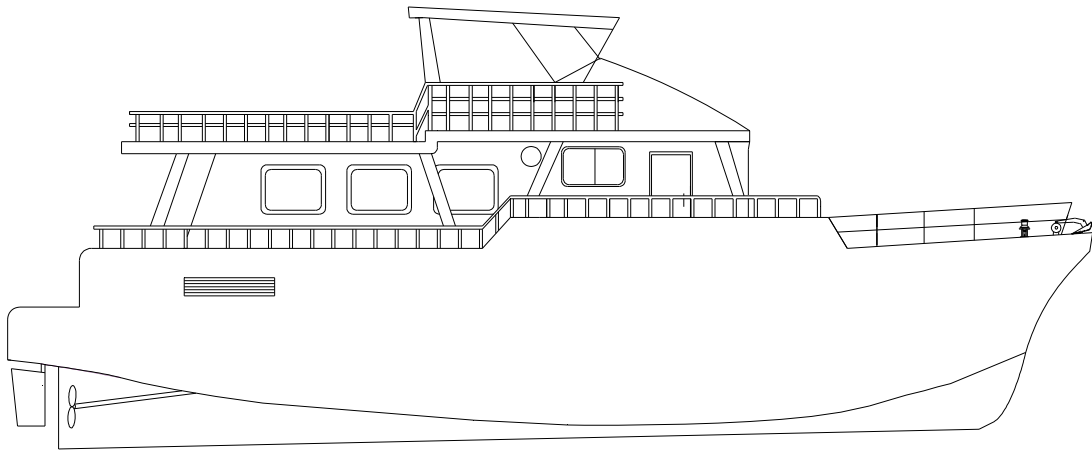
- (A) WATER FILLER CAP, FRESH WATER
- (B) OIL FILLER CAP, ENGINE
- (C) OIL DIP STICK, ENGINE LEFT OR RIGHT SIDE MOUNTED
- (D) ECU CONTROL UNIT
- (E) OIL DRAIN (WITH PUMP), ENGINE #12.5
- (F) OIL FILTER MAIN
- (G) OIL FILTER BYPASS
- (H) LIFTING EYE
- (I) WATER DRAIN, FRESH WATER
- (J) WATER DRAIN, SEA WATER
- (K) AIR FILTER
- (L) FUEL FILTER
- (M) HOT WATER OUTLET
- (N) HOT WATER INLET
- (P) SEA WATER INLET #38
- (Q) OIL DIP STICK REVERSE GEAR
- (R) CENTRE OF GRAVITY
- (S) ELASTIC SUSPENSIONS 4x
- (T) OIL FILTER AND OIL SUCTION REVERSE GEAR
- (U) FUEL INLET CONNECTION
- (V) FUEL RETURN TO TANK
- (X) ENGINE STOP
- (Y) CRANK CASE VENTILATION
- (Z) EXHAUST RISER # 102 (4") (OPTION)
- (AA) SEA WATER PUMP
- (AB) EXHAUST ELBOW #102 (4")
- (AC) EXTRA ALTERNATOR



OIL DIP STICK LEFT SIDE STANDARD CAN BE MOVED TO RIGHT SIDE

SCALE 1:5

MANUAL DEL PROPIETARIO



ATENCIÓN

Este manual ha sido creado para ayudarle a utilizar su embarcación con satisfacción y seguridad. Contiene los detalles de la embarcación, del equipo suministrado o montado, de sus instalaciones y las informaciones relativas a la utilización y mantenimiento. Léalo atentamente y familiarícese con la embarcación antes de utilizarla.

Si esta es su primera embarcación o si ha cambiado a una embarcación con la que no este familiarizado, asegúrese, por su comodidad y seguridad, de conseguir experiencia en su manejo y utilización antes de tomar el mando de la embarcación. Su vendedor, su federación náutica o su club náutico estarán encantados de aconsejarle sobre las escuelas de navegación locales o los instructores competentes.

GUARDE ESTE MANUAL EN LUGAR SEGURO Y EN CASO DE VENTA TRASPASELO AL NUEVO PROPIETARIO.

En este manual encontrará avisos de peligros de distintos grados:

-PELIGRO: Denota la existencia de un peligro extremadamente grave con gran probabilidad de terminar en muerte o en lesiones irreparables si no se toman las medidas necesarias.

-ADVERTENCIA: Denota la existencia de un peligro que podría provocar lesiones o muerte si no se toman las medidas necesarias.

-ATENCIÓN: Denota un recordatorio de las medidas de seguridad o llama la atención sobre las prácticas peligrosas que podrían provocar lesiones a las personas o dañar la embarcación o sus componentes.

INDICE

1. CERTIFICACIÓN Y HOMOLOGACIÓN

2. IDENTIFICACIÓN DE LA EMBARCACIÓN. DIMENSIONES PRINCIPALES

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

2.2. DIMENSIONES PRINCIPALES

2.3. DESPLAZAMIENTO DE LA EMBARCACIÓN

2.4. CONSTRUCCIÓN

2.5. LA CUBIERTA EXTERIOR

2.6. LOS INTERIORES

3. SISTEMAS Y SERVICIOS

3.1. SERVICIO DE AGUA DULCE Y DE MAR

3.2. AGUAS GRISES Y NEGRAS

3.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.4. MOTOR E INSTALACIÓN DE COMBUSTIBLE

3.5. SISTEMA DE GOBIERNO

3.6. SISTEMA DE GAS BUTANO

4. SEGURIDAD

5. MANTENIMIENTO E INVERNAJE

1. CERTIFICACIÓN Y HOMOLOGACIONES

La embarcación ha sido diseñada y construida acorde con las Directivas Comunitarias (CE) relativas a la **Categoría de Diseño A** lo que la define como una embarcación para viajes largos en los que los vientos pueden superar la fuerza 8 de la escala Beaufort, y las olas la altura significativa de 4 metros o más quedando excluidas las situaciones anormales y que son embarcaciones autosuficientes en gran medida..

El constructor ha sometido a esta embarcación a un “EXAMEN CE DE TIPO” (Módulo B) por el Organismo Notificado EUROCONTROL.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMBARCACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La embarcación es una embarcación a motor diseñada y equipada para navegaciones largas en cruceros costeros y oceánicos de altura.

2.2. DIMENSIONES PRINCIPALES

Eslora total	18 m.
Eslora en la flotación	16,297 m.
Manga máxima	5,3 m.
Calado a plena carga	1,35 m.
Desplazamiento en rosca	24537,85 Kg.
Desplazamiento en lastre	28000 Kg.
Desplazamiento a máxima carga	52820,85 Kg.
Lastre fijo	3462 Kg.
Motor	2 x 300 Hp (Volvo Penta)
Capacidad combustible	18885,5 litros
Capacidad de agua potable	4500 litros.
Tripulación máxima	6 personas

2.3. DESPLAZAMIENTO DE LA EMBARCACIÓN

Desplazamiento en rosca	24537,85 Kg.
Desplazamiento a plena carga	52820,85 Kg.
Carga máxima permitida	28283 Kg.

Cuando se navegue en condiciones mínimas operativas será necesario lastrear el pique de proa para conseguir un asiento y calados razonables. Los dos tanques de lastre situados en esta zona se cargarán aproximadamente entre un 98 % y un 75% según la mínima carga de la que se disponga.

2.4. CONSTRUCCIÓN

Casco, Cubierta y Superestructura construida en PRFV (plástico reforzado con fibra de vidrio) siguiendo las reglas del Lloyd's Register of Shipping. El casco es construido con estructura monolítica, excepto los mamparos que son construídos con estructura tipo "sándwich".

La unión del casco con cubierta atornillada y pegada.

Candeleros, púlpitos de proa y de popa construidos en acero inoxidable.

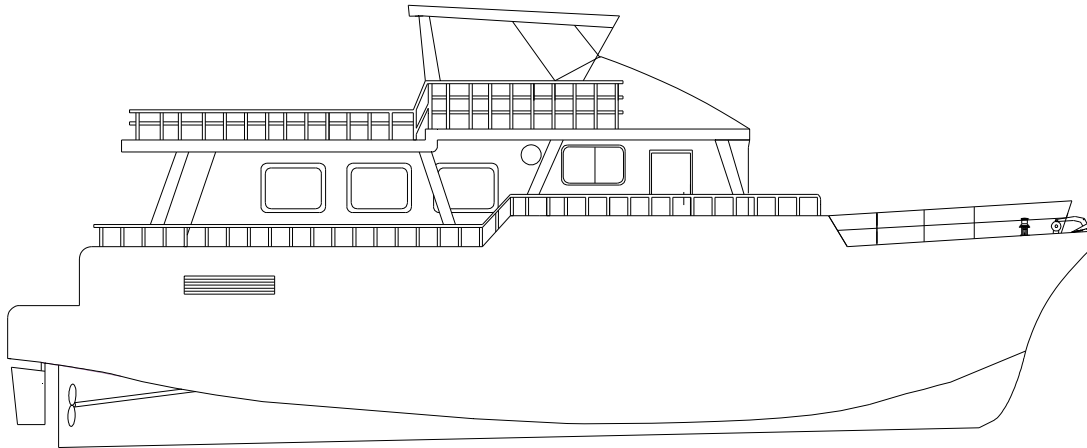
Asideros en cubierta de madera de teca.

La cubierta está laminada con gel coat y antideslizante incluido en molde. Tiene integrada base para portillos, escotillas, winches y otros componentes de la maniobra.

Quillote para asegurar navegabilidad y estabilidad, así como la maniobrabilidad de la embarcación.

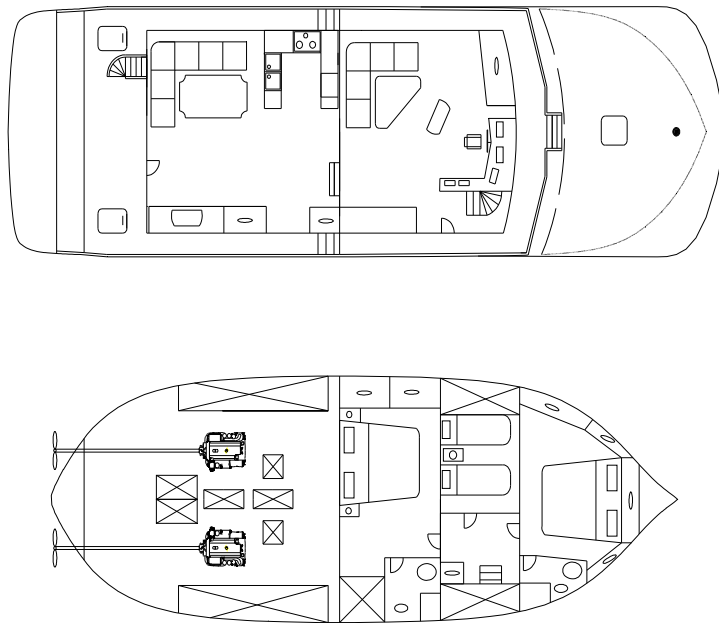
La construcción de la embarcación se ha realizado siguiendo todas las exigencias europeas de calidad en cuanto al almacenaje y conservación de los materiales, herramientas y útiles a utilizar y métodos y secuencia de laminado manual. El cumplimiento de dichas normativas garantiza la durabilidad de la embarcación, siempre y cuando se sigan las instrucciones de mantenimiento descritas en este manual.

2.5. LA CUBIERTA EXTERIOR



- En la cubierta alta se encuentran la bañera y el puente de gobierno, a donde se accede a través de una escala situada en la bañera y que conecta directamente con el nivel inferior. La prevención de la caída por la borda se realiza gracias a las barandillas de acero inoxidable dispuestas en las dos cubiertas.
- El embarque se realizará por los costados gracias a los 2 guardamancebos desmontables situados en la zona central. Esta zona se emplea también para el embarque desde el agua utilizando una escala de gato que puede fijarse en dicha posición.
- Llevará en crujía, a proa, un molinete de acción eléctrica y manual.
- Desde el exterior se podrá acceder al interior de la habitación por popa o bien por una puerta situada en proa y que conecta directamente con el salón-puente de gobierno.
- Se dispondrán superficies antideslizantes en todas las zonas de trabajo.
- A popa, en la cubierta principal, se situarán dos escotillas con cierre estanco para acceder directamente a la cámara de máquinas.

2.6. LOS INTERIORES



- Fácil acceso a la mesa de cartas desde la entrada principal situada en popa.
- A proa de esta se situará la cocina, que conectará con el salón-puente de gobierno a través de una escalera situada a proa.
- Desde el salón-puente de gobierno se accederá al nivel inferior a través de una escalera situada a estribor. Esta conectará directamente con un recibidor desde el cual, se podrá acceder a cualquiera de los tres camarotes.
- Se dispondrán dos aseos tanto en el camarote de los invitados (a proa de cámara de máquinas), como en el camarote del armador (a proa de la embarcación).
- Los motores, generadores y demás equipos principales se encuentran dentro de la sala de máquinas situada a popa del camarote de los invitados y por debajo del salón-cocina situado en el nivel superior.

Embarcación deportiva a motor para cruceros de altura de 18 metros de eslora.

- Tanto en la sala de máquinas, como por debajo del suelo del nivel inferior de habitación se dispondrán los tanques de combustible y agua potable. También se dispondrán dos tanques de combustible verticales situados en los costados del camarote central, así como otros dos tanques de lastre en el pique de proa de la embarcación.
- Los equipos del sistema de aguas negras y grises (bomba de vacío y tanque séptico) irán situados también en cámara de máquinas.
- Bajo el suelo del cuarto de baño de popa se encuentran las unidades de vacío.

2.7. ABERTURAS DE CUBIERTA

- Todas las aberturas practicadas en cubierta son completamente estancas y deben mantenerse cerradas cuando las condiciones de navegación lo requieren
- Los portillos de proa, situados sobre la cabina dan luz y ventilación a la cabina principal y al camarote del armador. Los portillos de lateral de cabina combinados con los superiores generan una corriente de aire que mantiene un ambiente confortable.
- Los camarotes de popa tienen también portillos practicables

3. INSTALACIONES Y SERVICIOS

3.1. SISTEMA DE AGUA DULCE

La embarcación posee un tanque estructural de P.R.F.V. de agua dulce con capacidad para 4500 litros. Dicho tanque está situado bajo el suelo de los camarotes más a popa en línea de crujía. El llenado de los tanques se realiza a través de una toma estanca en la cubierta, junto a la regala de babor. La bomba de agua está situada bajo el suelo en la zona central. Existe un tanque hidróforo que, junto con la bomba mantiene la presión del circuito en todo momento.

PRECAUCIONES:

- Cuando esté llenando el tanque de agua dulce, vigile el nivel y no deje desatendida la embarcación.
- Si tiene que manipular la bomba por algún motivo, asegúrese de que el interruptor del cuadro de instrumentos está desconectado.
Para evitar daños en la bomba, procure no hacerla funcionar en vacío (rellenar el tanque lo antes posible).

3.2. SISTEMA DE AGUAS GRISES Y NEGRAS

La embarcación cumple con la normativa en vigor: ORDEN FOM/1144/2003 de 28 de Abril sobre el sistema de retención de aguas sanitarias. Para lo cual posee un tanque de aguas sucias con capacidad suficiente para retener las aguas sucias generadas por 6 personas a razón de 4 litros por persona y día. Dichos tanques poseen sendas tomas de conexión en cubierta para su vaciado en puerto.

PRECAUCIONES

- Para un correcto mantenimiento debe operar con asiduidad las válvulas pasacascos (grifos de fondo).
- Cuando abandone la embarcación por un periodo prolongado debe dejar todos los pasacascos en posición de cerrado.
- Debemos mantener siempre limpio de objetos sólidos el pocete de sentina, de manera que se evite cualquier posibilidad de atasco de ésta.
- En caso de navegación con mal tiempo, es recomendable cerrar los desagües de los lavabos.
- Respete la legislación de medio ambiente y no realice vertidos contaminantes al mar.

3.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema principal eléctrico está formado por:

- Corriente continua 12 v suministrado por 4 baterías de servicio de 150 Ah cada una y 2 baterías para el arranque del motor y generador.
- Corriente alterna de 110 v mediante un generador diesel y a través de corriente de puerto y un transformador 220/110 v.

PRECAUCIONES

- No manipule el sistema eléctrico, puede ser peligroso para usted y para la embarcación.
Consulte con un profesional para realizar cualquier ampliación o modificación del sistema eléctrico.
- Vigile siempre el estado de carga de las baterías y cuando el voltímetro marque menos de 11.5 V debe arrancar el motor para permitir la recarga. Si permanece fondeado con el motor apagado puede quedarse sin carga suficiente en las baterías como para arrancar el motor.
- Realice un mantenimiento periódico de la batería y de los bornes.
- Sustituya las baterías cuando haya pasado el tiempo recomendado por el fabricante o cuando detecte que se descarga con rapidez.
- Lleve siempre a bordo repuestos de bombillas y fusibles.
- Sustituya siempre los fusibles por otros del mismo amperaje.
- No instale ni cambie aparatos por componentes que sobrepasen el amperaje nominal del circuito.
- No maneje los desconectores cuando el motor se encuentra en funcionamiento.
- No deje la embarcación con el sistema eléctrico activado sin atender.

3.4. INSTALACIÓN DE COMBUSTIBLE

Los tanques de combustible principales se encuentran situados debajo del suelo de los camarotes y en los costados de cámara de máquinas. También se dispondrán dos tanques laterales verticales en los costados a babor del camarote central y a estribor del recibidor. Se trata de siete tanques estructurales fabricados en P.R.F.V. y con una capacidad de 18885,5 litros.

Gracias a su ubicación contigua con la sala de máquinas la conexión con el sistema de combustible del motor es directa con los tanques de cámara de máquinas, siendo necesario un sistema de conexión indirecto con el resto de tanques. El sistema de combustible posee entre otros, una válvula de cierre rápido a la salida del tanque en la entrada de la cámara de máquinas.

El llenado del tanque se realiza a través de una toma estanca situada en la zona central de la cubierta principal.

3.5. SISTEMA DE CONTROL REMOTO DEL MOTOR

La palanca de control o “morse”, está situada en bañera y sirve para controlar el avance de la embarcación. Cuando la palanca se encuentra en posición vertical, el motor se encuentra desembragado de la hélice y al relentí. Al empujar la palanca hacia delante el motor se acelera. Para hacer girar la hélice es necesario pulsar el **botón de embrague** lateral izquierdo de la palanca y empujar ésta hacia delante, para hacer avanzar la embarcación, o hacia atrás y haremos retroceder a la embarcación. Gracias al botón de embrague, tenemos la seguridad de que si por accidente golpeamos la palanca estando esta en punto muerto, el motor se acelerará pero la hélice no girará.

PRECAUCIONES

- Antes de arrancar el motor lea atentamente las instrucciones del fabricante.
- Realice el mantenimiento y control según recomendaciones del fabricante.
- No salga a navegar si sospecha o detecta cualquier anomalía en el motor.
- Lleve siempre a bordo los recambios mínimos necesarios (correa distribución, aceite, etc..)
- Mantenga siempre en buenas condiciones las rejillas de ventilación del motor.
- Haga un chequeo periódico del filtro de gasoil y elimine el agua que pueda tener.
- Durante la operación de llenado de gasoil, mantenga el motor y los circuitos eléctricos apagados.
- En caso de que se realice algún pequeño vertido de gasoil sobre la embarcación debe limpiarlo inmediatamente para evitar caídas peligrosas.
- Antes de navegar vigile los niveles de agua, aceite y gasoil.
- Recuerde que el bloque del motor puede alcanzar altas temperaturas, por lo que deberá extremar las precauciones en caso de que tenga que realizar cualquier mantenimiento en él.
- Las reparaciones del motor deben ser realizados por personal cualificado por el fabricante de este.

3.6. SISTEMA DE GOBIERNO

La rueda de gobierno Jefa 1,90, está laminada en fibra de carbono e integrada en un pedestal hecho en composite. La transmisión se realiza mediante guardines de cadena y cable. Sector de aluminio y rodamientos de agujas siendo el inferior autoalineable.

PRECAUCIONES

- Realice un mantenimiento adecuado del sistema de gobierno.
- No salga a navegar si sospecha o detecta cualquier anomalía en el sistema de gobierno.

3.7. SISTEMA DE GAS BUTANO.

El sistema de gas butano está formado por los siguientes elementos:

- Cocina de gas marina.
- Tubería homologada de gas.
- Botella de gas con válvula de corte. Situada en el exterior en un tambucho estanco. La botella no se suministra con la embarcación.
- Ventilación tambucho del butano.
- Detector de gases situado en bajo cubierta en la zona de la cocina. Dicho detector de gases tiene una alarma acústica con repetidor en la bañera e interior.

PRECAUCIONES

- Cierre las válvulas de corte una vez haya utilizado la cocina.
- Mantenga mucha precaución cuando utilice la cocina y tenga en cuenta que aunque la embarcación se encuentre quieta, fondeada o atracada puede verse sometido a bruscos e inesperados movimientos que podrían ocasionar vertidos y quemaduras a la tripulación y a la embarcación.
- Haga un correcto chequeo y mantenimiento de la instalación.
- Sustituya las gomas de gas antes de que llega la fecha de caducidad escrita en ella.
- No fume cuando realice operaciones con el sistema, especialmente al sustituir la botella de gas.
- Mantenga siempre bien estibada la botella y evite que sufra golpes.
- No guarde botellas de repuesto en el interior de la embarcación.
- Haga un correcto mantenimiento y chequeo del detector de gases.

4. SEGURIDAD

La embarcación posee una categoría de diseño A, lo que significa que cumple con todos los requerimientos europeos de diseño seguro para viajes largos en los que los vientos pueden superar la fuerza 8 de la escala Beaufort, y las olas, la altura significativa de 4 metros o más.

LA EMBARCACIÓN **NO** SE VENDE APTA PARA NAVEGAR. Antes debe obtener un Certificado de Navegabilidad, para lo cual deberá equipar la embarcación con los equipos de seguridad exigidos en función de la Zona de Navegación en la que pretenda inscribir su embarcación, tales como chalecos salvavidas para los tripulantes, bengalas y señales, botiquín de primeros auxilios, etc.. El vendedor o representante estará encantado de informarle del equipamiento mínimo necesario para obtener dicho certificado.

Recuerde que para utilizar esta embarcación debe estar en posesión del título de Patrón correspondiente a la eslora de la embarcación y a la zona de navegación.

5. MANTENIMIENTO E IVERNAJE GENERAL

Es aconsejable realizar una labor de inspección y mantenimiento del barco durante los períodos de inactividad. Todos los equipos del barco son susceptibles de fallar por desgaste. Aquí se detallan brevemente unas instrucciones que pueden resultar útiles para el mantenimiento y cuidado de su barco.

CASCO Y CUBIERTA

Deben evitarse las ralladuras y golpes en los laminados, principalmente en el gelcoat. Cualquier grieta puede ir aumentando por el efecto de vibraciones, humedad, esfuerzos o variaciones de temperatura con el consiguiente deterioro de la embarcación y más en concreto del laminado interno.

Mantenga limpia la capa de gelcoat de la embarcación con productos recomendados que no dañen la superficie. No utilice productos abrasivos ni que contengan cloro.

Existen pulimentos que pueden hacer desaparecer las manchas. No utilice agua a presión caliente y en caso de utilizar agua fría no acerque la máquina más de lo necesario.

Utilice un cubrimiento para su barco durante los períodos de inactividad, puesto que las exposiciones prolongadas al sol son perjudiciales.

En caso de desperfectos del laminado, consulte a un técnico antes de iniciar cualquier acción.

ACCESORIOS DE CUBIERTA

Mantenga limpios todos los herrajes de cubierta, para proteger del óxido. Es recomendable lavar la cubierta con agua dulce regularmente. Se pueden quitar las pequeñas ralladuras con lija fina de agua y un pulimento sin siliconas.

Revise el funcionamiento de los winches. Es conveniente limpiarlos y lubricarlos al menos una vez al año.

Limpie los cristales de los portillos y revise el estado de todas las aberturas de la cubierta.

GOBIERNO

Revise todo el sistema de gobierno cada vez que salga a navegar. Compruebe la holgura de la mecha los cojinetes del timón. Verifique el buen funcionamiento del mecanismo de gobierno.

INTERIOR

Mantenga el interior de su barco limpio. Compruebe que no hay restos de comida o demasiada humedad. Vigile las entradas de agua, saque la tapicería y seque las maderas. Es recomendable el uso de un deshumidificador.

Desmonte partes del mobiliario y revise el estado de los pernos u otras zonas estructuralmente importantes.

Controle el estado de las baterías siguiendo los consejos anteriores.

Compruebe el estado de filtros, mangueras, abrazaderas y llaves de paso.

Revise las válvulas y las tuberías.

MOTOR

Lea el manual de mantenimiento de motor y ponga atención en los siguientes puntos:

- Sistema de combustible. Limpie el filtro, y la sentina.
- Manguera de escape. Revise la posibilidad de alguna fuga y el estado de las abrazaderas.
- Entrada de refrigeración del motor. Compruebe el estado de las válvulas, abrazaderas y de la manguera.
- Cambie el aceite y el líquido anticongelante según se especifique en las instrucciones.

