



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2017/18**

*Buque PSV. Buque de suministro a plataformas de 5000
TPM*

Grado en Ingeniería Naval Oceánica

**CUADERNO 3
Diseño de formas**

Sandra Allegue García

PROYECTO 18-02

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO DE FIN DE GRADO

CURSO 2.017-2018

PROYECTO NÚMERO 18-02

TIPO DE BUQUE: Buque PSV (Platform Vessel Supply). Buque de suministro a plataformas.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV GL, SOLAS, MARPOL.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Carga líquida y seca a granel para suministro a plataformas, 5000 TPM.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 13 nudos en condiciones de servicio al 85% de MCR y 15% de margen de mar. 6000 millas a la velocidad de servicio

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Bombas para la carga y descarga de la carga líquida. Dos grúas.

PROPULSIÓN: Propulsión diésel-eléctrica. LNG para estancias en puerto

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 35 personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Sistema de posicionamiento dinámico con redundancia DP 3. FIFI

Ferrol, 2 Noviembre 2017

ALUMNO/A: D^a Sandra Allegue García

ÍNDICE

1	Introducción.....	4
2	Proceso de derivación de las formas: mediante buque base	5
2.1	Selección del buque base	5
2.2	Adaptación de las medidas al buque proyecto	6
3	Diseño del cuerpo de proa.....	10
3.1	Definición de los parámetros del bulbo	10
4	Diseño del cuerpo de popa	13
5	Cartilla de trazado	15
6	Curva de Áreas	17
7	Comprobación de los resultados.....	18

ANEXO: PLANO DE FORMAS

1 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se obtendrán las formas del buque proyecto, mediante una derivación de las formas de un buque base.

Se explicará todo el proceso utilizado con el programa Maxsurf para obtener todos los coeficientes necesarios y compararlos con los anteriormente calculados.

Se determinarán todos los parámetros necesarios para calcular las formas de proa y popa del buque proyecto.

El objetivo principal de este cuaderno es obtener la cartilla de trazado, así como la curva de áreas transversales del buque.

Las dimensiones principales obtenidas del buque son:

$L_{pp} = 78,58 \text{ m}$
$Loa = 85,78 \text{ m}$
$B = 19,13 \text{ m}$
$T = 6,578 \text{ m}$
$D = 8,261 \text{ m}$
$BHP = 1984,7 \text{ kW}$
$\Delta = 7.742 \text{ t}$
$F_n = 0,241$
$C_b = 0,764$
$C_m = 0,989$
$C_p = 0,772$
$C_f = 0,925$
$Acubierta = 0,7 \cdot L_{pp} \cdot 0,9 \cdot B = 947 \text{ m}^2$

2 PROCESO DE DERIVACIÓN DE LAS FORMAS: MEDIANTE BUQUE BASE

2.1 SELECCIÓN DEL BUQUE BASE

Para obtener las formas del buque se usará el programa MAXSURF MODELER Enterprise v 21.11. Se usará la biblioteca del programa para utilizar un buque parecido al buque proyecto y a partir de este se harán todas las modificaciones necesarias.

El buque elegido es el OSV, dentro de la carpeta 'Sample Designs', dentro de la sección 'Workboats':

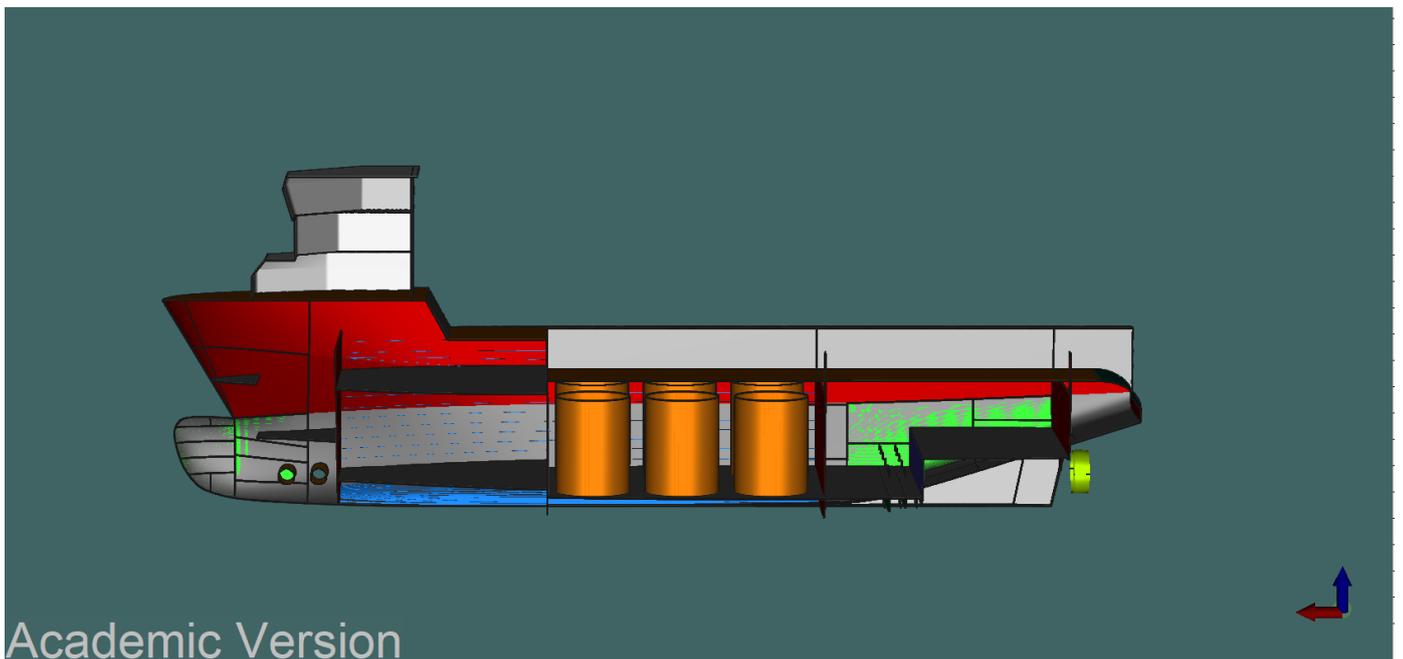


Ilustración 1. Vista 3D

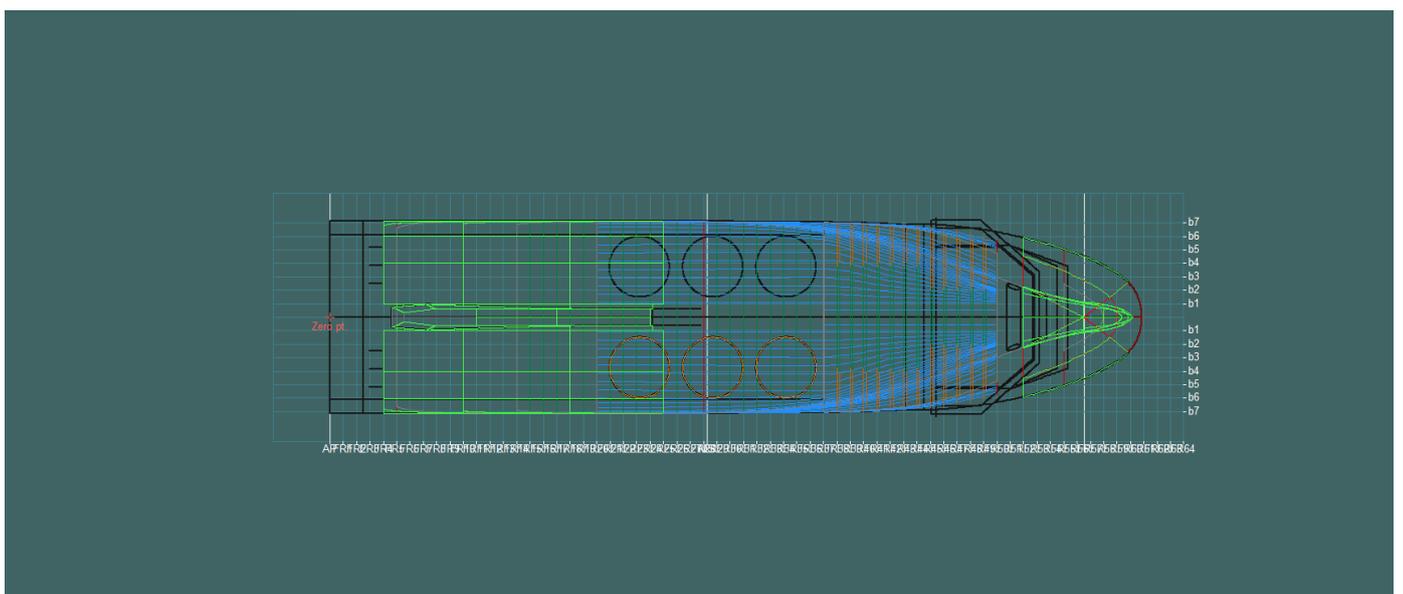


Ilustración 2. Vista de planta

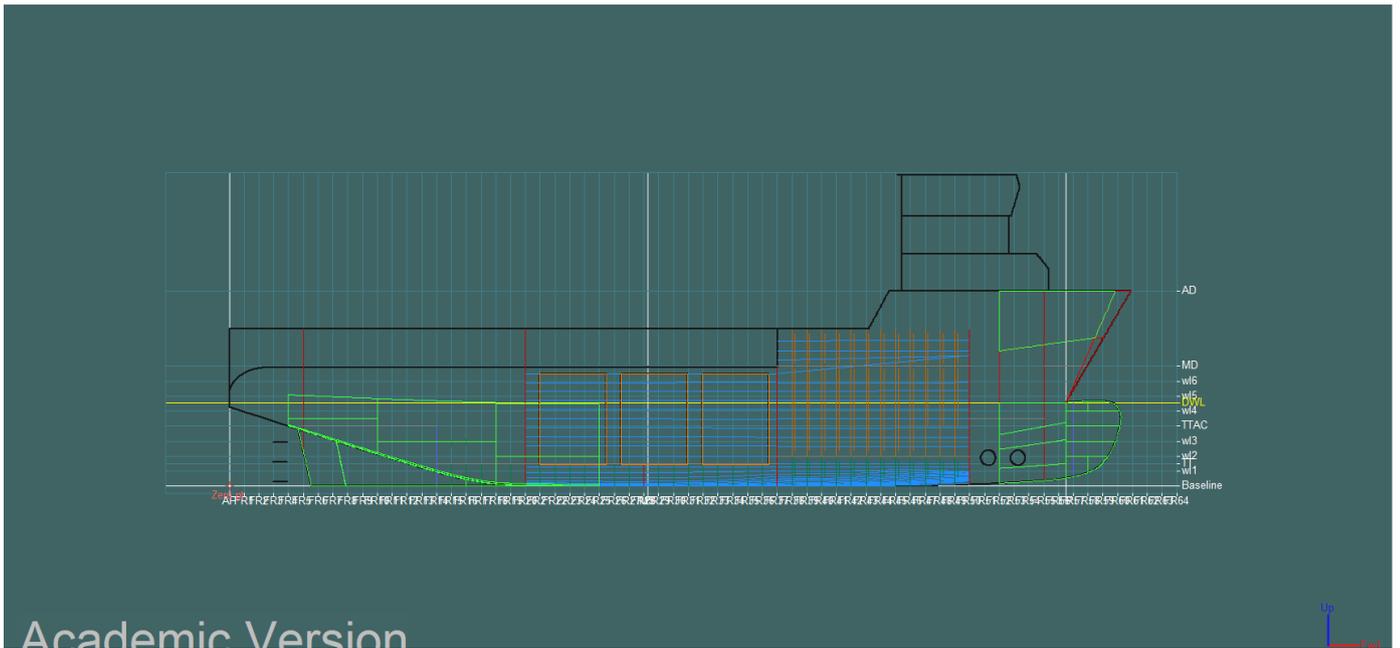


Ilustración 3. Vista de perfil

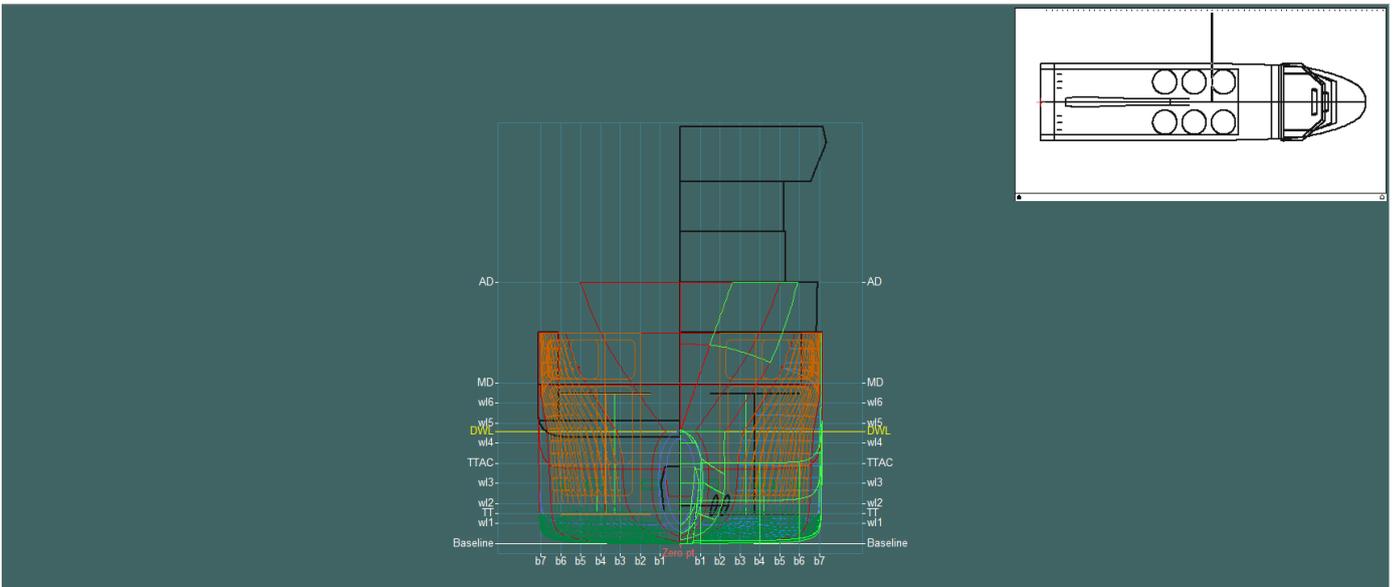
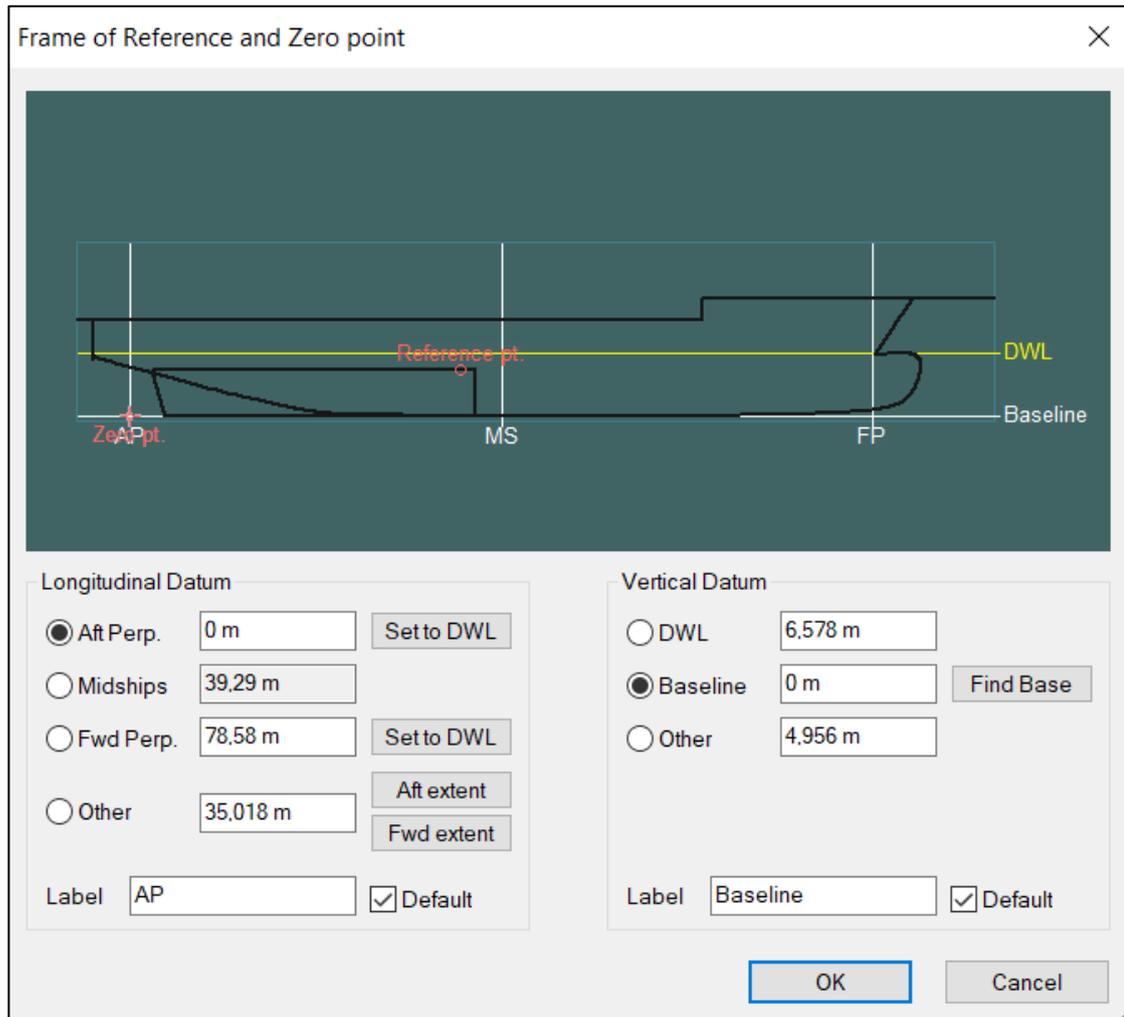


Ilustración 4. Vista de los cuerpos de popa y proa

2.2 ADAPTACIÓN DE LAS MEDIDAS AL BUQUE PROYECTO

Después de haber elegido un buque que se adecue al buque proyecto, se procederá a eliminar los tanques, las superestructuras y las cubiertas ya que solamente interesa obtener el casco y la última cubierta estanca, que se añadirá más adelante.

A continuación, se modificará la situación del “punto cero” del buque, que va a ser la perpendicular de popa y se encontrará la posición de la línea base para poder situarla también como “punto cero”. Además, se ha variado la posición de la perpendicular de popa para que coincida con la posición de la hélice de popa.



Ahora, se elegirá la cantidad de cuadernas, longitudinales y líneas de agua y sus posiciones.

- Las cuadernas serán 21; de la 0 a la 19 se harán de manera equiespaciada en la eslora entre perpendiculares. La cuaderna 20 se añade para que corte el bulbo de proa. La posición longitudinal de esta cuaderna será la de la perpendicular de proa sumándole la mitad de la distancia que separa a las demás cuadernas.
- Los longitudinales serán 5 y se espaciarán a lo largo de la manga.
- Se añadirán 8 líneas de agua, la distancia entre ellas será de 0,5 m.

Después, mediante la transformación paramétrica se modificarán los coeficientes del buque hasta llegar a los valores obtenidos en el Cuaderno 1. Para ello, se irá cambiando el coeficiente de bloque y a través de este se modificarán los demás.

Con estas modificaciones se ha conseguido llegar a un coeficiente de bloque de 0,763 y un desplazamiento de 7726 t, valores bastante aproximados a lo calculado.

A continuación, se indican los valores obtenidos de la tabla hidrostática obtenida mediante el programa:

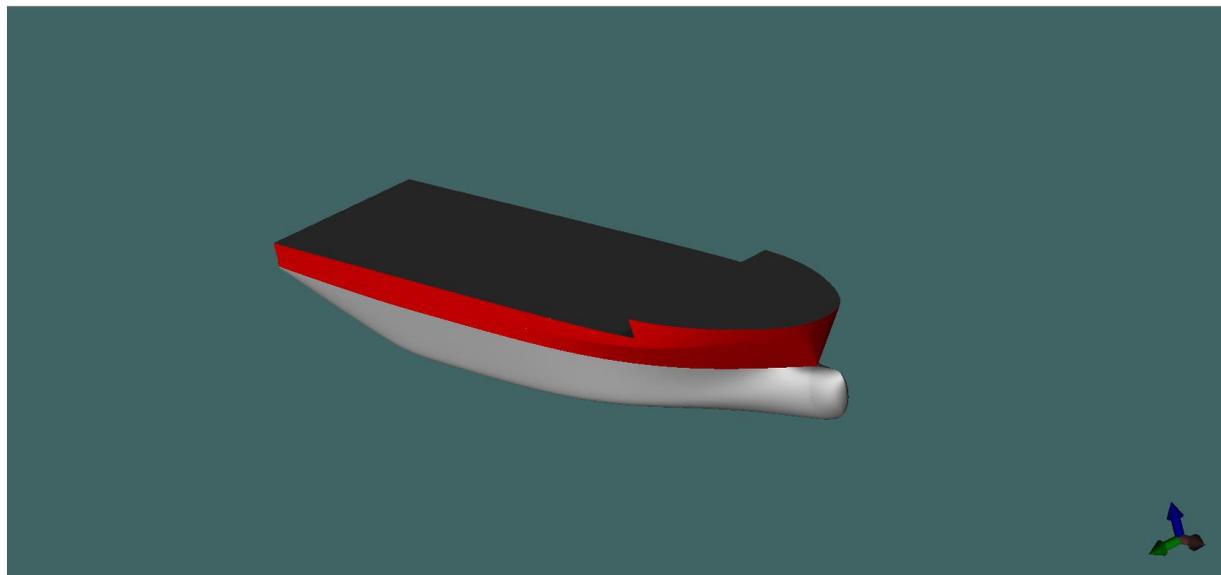
SANDRA ALLEGUE GARCÍA
CUADERNO 3

Medida	Valor	Unidades
Displacement	7726	t
Volume (displacement)	7537,370	m ³
Draft Amidships	6,578	m
Immersed Depth	6,578	m
WL Length	86,399	m
Beam max extents on WL	19,130	m
Wetted Area	2634,792	m ²
Max sect. Area	123,907	m ²
Waterpl. Area	1377,227	m ²
Prismatic Coefficient (Cp)	0,774	
Block Coefficient (Cb)	0,763	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,985	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,916	
LCB length	36,682	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	32,793	from zero pt. (+ve fwd) m
LCB %	46,682	from zero pt. (+ve fwd) % Lbp
LCF %	41,733	from zero pt. (+ve fwd) % Lbp
KB	3,590	m
KG fluid	0,000	m
BMt	4,956	m
BML	85,564	m
GMt corrected	8,545	m
GML	89,154	m
KMt	8,545	m
KML	89,154	m
Immersion (TPc)	14,117	tonne/cm
MTc	87,654	tonne.m
PM at 1deg = GMt. Disp.sin (1)	1152,222	tonne.m
Length: Beam ratio	4,109	
Beam: Draft ratio	2,907	
Length: Vol ^{0.333} ratio	4,008	
Precision	Highest	214 stations

Por último, se han delimitado la cubierta principal y la primera cubierta estanca por encima de la principal para tener el modelo completamente definido.

Se ha generado un plano ('Waterplane') y se ha situado a las alturas y longitudes correspondientes a esta cubierta, una vez hecho esto se ah cortado la parte sobrante del casco con la herramienta 'Trim'.

Quedando como resultado:



3 DISEÑO DEL CUERPO DE PROA

En este apartado se va a dar una justificación mediante criterios empíricos porque se ha decidido implantar un bulbo de proa.

Los criterios usados serán los que aparecen en el libro de Proyectos del buque, así como en los apuntes de la asignatura de Proyectos.

- Coeficiente de bloque

$$0,65 < Cb < 0,815$$

Este criterio se cumple ya que el coeficiente de bloque del buque proyecto es 0,764.

- Relación eslora-manga

$$5,5 < \frac{Lpp}{B} < 7$$

La relación eslora – manga del buque proyecto es 4,11, por lo que no cumpliríamos este criterio.

- Número de Froude

$$0,24 < Fn < 0,57$$

El número de Froude es 0,241 por lo que, aunque está muy cerca del valor límite, este criterio se cumple.

- Coeficiente de afinamiento global del buque

$$\frac{Cb \cdot B}{Lpp} < 0,135$$

Este valor es 0,186, por lo que este criterio no se cumpliría.

En definitiva, aunque el buque no cumple con todos los criterios, solo con la mitad, se ha optado por ponerle bulbo de proa ya que tanto el buque base como la mayoría de buques de apoyo a plataformas llevan bulbo (los buques construidos más recientemente incluso optan por una proa invertida). Esto es debido a que el bulbo ayuda a reducir la resistencia hidrodinámica por formación de olas y para buques de bajo número de Froude ayuda a disminuir el efecto de la ola rompiente.

3.1 DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL BULBO

El bulbo en este caso es integrado ya que se une con el casco de una manera continua y suave y además será de forma elíptica, como se puede observar en el plano de formas anexo.

Los parámetros principales para definir son:

- Altura, h : se usará la formulación que la altura del bulbo corresponde a un 45% del calado de verano, ya que es un valor que es aceptable para primero tanteos:

$$h = 0,45 \cdot Tpr = 0,45 \cdot 6,578 \rightarrow h = 2,96$$

- Protuberancia, X : se usará la expresión empírica ya que no se puede usar el cálculo a partir de un buque base debido a que no se tienen los datos que se necesitan,

como por ejemplo el coeficiente de bloque. Por ello se usará la fórmula para bulbos normales y altos (para carga y lastre):

$$X = 0,2642 \cdot Cb \cdot \frac{B}{Lpp} + 0,0046 = 0,2642 \cdot 0,764 \cdot \frac{19,13}{78,58} + 0,0046$$

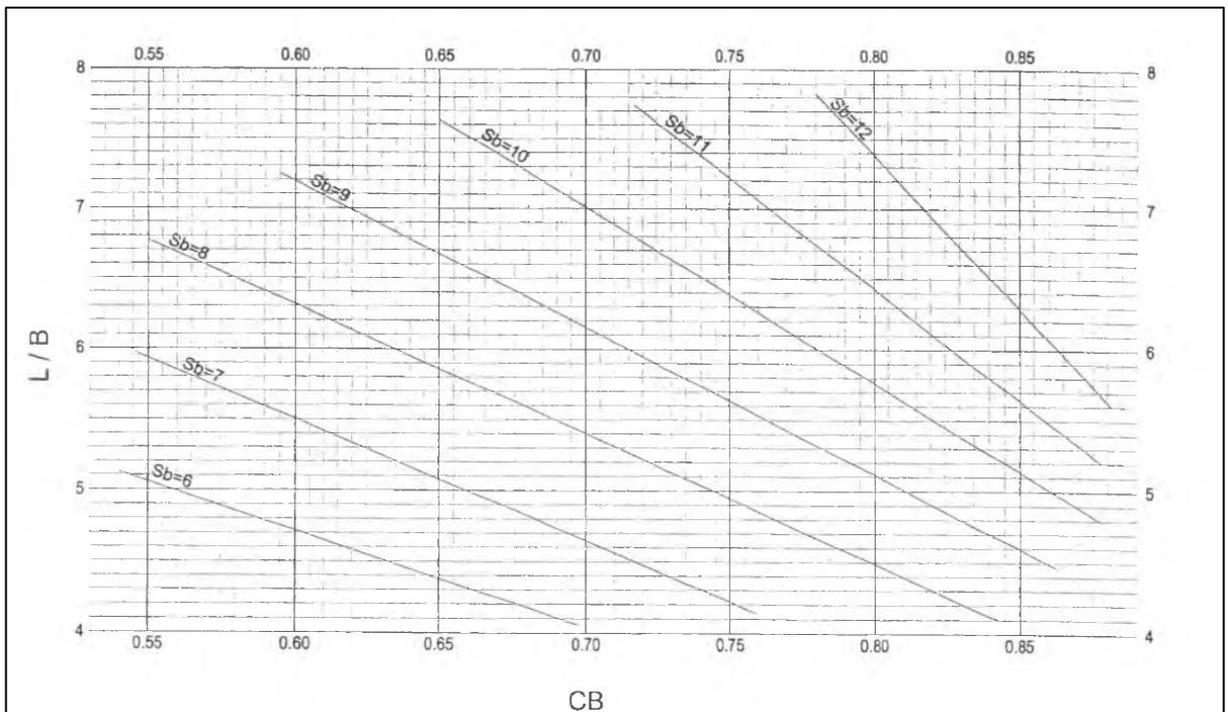
$$X = 0,054$$

Ahora, comparando los parámetros con los del buque base obtenemos la altura y protuberancia del buque proyecto:

	Rem Supporter	Coficiente	Buque proyecto
Altura	5,94 m	3,06	5,74 m
Protuberancia	4,32 m	0,058	4 m

- Área transversal, S_b : se calcula a través de un gráfico en función del coeficiente de bloque y la relación eslora-manga. Aunque el diagrama no es exacto es una buena manera de hacer una primera aproximación. El gráfico corresponde a bulbos de altura media (h del orden de $0,45 \cdot T$) que es la relación usada anteriormente.

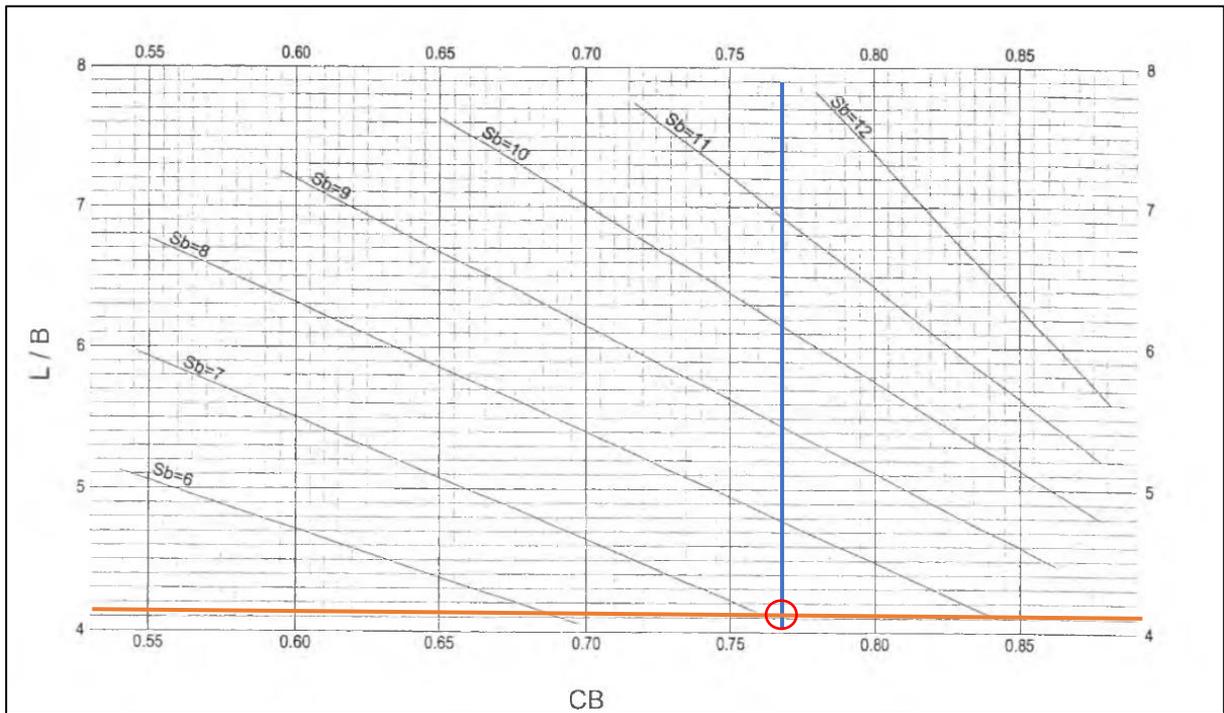
El gráfico para usar es:



Y los datos de partida son:

$$Cb = 0,764$$

$$\frac{L}{B} = 4,11$$



Que corresponde a un valor de:

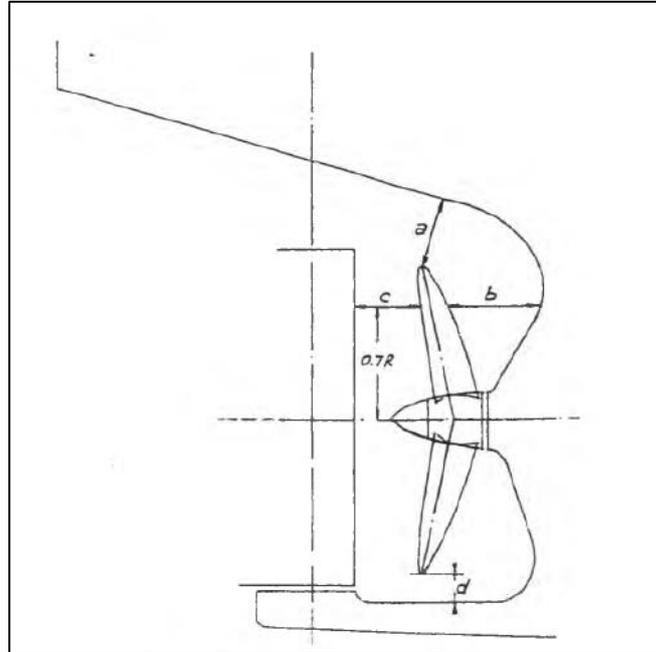
$$S_b = 7 \text{ m}^2$$

4 DISEÑO DEL CUERPO DE POPA

En este apartado se va a determinar las claras que ha de tener el propulsor al codaste.

El buque proyecto consta de dos propulsores azimutales, con lo que el buque no tendrá un timón ya que con estos propulsores no se necesita.

Aún así, se usará el cálculo indicado en el libro de Proyectos del buque según la clasificación del Norske Veritas.



Debido a que no son propulsores convencionales, la única distancia que se va a calcular será la que en la figura se denomina como a , ya que las otras no tienen sentido cuando se trata de propulsores azimutales. La expresión que define esta distancia es:

$$a = (0,24 - 0,01 \cdot Z) \cdot D$$

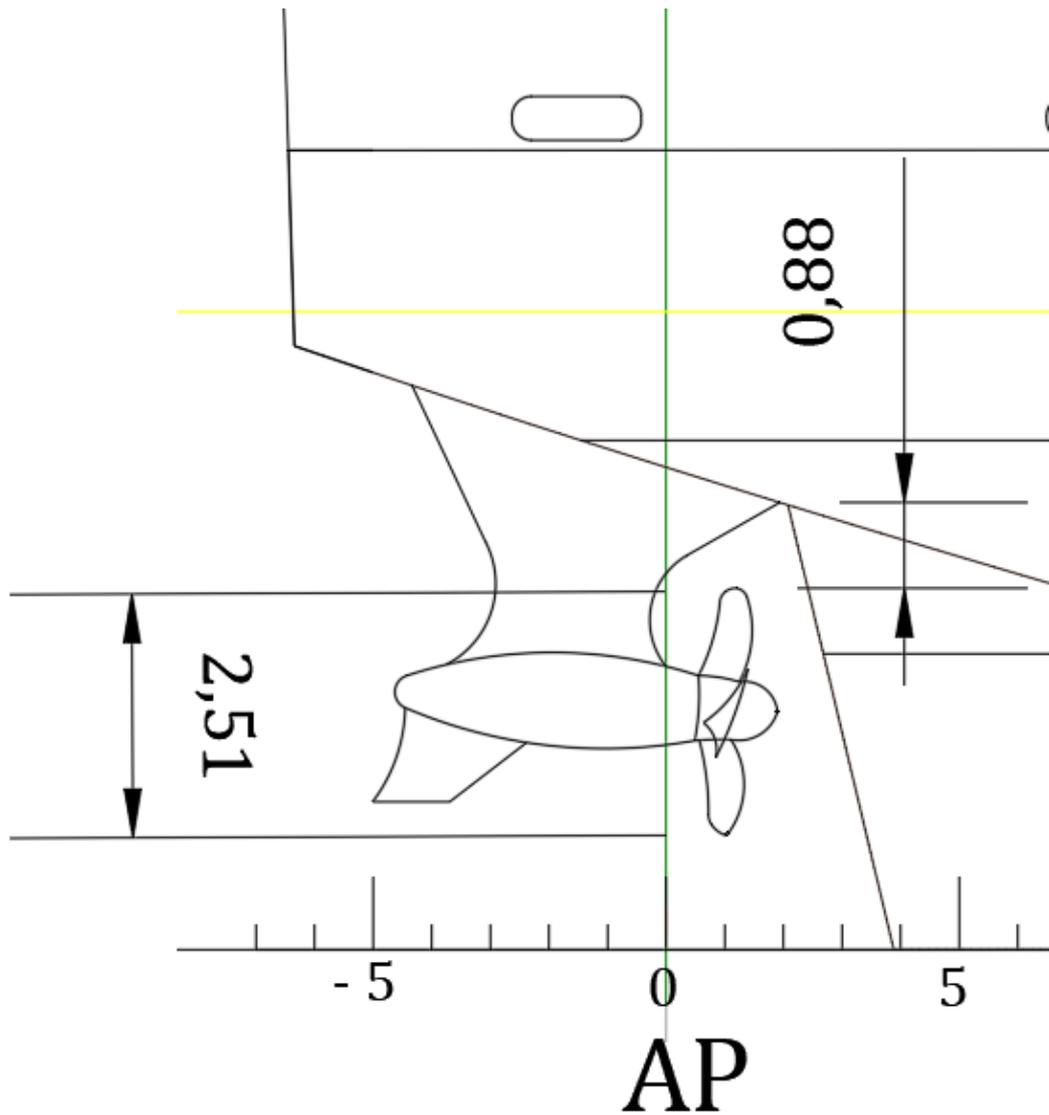
Siendo:

Z: número de palas de la hélice, en este caso es 4

D: diámetro de la hélice

$$a = (0,24 - 0,01 \cdot 4) \cdot 2,5 \rightarrow a = 0,5 \text{ m}$$

Este resultado es el mínimo exigido, por lo que se ubicará la hélice en la popa del buque para observar la clara real.



Como se observa queda una clara de 0,88 m, que es superior al exigido.

5 CARTILLA DE TRAZADO

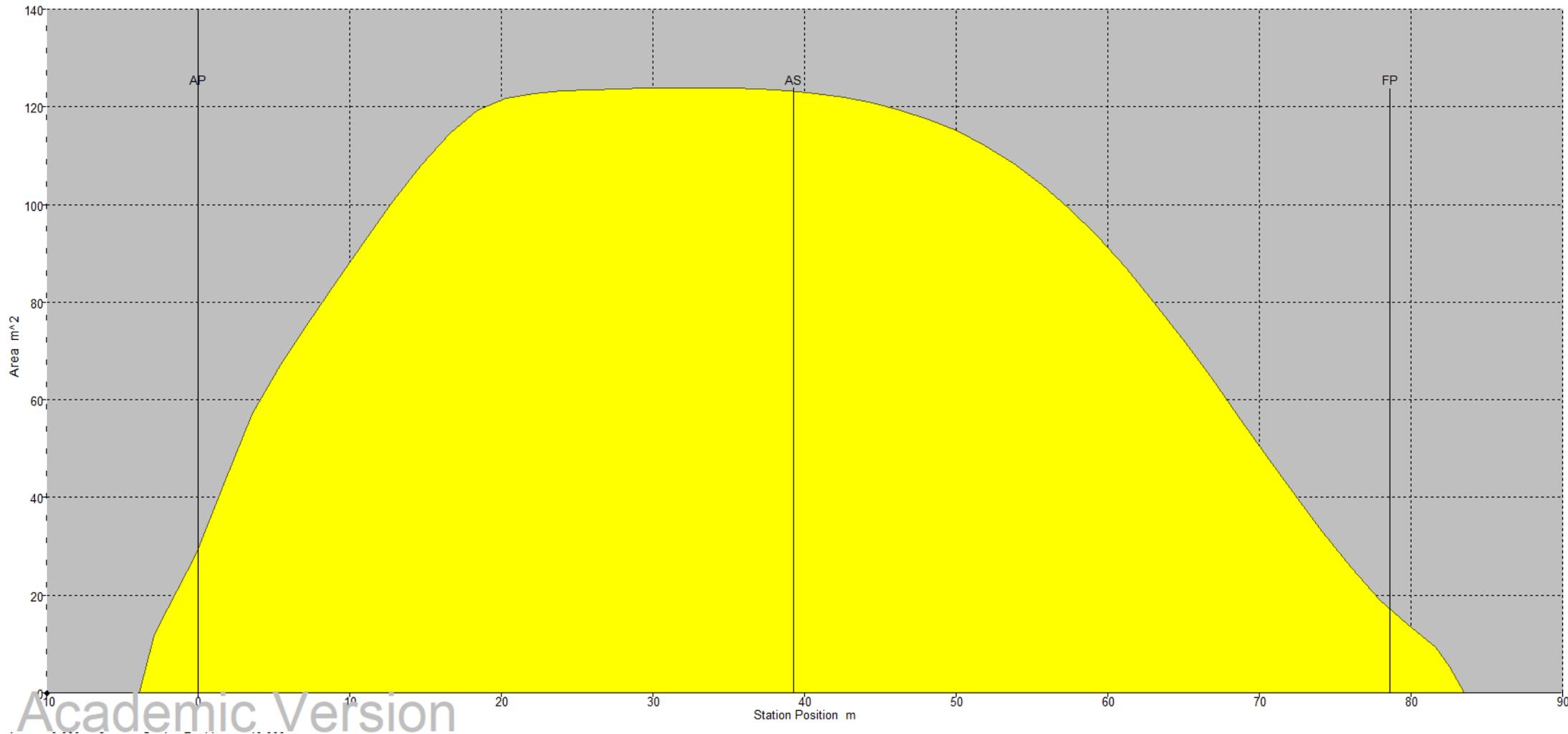
La cartilla de trazado se ha obtenido mediante el programa Maxsurf mediante la utilización de la herramienta 'Offset'.

Alturas líneas de agua (m)	Separación de cuadernas (m)	0	4,136	8,272	12,407	16,543	20,679	24,815	28,951	33,086	37,222
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
0,5	wl 1	-	0,782	0,905	0,906	0,906	9,039	9,158	9,184	9,182	9,136
1,5	wl 2	-	0,94	1,033	6,726	9,418	9,515	9,53	9,534	9,525	9,488
2,5	wl 3	-	1,098	1,16	9,397	9,523	9,55	9,557	9,56	9,554	9,523
3,5	wl 4	-	1,256	9,348	9,51	9,548	9,559	9,563	9,565	9,56	9,532
4,5	wl 5	-	9,281	9,502	9,544	9,557	9,562	9,564	9,566	9,561	9,535
5,5	wl 6	9,162	9,505	9,548	9,558	9,561	9,563	9,564	9,566	9,561	9,537
6,5	wl 7	9,528	9,56	9,564	9,564	9,563	9,563	9,564	9,565	9,561	9,539
7,5	wl 8	9,567	9,567	9,566	9,566	9,565	9,564	9,563	9,562	9,558	9,546

SANDRA ALLEGUE GARCÍA
CUADERNO 3

Alturas líneas de agua (m)	Separación de cuadernas (m)	41,358	45,494	49,629	53,765	57,901	62,037	66,173	70,308	74,444	78,58	80,648
		C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21
0,5	wl 1	9,009	8,737	8,217	7,312	5,979	4,482	3,105	1,978	1,053	-	-
1,5	wl 2	9,393	9,199	8,848	8,277	7,423	6,252	4,844	3,47	2,304	1,311	0,765
2,5	wl 3	9,441	9,267	8,95	8,428	7,644	6,59	5,328	3,977	2,705	1,62	1,221
3,5	wl 4	9,457	9,298	9,005	8,521	7,784	6,765	5,507	4,151	2,849	1,719	1,38
4,5	wl 5	9,466	9,32	9,051	8,604	7,918	6,95	5,694	4,243	2,841	1,671	1,348
5,5	wl 6	9,473	9,339	9,093	8,686	8,059	7,16	5,945	4,414	2,762	1,438	1,101
6,5	wl 7	9,481	9,359	9,138	8,772	8,209	7,394	6,258	4,715	2,759	0,53	0,287
7,5	wl 8	9,514	9,444	9,306	9,056	8,627	7,943	6,909	5,45	3,575	1,323	-

6 CURVA DE ÁREAS



Academic Version

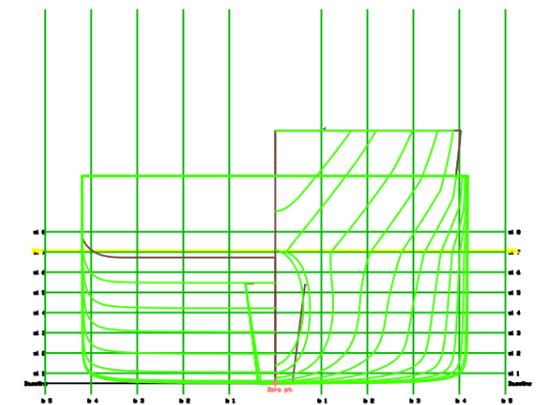
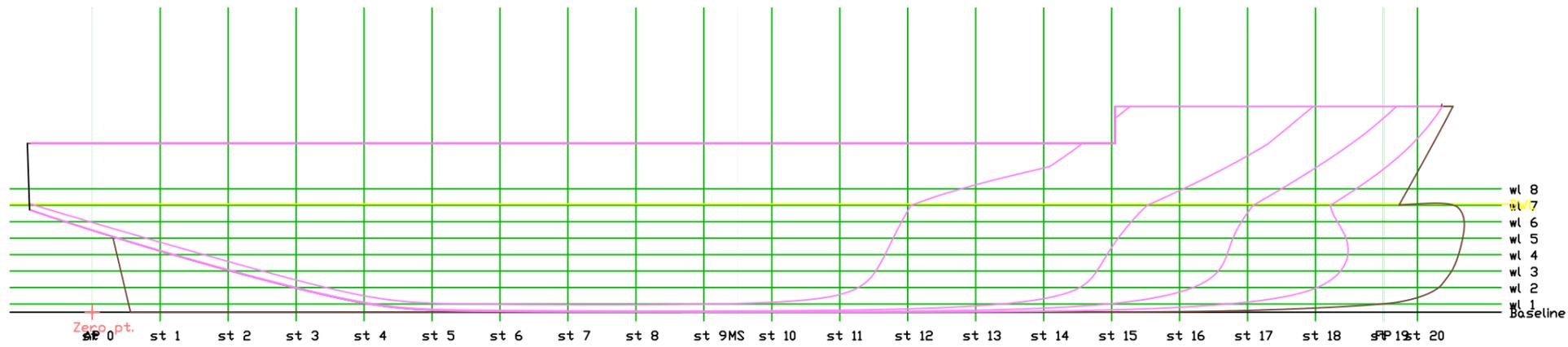
7 COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación, se comparan los resultados obtenidos mediante el software con los calculados previamente en el Cuaderno 1:

Medida	Valor Maxsurf	Valor calculado
Displacement	7726	7742
Volume (displacement)	7537,370	7553,170
Prismatic Coefficient (Cp)	0,774	0,75
Block Coefficient (Cb)	0,763	0,742
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,985	0,989
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,916	0,925

Se observa que los resultados son bastante acordes a los calculados anteriormente.

ANEXO: PLANO DE FORMAS



ESLORA ENTRE PERPENDICULARES 78,58 m
 ESLORA TOTAL 85,78 m
 MANGA 19,13 m
 PUNTAL 8,26 m

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA	TFG Nº: 18-02
TÍTULO DEL PLANO: PLANO DE FORMAS	
AUTOR: SANDRA ALLEGUE GARCÍA	ESCALA: 1:350 PLANO Nº:01