

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

**15 105 P / BUQUE LNG DE MEMBRANA DE 145.000 m<sup>3</sup>**

ALUMNO: ISMAEL GRANDAL MOURIZ

TUTOR: RAÚL VILLA CARO

**CUADERNO 3**

**DISEÑO DE FORMAS**





DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2014-2015

**PROYECTO NÚMERO: 15 105 P**

**TIPO DE BUQUE:** Buque tanque LNG de membrana

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

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** gas natural licuado con capacidad para 145.000 m<sup>3</sup>.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 19,5 nudos a la velocidad de servicio, 85% MCR + 15% MM. 12.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** los habituales en este tipo de buque.

**PROPULSIÓN:** Propulsión Diesel eléctrico. Dos líneas de ejes

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 35 tripulantes en camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Las habituales en este tipo de buque.

Ferrol, Abril de 2015

ALUMNO: D. Ismael Grandal Mouriz

## ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN. COEFICIENTES .....	4
2. CONTORNOS DE PROA Y POPA.....	4
3. TRAZADO DEL BULBO.....	11
4. PROYECTO DE FORMAS POR TRANSFORMACIÓN.....	12
5. COEFICIENTES.....	15
6. CURVA DE ÁREAS SECCIONALES.....	16
7. BIBLIOGRAFÍA.....	16
ANEXO I: CARTILLA DE TRAZADO BUQUE BASE.....	17
ANEXO II: CARTILLA L DE TRAZADO BUQUE PROYECTO.....	21
ANEXO III: PLANO DE FORMAS BUQUE BASE.....	25
ANEXO IV: PLANO DE FORMAS BUQUE PROYECTO.....	28

## 1-INTRODUCCIÓN. COEFICIENTES.

A lo largo de este cuaderno vamos a realizar un estudio detallado de las formas de nuestro buque, un LNG de 145.000 m<sup>3</sup>.

La definición de formas de un buque es un aspecto de suma importancia por sus múltiples implicaciones. A la hora de definir unas formas óptimas hemos de tener en cuenta criterios como la resistencia al avance, la seguridad, la facilidad y el coste de construcción o la capacidad de carga. Aunque, tradicionalmente, el aspecto primordial en el proyecto de formas es el cumplimiento de la velocidad contractual.

Las formas del buque las generaremos a partir de la transformación de las formas de un buque base, cuyos planos adjuntaremos como anexo.

Por otro parte, estudiaremos los contornos de proa y popa y la necesidad o no de la implantación de bulbo.

Las características principales de nuestro buque son las siguientes:

<b>L</b>	269,7
<b>B</b>	43,2
<b>D</b>	26,3
<b>T</b>	11,5
<b>Volumen</b>	145.000
<b><math>\Delta</math></b>	105.379
<b>V</b>	19,5
<b>Fn</b>	0,1950
<b>Cb</b>	0,7673
<b>Cm</b>	0,9971
<b>Cp</b>	0,7905

## 2-CONTORNOS DE PROA Y POPA

### Bulbo de proa

A la hora de realizar las formas de nuestro buque hemos de tomar la decisión de colocar o no bulbo. La construcción de una proa sin bulbo es más económica. Pero su

utilización puede aportarnos una reducción de resistencia y por tanto se aumentará la velocidad con lo que disminuirá la potencia requerida y con ello el consumo.

La adopción del bulbo de proa puede resultar beneficiosa al influir en la resistencia a la marcha del buque y en su coeficiente propulsivo. Y es que, sustituir las líneas finas que terminan en la proa del buque por debajo de la línea de flotación, por otras que se van engrosando paulatinamente hasta formar una falsa proa inicial (bulbo), crea una pequeña ola que, al interferir con la creada por la proa verdadera, situada más a popa, tiende a neutralizar, o por lo menos amortiguar, el sistema de olas total y, por lo tanto, reduce la resistencia a la marcha del buque.

Para ello comprobaremos si nuestro buque cumple los parámetros para los cuales se recomienda.

- $0,65 < C_b < 0,815$

Nuestro coeficiente de bloque ( $C_b$ ) es igual a 0,7673.

- $5,5 < L_{pp}/B < 7$

$$\frac{269,7}{43,2} = 6,24$$

- $0,25 < F_n < 0,57$

$$F_n = \frac{V}{\sqrt{gL}} = \frac{19,5 \cdot 0,5144}{\sqrt{9,81 \cdot 269,7}} = 0,1943$$

- $(C_b \cdot B)/L_{pp} > 0,135$

$$\frac{0,7673 \cdot 43,2}{269,7} = 0,123$$

Como vemos, nuestro buque cumple dos de las condiciones y otras dos no. Tras analizar nuestra base de datos, y fijándonos en buques de tamaño similar al nuestro, tomamos la decisión de poner bulbo, ya que todos ellos lo llevan.

Comprobación con NAVCAD

Además de esto, vamos a comprobar con el software NAVCAD, que nuestro buque con bulbo, ofrece menos resistencia al avance que sin él.

*Buque con bulbo:*

RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
17,50	1658,96	82,95	0,00	0,00	0,00	248,84	1990,75	14935,3	17922,3
18,00	1760,55	88,03	0,00	0,00	0,00	264,08	2112,66	16302,7	19563,3
18,50	1867,55	93,38	0,00	0,00	0,00	280,13	2241,06	17773,9	21328,7
19,00	1980,36	99,02	0,00	0,00	0,00	297,05	2376,43	19356,9	23228,3
+ 19,50 +	2099,41	104,97	0,00	0,00	0,00	314,91	2519,30	21060,6	25272,8
20,00	2225,23	111,26	0,00	0,00	0,00	333,78	2670,27	22895,1	27474,1
20,00	2225,23	111,26	0,00	0,00	0,00	333,78	2670,27	22895,1	27474,1
20,50	2358,17	117,91	0,00	0,00	0,00	353,73	2829,81	24869,5	29843,4
21,00	2498,40	124,92	0,00	0,00	0,00	374,76	2998,08	26991,1	32389,3
21,50	2646,08	132,30	0,00	0,00	0,00	396,91	3175,29	29267,1	35120,5

*Buque sin bulbo:*

RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
17,50	1645,86	82,29	0,00	0,00	0,00	246,88	1975,03	14817,3	17780,8
18,00	1762,63	88,13	0,00	0,00	0,00	264,39	2115,16	16322,0	19586,3
18,50	1888,41	94,42	0,00	0,00	0,00	283,26	2266,09	17972,4	21566,9
19,00	2023,99	101,20	0,00	0,00	0,00	303,60	2428,79	19783,4	23740,1
+ 19,50 +	2170,30	108,52	0,00	0,00	0,00	325,55	2604,37	21771,8	26126,1
20,00	2328,34	116,42	0,00	0,00	0,00	349,25	2794,01	23956,1	28747,3
20,00	2328,34	116,42	0,00	0,00	0,00	349,25	2794,01	23956,1	28747,3
20,50	2498,88	124,94	0,00	0,00	0,00	374,83	2998,66	26353,5	31624,2
21,00	2682,24	134,11	0,00	0,00	0,00	402,34	3218,68	28977,1	34772,5
21,50	2878,72	143,94	0,00	0,00	0,00	431,81	3454,47	31840,3	38208,3

*Buque con bulbo*

-Resistencia ofrecida = 2.519,3 kN

Potencia necesaria = 25.272,8 kW

*Buque sin bulbo*

-Resistencia ofrecida = 2.604,37 kN

-Potencia necesaria = 26.126,1 kW

Como podemos ver en las tablas del report de NAVCAD, el buque con bulbo ofrece una menor resistencia al avance y por tanto requiere menos potencia.

Como nos encontramos a bajos números de Froude el bulbo nos aportará grandes beneficios en cuanto a la disminución de la resistencia por olas rompientes, que en este tipo de buques supone porcentajes en torno al 20% de la resistencia total.

### **Zona de popa**

Uno de los aspectos más importantes del proyecto de un buque consiste en conseguir una adecuación satisfactoria entre casco y hélice, de forma que se consiga un compromiso rentable. Por ello, la elección adecuada de las formas del casco, especialmente en la zona de popa, con el fin de que el flujo de entrada del disco en la hélice sea favorable. Además hemos de diseñar la clara hélice carena con margen de manera que se eliminen los problemas de cavitación de la hélice ya que podrían originar vibraciones en el casco y/o línea de ejes, así como erosiones y pérdidas de rendimiento de la hélice.

Por otro lado, es también muy importante conseguir una distribución favorable de la estela en el disco de la hélice desde los puntos de vista de uniformidad de estela y buen rendimiento cualificado del casco.

### Bulbo de popa

En la actualidad, el aumento de potencias instaladas y la reducción de calados operativos de muchos buques dan lugar a graves problemas de vibraciones inducidas por la hélice, especialmente en buques rápidos, tales como LNG (nuestro buque), portacontenedores, Ro-Ro...

Con el objetivo de mejorar la interacción hélice-carena, evitando grandes desigualdades circunferenciales de estela, es preciso extremar las precauciones al diseñar el extremo de popa. Para ello se usan formas especiales, como formas en V extremas o bulbos de popa.

El empleo de bulbos de popa origina los siguientes efectos:

- Mejora el campo de estela en el disco de la hélice, con mayor regularidad en la variación circunferencial.

- Disminución de los riesgos de cavitación y de los consecuentes problemas de vibraciones inducidas.

- Aumento del rendimiento propulsivo debido mayormente al efecto combinado de los aumentos en la estela efectiva y el rendimiento rotativo-relativo.

- Incremento desfavorable de la resistencia friccional, que puede originar un incremento de EHP. No obstante, en el caso de bulbos de popa bien diseñados, el incremento de resistencia friccional puede ser equilibrado por una disminución en resistencia viscosa de presión, dando lugar a una disminución neta de potencia.

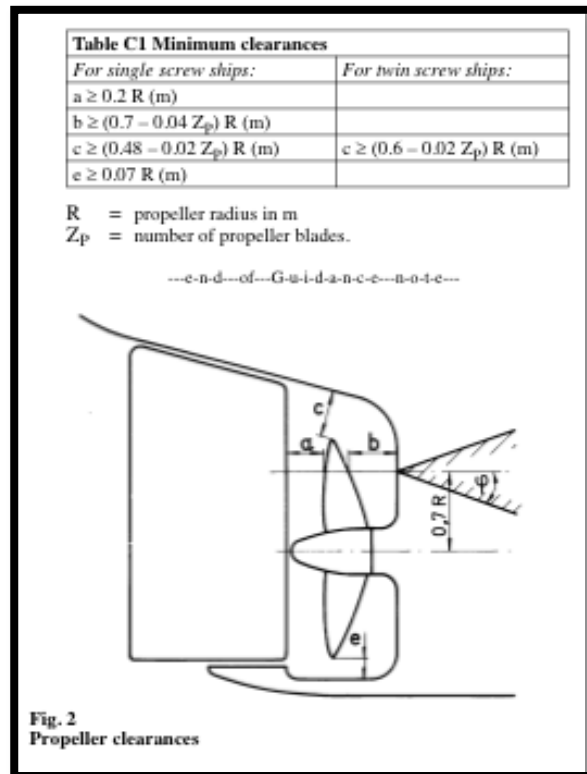
Por todo ello, y teniendo en cuenta las características de nuestro buque, y que el buque base también lo lleva, tendremos bulbo en la zona de popa.

Por otra parte, es necesario estudiar con detenimiento el diseño del extremo de popa, cuyo contorno limita muchas veces en exceso las posibilidades de proyectar una hélice de adecuado rendimiento.



Claras entre el propulsor el codaste

Nos regiremos, como indican nuestras RPA, por la Sociedad de Clasificación DET NORSKE VERITAS



Las claras mínimas exigidas entre el propulsor y el codaste son:

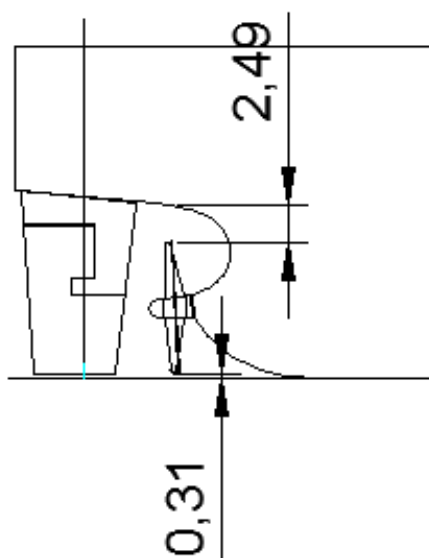
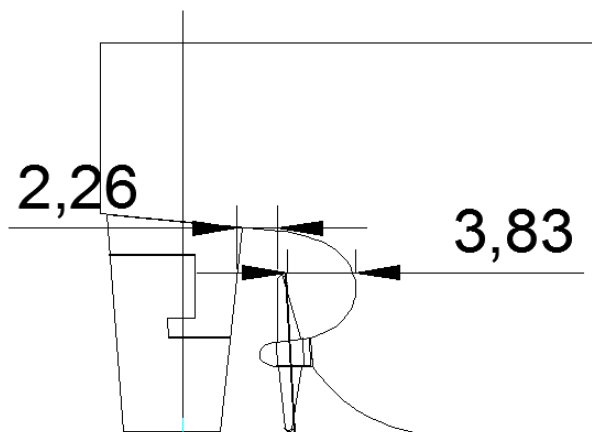
Clara a:  $a \geq 0,2 \cdot R = 0,9$

Clara b:  $b \geq (0,7 - 0,04Z) \cdot R = 2,43$

Clara c:  $c \geq (0,6 - 0,02Z) \cdot R = 2,34$

Clara e:  $e \geq 0,07 \cdot R = 0,31$

Donde el radio de la hélice es 4,5 (cuaderno 6) y Z el número de palas, igual a 4 (cuaderno 6).



En el primer esquema vemos las claras a (2,26) y clara b (3,83) y en el segundo las claras c (2,49) y e (0,31). Cumplen con las exigencias mínimas en todos los casos.

### 3-TRAZADO DEL BULBO

Los parámetros que definen geoméricamente el bulbo son:

#### Altura (h)

Es la ordenada sobre la línea de base del punto de protuberancia máxima. Este valor oscila entre el 35% y el 55% del calado máximo a proa en la mayoría de los buques. En nuestro caso,  $h = 7,49$  metros, es decir, un porcentaje del 65 % del calado de diseño. En nuestro buque base, la altura es prácticamente la misma, y el calado de diseño también, por lo que la consideraremos válida.

#### Protuberancia (x)

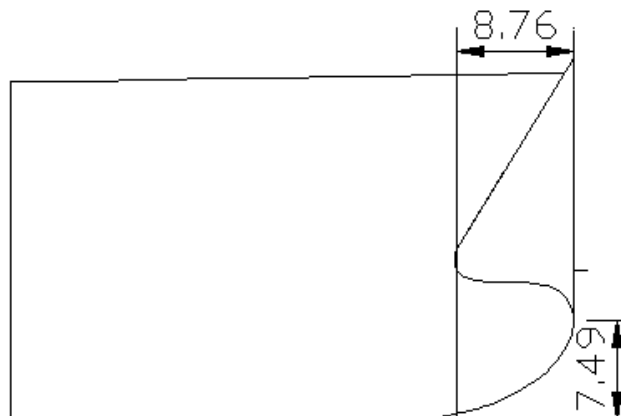
Es la abscisa del punto más a proa del contorno longitudinal del bulbo, referida a la perpendicular de proa.

En nuestro caso hemos utilizado el bulbo de proa de nuestro buque base. La protuberancia es igual a 8,76 m.

#### Área

Es el área de la sección transversal del bulbo por la perpendicular de proa. La hemos calculado en el cuaderno 1. Tiene un valor de 10,1 m<sup>2</sup>.

En la siguiente imagen vemos de manera gráfica la altura y protuberancia de nuestro bulbo:



#### 4-PROYECTO DE FORMAS POR TRANSFORMACIÓN

Vamos a generar nuestro plano de formas por medio de la transformación de las formas de nuestro buque base (el Cádiz Knutsen, que es gemelo del Sestao Knutsen, que aparece en nuestra base de datos) con las dimensiones obtenidas en el cuaderno 1. Los planos de nuestro buque base los adjuntamos como anexo, así como la cartilla de trazado que hemos medido en los mismos.

<b>Buque base (Cádiz Knutsen)</b>	
Volumen	138.000
Lpp	271
B	42,5
D	25,4
T	11,4
V	19,5
$\Delta$	101.367
Fn	0,1945
Cp	0,7916
Cm	0,9971
<b>Cb</b>	<b>0,7532</b>

<b>Buque proyecto</b>	
Volumen	145.000
Lpp	269,7
B	43,2
D	26,3
T	11,5
V	19,5
$\Delta$	101.585
Fn	0,1943
Cp	0,792
Cm	0,9971
<b>Cb</b>	<b>0,7673</b>

Como podemos observar, nuestro buque proyecto se asemeja mucho al buque base en todas sus dimensiones y coeficientes. Si nos fijamos en los coeficientes de bloque, que de alguna manera es el coeficiente más significativo de las formas del buque, observamos que:

$$Cb_{B.BASE} = 0,7532$$

$$Cb_{B.PROYECTO} = 0,7673$$

Vemos que nuestro coeficiente de bloque apenas varía un 2 % respecto al del buque base.

### **Coeficientes de transformación**

Ahora vamos a transformar los valores del buque base a los nuestros (buque proyecto), por medio de los siguientes coeficientes

#### Coeficiente de eslora

$$\delta_L = \frac{L_{BUQUE PROYECTO}}{L_{BUQUE BASE}} = 0,995202952$$

Donde:

$$L_{BUQUE PROYECTO} = 269,7 \text{ m.}$$

$$L_{BUQUE BASE} = 271 \text{ m.}$$

#### Coeficiente de manga

$$\delta_B = \frac{B_{BUQUE PROYECTO}}{B_{BUQUE BASE}} = 1,016470588$$

Donde:

$$B_{BUQUE PROYECTO} = 43,2 \text{ m.}$$

$$B_{BUQUE BASE} = 42,5 \text{ m.}$$

#### Coeficiente de puntal o calado

$$\delta_D = \frac{D_{BUQUE PROYECTO}}{D_{BUQUE BASE}} = 1,035433071$$

Donde:

$$D_{BUQUE PROYECTO} = 26,3 \text{ m.}$$

$D_{\text{BUQUE BASE}} = 25,4 \text{ m.}$

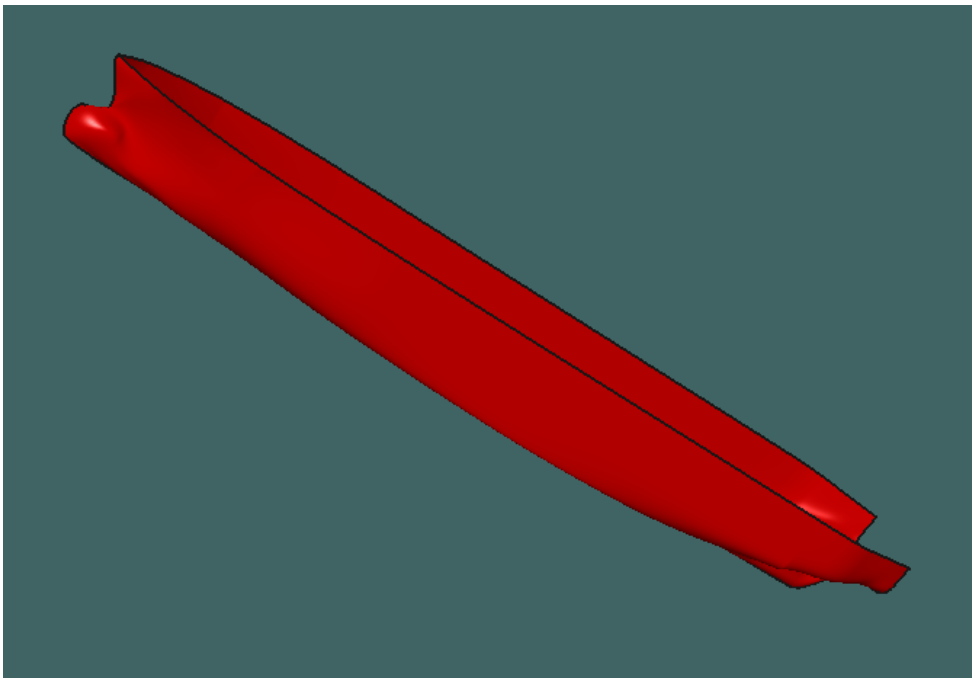
Cada punto de la cartilla de trazado se introduce en el software Maxsurf de la forma P (x,y,z).

Las cartillas de trazado del buque base y nuestro buque las adjuntamos como anexos. Es conveniente señalar que para generar las formas de nuestro buque hemos tenido que dar más puntos que los que aparecen estrictamente en la cartilla, puesto que las cuadernas que no llegan a la línea base, su comienzo en semimanga (semimanga 0) no coincide con ninguna línea de agua.

A continuación unimos los puntos correspondientes a cada cuaderna con curvas, con las que generaremos una superficie.

Más tarde debemos aumentar los puntos de control y ajustar las curvas a los puntos de la cartilla (markers) para conseguir una superficie lo mejor acabada posible en relación a las formas que queremos conseguir.

El aspecto que tiene nuestro buque renderizado en Maxsurf después de los ajustes de sus formas, es el siguiente:



### Consideraciones sobre el plano de formas

Tomando como referencia nuestro buque base, hemos generado 30 cuadernas de trazado, 7 longitudinales a cada banda y 9 líneas de agua hasta una flotación aproximada de 17 metros.

Adjuntamos como anexo en el presente cuaderno el plano de formas de nuestro buque

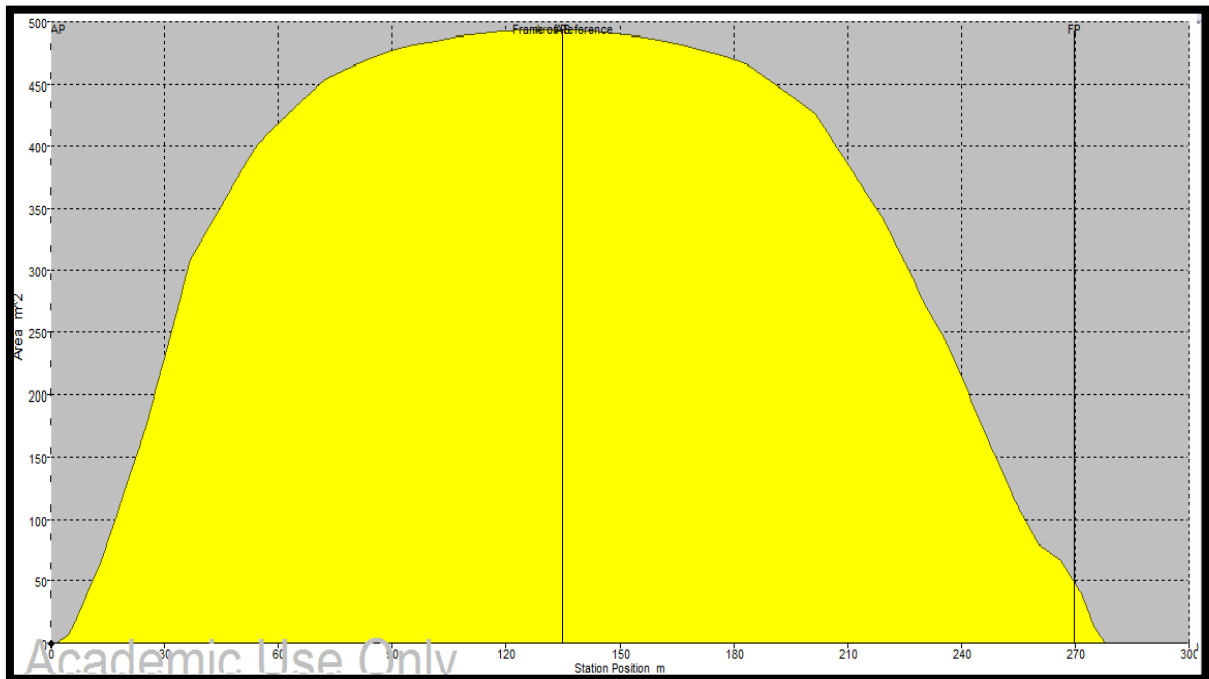
### 5-COEFICIENTES

En la siguiente tabla podemos ver los datos hidrostáticos que calcula Maxsurf según las formas de nuestro buque.

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	98937	t
2	Volume (displaced)	96524,219	m³
3	Draft Amidships	11,500	m
4	Immersed depth	11,538	m
5	WL Length	271,295	m
6	Beam max extents o	43,196	m
7	Wetted Area	14197,996	m²
8	Max sect. area	493,434	m²
9	Waterpl. Area	9795,103	m²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,725	
11	Block coeff. (Cb)	0,720	
12	Max Sect. area coeff	0,993	
13	Waterpl. area coeff.	0,841	
14	LCB length	134,849	from z
15	LCF length	127,651	from z
16	LCB %	50,000	from z
17	LCF %	47,331	from z
18	KB	6,163	m
19	KG fluid	11,500	m
20	BMt	14,019	m
21	BML	459,827	m
22	GMt corrected	8,681	m
23	GML	454,490	m
24	KMt	20,181	m
25	KML	465,990	m
26	Immersion (TPc)	100,400	tonne/c
27	MTc	1667,260	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Di	14990,113	tonne.

## 6-CURVA DE ÁREAS SECCIONALES

En la siguiente imagen, que hemos extraído de Maxsurf, se muestra el área de cada sección transversal a lo largo de la eslora del buque.



## 7-BIBLIOGRAFÍA

- “El Proyecto Básico del Buque Mercante”; Ricardo Alvariño, Juan José Azpíroz y Manuel Meizoso.
- “Proyectos de Buques y Artefactos”, Fernando Junco Ocampo.
- Apuntes asignatura “Métodos Computacionales Aplicados al Proyecto del Buque”, EPS Ferrol.
- Reglamento Sociedad de Clasificación DNV
- Diverso material web



# ANEXO I

## Cartilla de trazado del buque base

LÍNEAS DE AGUA (m)	SECCIONES					
	-0,25	0	0,5	1	1,5	2
0,0000	-	-	-	-	0,0000	0,0000
1,9000	-	-	-	1,6340	2,5290	3,5480
3,8000	-	-	-	1,6620	2,6100	3,9030
5,7000	-	-	-	1,0670	2,4290	5,0000
7,6000	-	-	-	0,8380	3,5100	11,9040
9,5000	-	-	-	1,8940	14,2430	18,0000
11,4000	-	-	5,0000	15,0800	18,3040	19,8460
13,3000	6,8730	9,6740	14,4780	17,6320	19,5270	20,6930
15,2000	11,7080	13,4160	16,3050	18,5190	20,0130	20,8430
17,1000	13,1360	14,4570	16,9040	18,8580	20,2210	20,9470
<b>XL (m)</b>	-3,3875	0,0000	6,7750	13,5500	20,3250	27,1000

LÍNEAS DE AGUA (m)	SECCIONES					
	2,5	3	4	5	6	7
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,9000	4,7020	6,3090	12,0000	16,4440	18,5950	19,9160
3,8000	6,0120	9,6640	16,4470	19,0650	20,2990	20,9420
5,7000	10,4400	15,2190	19,0830	20,4600	21,0670	21,2450
7,6000	16,8200	18,7640	20,4430	21,0970	21,2500	21,2500
9,5000	19,5030	20,3050	21,0650	21,2500	21,2500	21,2500
11,4000	20,6080	20,9860	21,2390	21,2500	21,2500	21,2500
13,3000	21,0180	21,2020	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500
15,2000	21,1500	21,2370	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500
17,1000	21,1970	21,2430	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500
<b>XL (m)</b>	33,8750	40,6500	54,2000	67,7500	81,3000	94,8500

	<b>SECCIONES</b>					
<b>LÍNEAS DE AGUA (m)</b>	8	9	10	11	12	13
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,9000	20,6330	20,8950	20,9400	20,8320	20,4360	19,5920
3,8000	21,2050	21,2490	21,2500	21,2490	21,1550	20,7390
5,7000	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,1700
7,6000	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500
9,5000	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500
11,4000	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500
13,3000	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500
15,2000	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500
17,1000	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500	21,2500
<b>XL (m)</b>	108,4000	121,9500	135,5000	149,0500	162,6000	176,1500

	<b>SECCIONES</b>					
<b>LÍNEAS DE AGUA (m)</b>	14	15	16	17	17,5	18
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,9000	18,1320	15,8800	12,9000	9,5960	7,9580	6,3880
3,8000	19,7810	18,0210	15,2560	11,7220	9,8540	8,0000
5,7000	20,5860	19,2250	16,7690	13,1470	11,0870	8,9990
7,6000	21,0050	19,9680	17,8020	14,1960	12,0000	9,6890
9,5000	21,2040	20,4550	18,5280	15,0290	12,7610	10,2700
11,4000	21,2500	20,7360	19,0840	15,7470	13,4750	10,8710
13,3000	21,2500	20,9860	19,5370	16,3960	14,1740	11,5630
15,2000	21,2500	21,1280	19,9190	16,9890	14,8580	12,3370
17,1000	21,2500	21,2110	20,2380	17,5390	15,5230	13,1370
<b>XL (m)</b>	189,7000	203,2500	216,8000	230,3500	237,1250	243,9000

	<b>SECCIONES</b>					
<b>LÍNEAS DE AGUA (m)</b>	18,5000	19,0000	19,5000	20,0000	20,2500	20,5000
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-	-
1,9000	4,9260	3,5890	2,2490	1,3170	0,4370	-
3,8000	6,1950	4,2570	3,2560	2,4080	1,8970	0,1580
5,7000	6,9120	4,9120	3,5360	3,0490	2,7010	1,6580
7,6000	7,3230	5,0000	3,3890	3,1990	2,9940	2,0800
9,5000	7,6750	5,1040	2,9460	2,3960	2,3260	1,4120
11,4000	8,1450	5,4140	2,7170	0,0000	-	-
13,3000	8,7640	5,9480	3,1180	0,1900	-	-
15,2000	9,5310	6,6790	3,8360	0,9120	-	-
17,1000	10,4390	7,6030	4,7340	1,7310	-	-
<b>XL (m)</b>	250,6750	257,4500	264,2250	271,0000	274,3875	277,7750

# ANEXO II

## Cartilla de trazado del buque proyecto

LÍNEAS DE AGUA (m)	SECCIONES					
	-0,25	0	0,5	1	1,5	2
0,0000	-	-	-	-	0,0000	0,0000
1,9673	-	-	-	1,6609	2,5707	3,6064
3,9346	-	-	-	1,6894	2,6530	3,9673
5,9020	-	-	-	1,0846	2,4690	5,0824
7,8693	-	-	-	0,8518	3,5678	12,1001
9,8366	-	-	-	1,9252	14,4776	18,2965
11,8039	-	-	5,0824	15,3284	18,6055	20,1729
13,7713	6,9862	9,8333	14,7165	17,9224	19,8486	21,0338
15,7386	11,9008	13,6370	16,5713	18,824	20,3426	21,1863
17,7059	13,3524	14,6951	17,1824	19,1686	20,5541	21,2920
<b>XL (m)</b>	-3,3712	0,0000	6,7425	13,4850	20,2275	26,970

LÍNEAS DE AGUA (m)	SECCIONES					
	2,5	3	4	5	6	7
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,9673	4,7794	6,4129	12,1976	16,7148	18,9013	20,2440
3,9346	6,1110	9,8232	16,7179	19,3790	20,6333	21,2869
5,9020	10,6120	15,4697	19,3973	20,7970	21,4140	21,5949
7,8693	17,0970	19,0731	20,7797	21,4445	21,6000	21,6000
9,8366	19,8242	20,6394	21,4120	21,6000	21,6000	21,6000
11,8039	20,9474	21,3317	21,5888	21,6000	21,6000	21,6000
13,7713	21,3642	21,5512	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000
15,7386	21,4984	21,5868	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000
17,7059	21,5461	21,5929	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000
<b>XL (m)</b>	33,7125	40,4550	53,9400	67,4250	80,9100	94,3950

LÍNEAS DE AGUA (m)	SECCIONES					
	8	9	10	11	12	13
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,9673	20,9728	21,2392	21,2849	21,1751	20,7726	19,9147
3,9346	21,5543	21,5990	21,6000	21,5990	21,5034	21,0806
5,9020	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,5187
7,8693	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000
9,8366	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000
11,8039	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000
13,7713	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000
15,7386	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000
17,7059	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000	21,6000
<b>XL (m)</b>	107,8800	121,3650	134,8500	148,3350	161,8200	175,3050

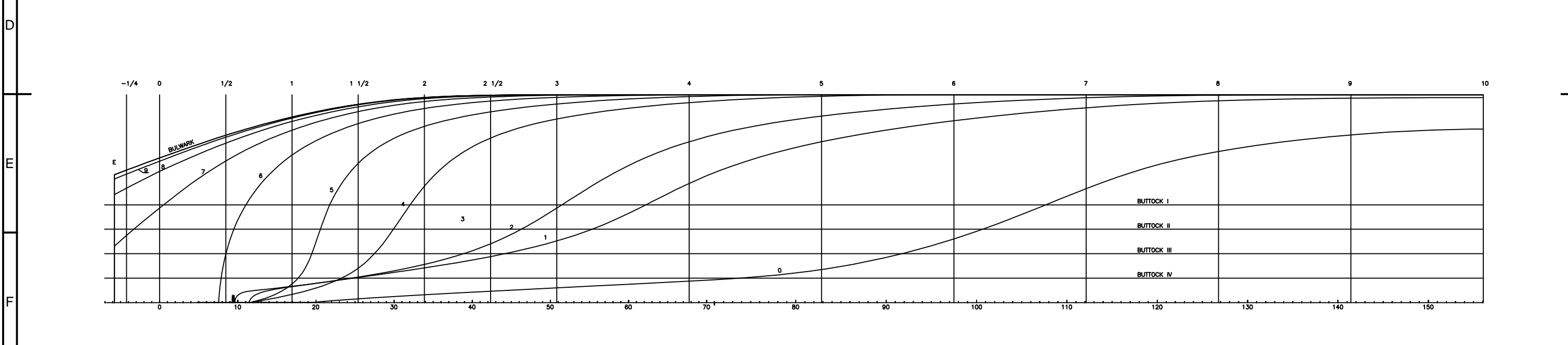
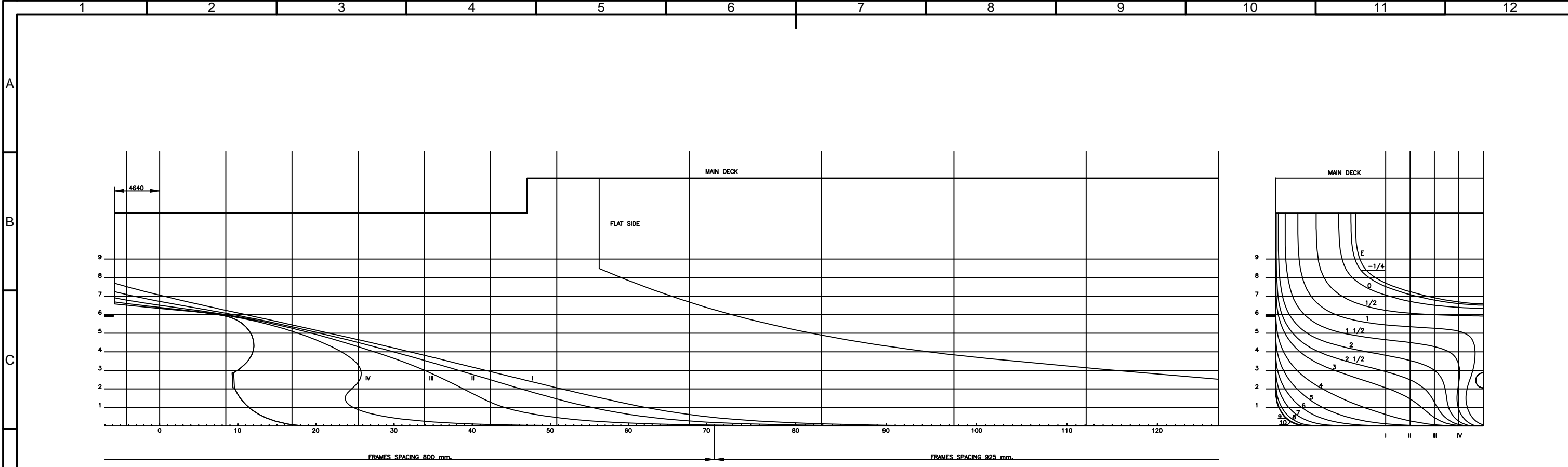
LÍNEAS DE AGUA (m)	SECCIONES					
	14	15	16	17	17,5	18
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,9673	18,4306	16,1416	13,1125	9,7541	8,0891	6,4932
3,9346	20,1068	18,3178	15,5073	11,9151	10,0163	8,1318
5,9020	20,9251	19,5416	17,0452	13,3635	11,2696	9,1472
7,8693	21,3510	20,2969	18,0952	14,4298	12,1976	9,8436
9,8366	21,5532	20,7919	18,8332	15,2765	12,9712	10,4392
11,8039	21,6000	21,0775	19,3983	16,0064	13,6969	11,0501
13,7713	21,6000	21,3317	19,8588	16,6661	14,4075	11,7534
15,7386	21,6000	21,4760	20,2471	17,2688	15,1027	12,5402
17,7059	21,6000	21,5604	20,5313	17,8279	15,7787	13,3534
<b>XL (m)</b>	188,7900	202,2750	215,7600	229,2450	235,9875	242,7300

<b>LÍNEAS DE AGUA (m)</b>	<b>SECCIONES</b>					
	18,5	19	19,5	20	20,25	20,5
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-	-
1,9673	5,0071	3,6481	2,2860	1,3387	2,3237	-
3,9346	6,2970	4,3271	3,3096	2,4477	3,3641	2,4880
5,9020	7,0258	4,9929	3,5942	3,0992	3,6534	3,1502
7,8693	7,4436	5,0824	3,4448	3,2517	3,5015	3,3053
9,8366	7,8014	5,1881	2,9945	2,4355	3,0438	2,4756
11,8039	8,2792	5,5032	2,7618	0,0000	-	-
13,7713	8,9083	6,0460	3,1694	0,1931	-	-
15,7386	9,6880	6,7890	3,8992	0,9270	-	-
17,7059	10,6109	7,7282	4,8120	1,7595	-	-
<b>XL (m)</b>	249,4725	256,2150	262,9575	269,7000	273,0712	276,4425



# ANEXO III

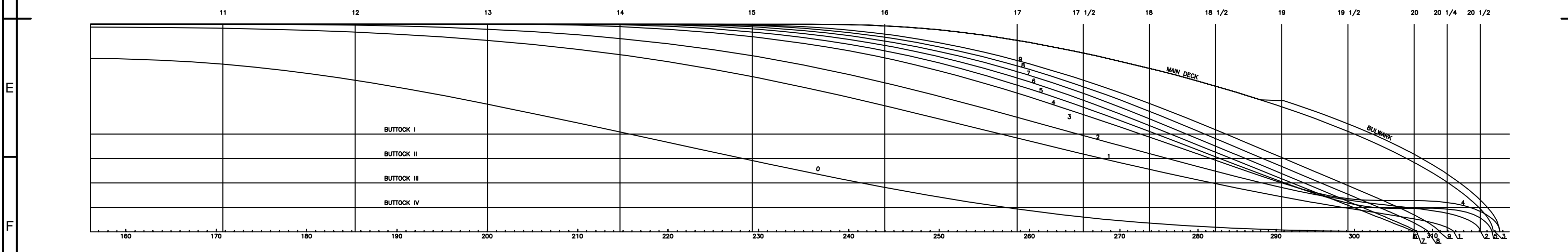
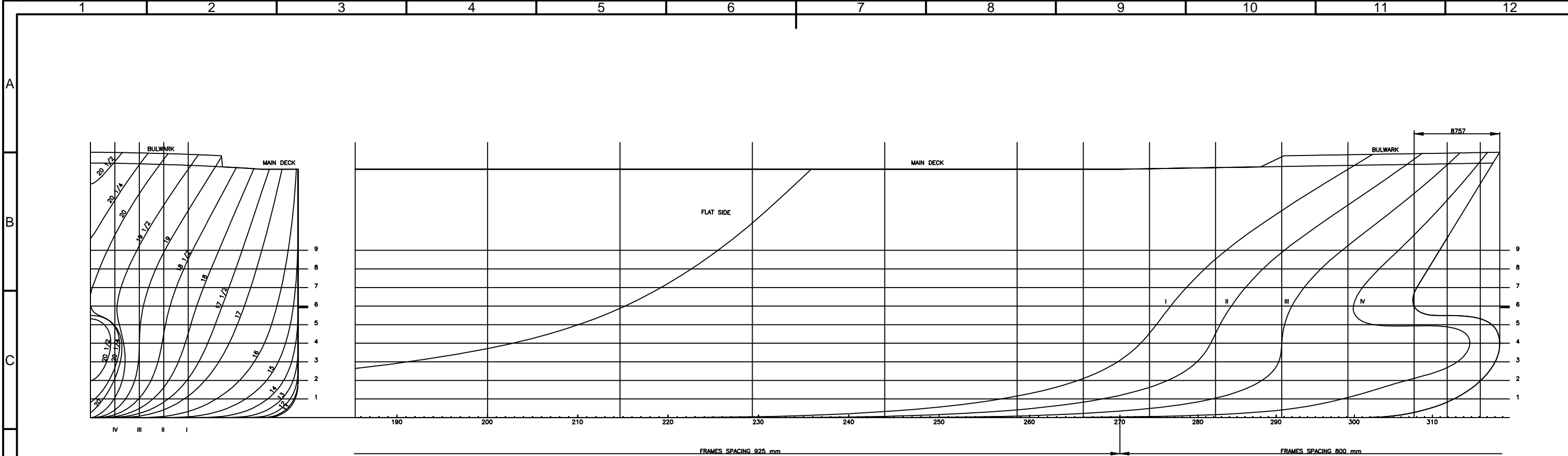
Plano de formas del buque base



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR	PROYECTO: (PENDIENTE)
	PLANO DE FORMAS BUQUE BASE: CÁDIZ KNUTSEN (POPA)
AUTOR: ISMAEL GRANDAL MOURIZ	ESCALA 1:400

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



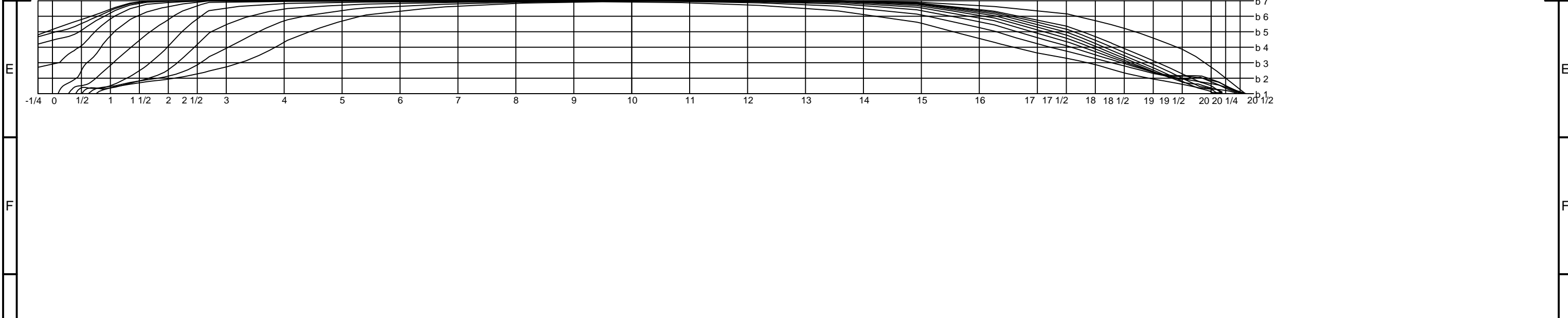
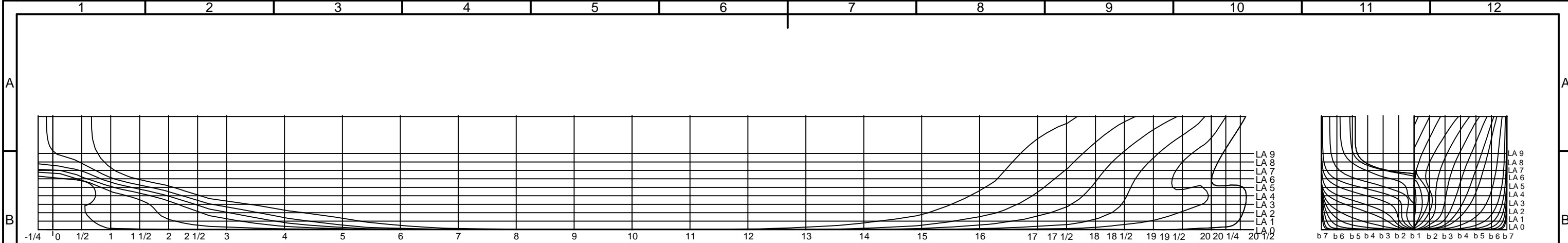
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR	PROYECTO: (PENDIENTE)
	PLANO DE FORMAS BUQUE BASE: CÁDIZ KNUTSEN (PROA)
AUTOR: ISMAEL GRANDAL MOURIZ	ESCALA 1:400

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

# ANEXO IV

Plano de formas del buque proyecto



PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR	PROYECTO: 15 105 P
PLANO DE FORMAS BUQUE PROYECTO)	
AUTOR: ISMAEL GRANDAL MOURIZ	ESCALA 1:900