



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Máster**

**CURSO 2016/2017**

---

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

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNA/O**

Ismael Grandal Mouriz

**TUTORAS/ES**

Vicente Díaz Casas

**FECHA**

SEPTIEMBRE DE 2017

## **CUADERNO 3**

En el presente cuaderno realizaremos el diseño de formas de nuestro buque y explicaremos los pasos seguidos para ello.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2016/2017**

---

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

---

**Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**

**CUADERNO 3**

**DISEÑO DE FORMAS**

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016-2017

**PROYECTO NÚMERO: 17-32 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 2017

ALUMNO: D. Ismael Grandal Mouriz

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN. COEFICIENTES.....	6
2. CONTORNOS DE PROA Y POPA.....	6
3. TRAZADO DEL BULBO.....	10
4. PROYECTO DE FORMAS POR TRANSFORMACIÓN.....	11
5. COEFICIENTES.....	15
6. CURVA DE ÁREAS SECCIONALES.....	16
7. BIBLIOGRAFÍA.....	16

ANEXO I: CARTILLA DE TRAZADO BARCELONA KNUITSEN

ANEXO II: CARTILLA DE TRAZADO CÁDIZ KNUITSEN

ANEXO III: CARTILLA DE TRAZADO BUQUE PROYECTO

ANEXO IV: PLANO DE FORMAS BARCELONA KNUITSEN

ANEXO V: PLANO DE FORMAS CÁDIZ KNUITSEN

ANEXO VI: PLANO DE FORMAS BUQUE PROYECTO

---

## 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 las claras 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



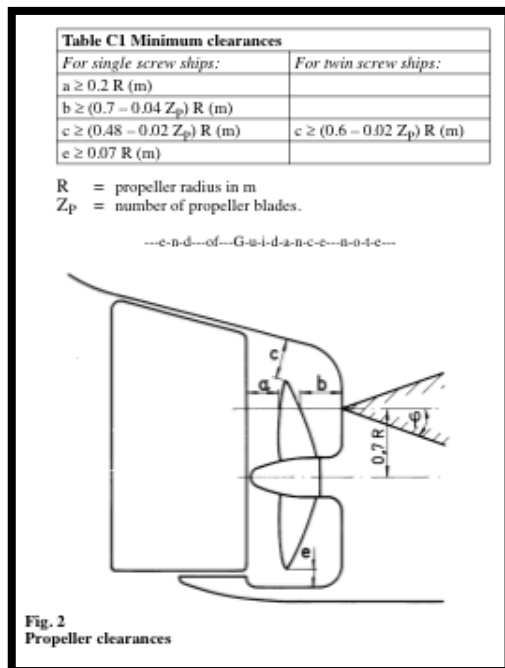
una disminución en resistencia viscosa de presión, dando lugar a una disminución neta de potencia.

Teniendo en cuenta las características de nuestro buque, y que el buque base no lo lleva, no 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.

Claros entre el propulsor el codaste

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



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

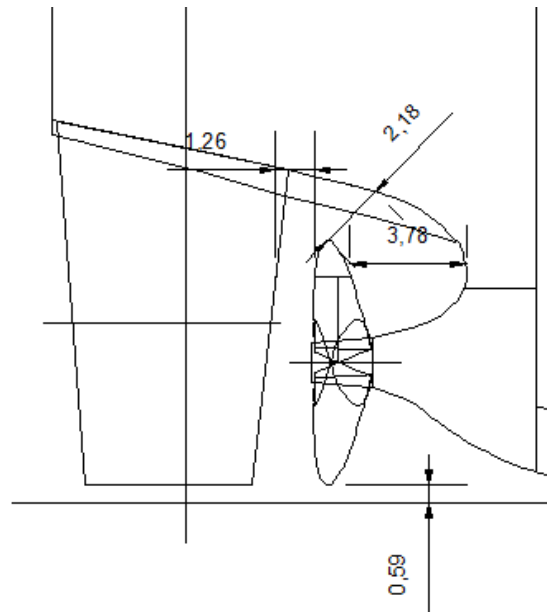
Clara a:  $a \geq 0,2 \cdot R = 0,85$

Clara b:  $b \geq (0,7 - 0,04Z) \cdot R = 2,16$

Clara c:  $c \geq (0,6 - 0,02Z) \cdot R = 2,08$

Clara e:  $e \geq 0,07 \cdot R = 0,28$

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



En el esquema vemos las claras a (1,26), b (3,78), c (2,18) y e (0,59). 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)

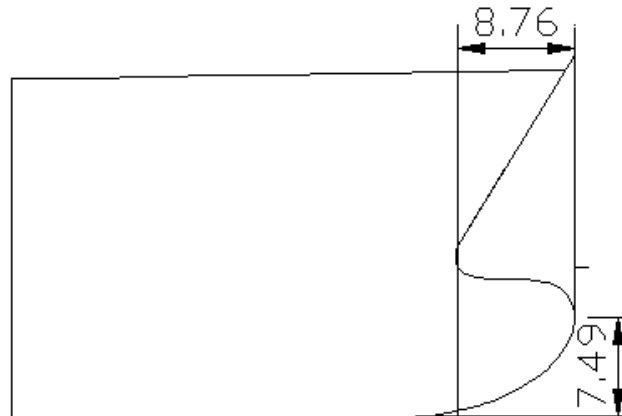
Es la abscisa del punto más a proa del contorno longitudinal del bulbo, referida a la perpendicular de proa.

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. Como este buque tiene sólo una línea de ejes, para la parte de popa tomaremos como buque base el “Barcelona Knutsen” (con dos líneas de ejes), que también está en nuestra base de datos. Este buque nos servirá de base hasta la cuaderna 8.

<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 base (Barcelona Knutsen)</b>	
Volumen	173.650
Lpp	279
B	45,8
D	26,5
T	12,9
V	19,5
$\Delta$	131.720
Fn	0,1917
Cp	0,7974
Cm	0,9973
Cb	0,778

<b>Buque proyecto</b>	
Volumen	145.000
Lpp	269,7
B	43,2
D	26,3
T	11,5
V	19,5
$\Delta$	105.379
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:

$$Cb_{B.BASE} \text{ (Cádiz Knutsen)} = 0,7532$$

$$Cb_{B.BASE} \text{ (Barcelona Knutsen)} = 0,778$$

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

---

Vemos que nuestro coeficiente de bloque apenas varía un 2 % respecto al Cádiz Knutsen y un 1,4 % respecto al Barcelona Knutsen.

### **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

$$\delta_L = \frac{L_{BUQUE\ PROYECTO}}{L_{BUQUE\ BASE\ (C.K.)}} = 0,995202952$$

$$\delta_L = \frac{L_{BUQUE\ PROYECTO}}{L_{BUQUE\ BASE\ (B.K.)}} = 0,96666667$$

Donde:

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

$L_{BUQUE\ BASE\ (Cádiz\ Knutsen)} = 271$  m.

$L_{BUQUE\ BASE\ (Barcelona\ Knutsen)} = 279$  m.

#### Coeficiente de manga

$$\delta_B = \frac{B_{BUQUE\ PROYECTO}}{B_{BUQUE\ BASE\ (C.K.)}} = 1,016470588$$

$$\delta_B = \frac{B_{BUQUE\ PROYECTO}}{B_{BUQUE\ BASE\ (B.K.)}} = 0,94323144$$

Donde:

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

$B_{BUQUE\ BASE\ (Cádiz\ Knutsen)} = 42,5$  m.

$B_{BUQUE\ BASE\ (Barcelona\ Knutsen)} = 45,8$  m. 0,99245283

#### Coeficiente de puntal o calado

$$\delta_D = \frac{D_{BUQUE\ PROYECTO}}{D_{BUQUE\ BASE\ (C.K.)}} = 1,035433071$$

$$\delta_D = \frac{D_{BUQUE\ PROYECTO}}{D_{BUQUE\ BASE\ (B.K.)}} = 0,99245283$$

Donde:

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

$D_{BUQUE\ BASE\ (Cádiz\ Knutsen)} = 25,4$  m.

$D_{BUQUE\ BASE\ (Barcelona\ Knutsen)} = 26,5$  m.

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

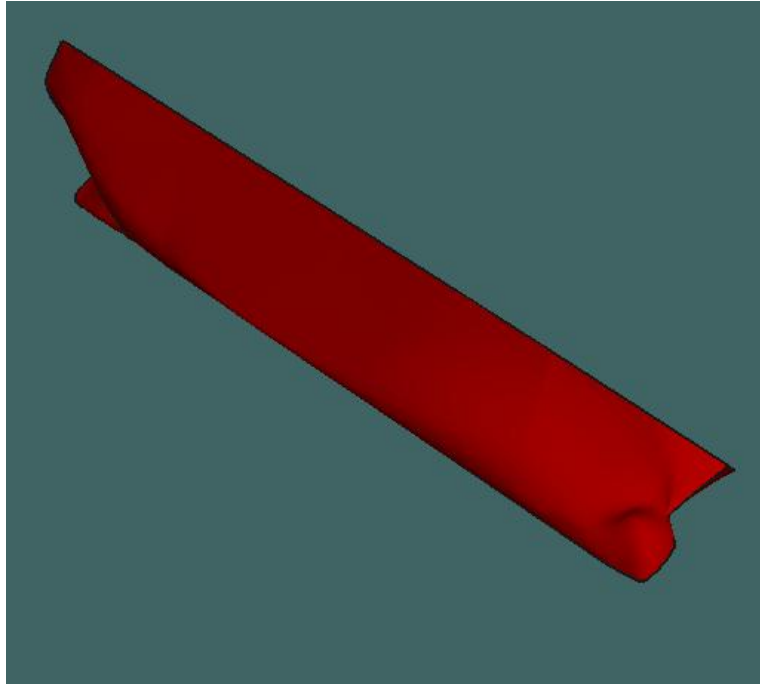
Las cartillas de trazado del buque base y nuestro buque las adjuntamos como anexos. Es conveniente señalar que para generar las formas de nuestro buque hemos tenido que dar más puntos que los que aparecen estrictamente en la cartilla,

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

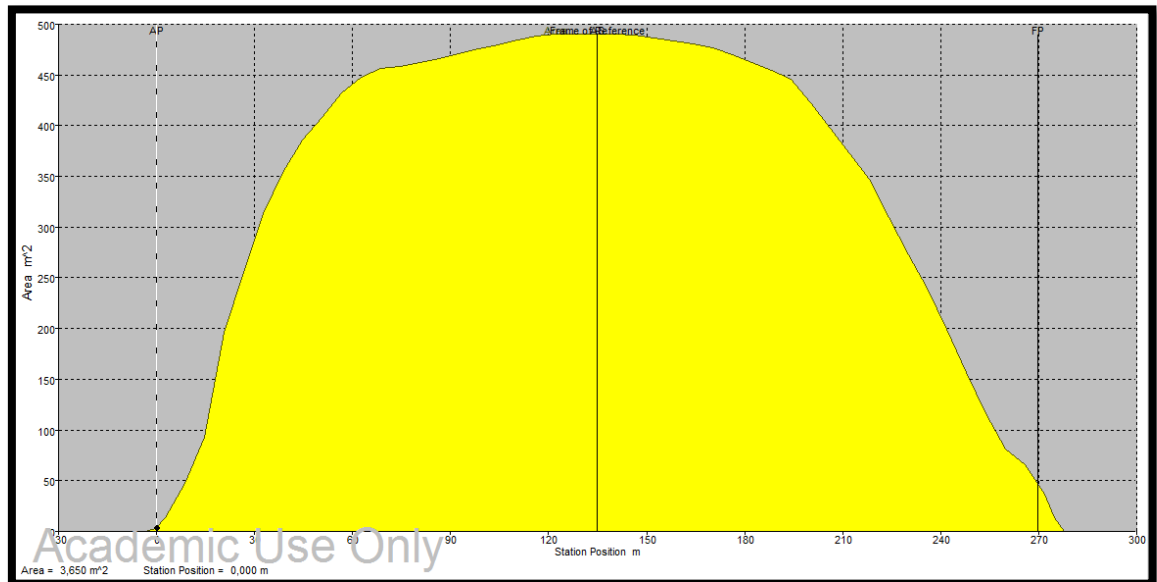
### 5-COEFICIENTES

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

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	99898	t
2	Volume (displaced)	97461,700	m <sup>3</sup>
3	Draft Amidships	11,500	m
4	Immersed depth	11,500	m
5	WL Length	275,945	m
6	Beam max extents o	43,193	m
7	Wetted Area	14716,687	m <sup>2</sup>
8	Max sect. area	490,427	m <sup>2</sup>
9	Waterpl. Area	9937,342	m <sup>2</sup>
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,737	
11	Block coeff. (Cb)	0,727	
12	Max Sect. area coeff	0,987	
13	Waterpl. area coeff.	0,853	
14	LCB length	133,199	from z
15	LCF length	125,596	from z
16	LCB %	49,388	from z
17	LCF %	46,569	from z
18	KB	6,188	m
19	KG fluid	0,000	m
20	BMt	13,854	m
21	BML	479,459	m
22	GMt corrected	20,042	m
23	GML	485,648	m
24	KMt	20,042	m
25	KML	485,648	m
26	Immersion (TPc)	101,858	tonne/c
27	MTc	1798,864	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Di	34942,771	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 Barcelona Knutsen

<b>Pos. Long.</b>	<b>Semimanga</b>	<b>Pos. Vertical</b>
-3,50	-	0,0000
-3,50	-	1,9823
-3,50	-	3,9645
-3,50	-	5,9469
-3,50	-	7,9291
-3,50	-	9,9114
-3,50	1,70117101	11,8937
-3,50	12,3024752	13,8760
-3,50	17,0845918	15,8583
-3,50	19,2242479	17,8406
-3,50	20,8190833	26,5000
0	-	0,0000
0	-	1,9823
0	-	3,9645
0	-	5,9469
0	-	7,9291
0	-	9,9114
0	6,71846057	11,8937
0	14,290394	13,8760
0	18,2484094	15,8583
0	19,9155291	17,8406
0	21,157605	26,5000
7	-	0,0000
7	-	1,9823
7	-	3,9645
7	-	5,9469
7	-	7,9291
7	2,28044134	9,9114
7	13,4159129	11,8937
7	17,8446725	13,8760
7	20,0273408	15,8583
7	21,147748	17,8406
7	21,851674	26,5000
14	-	0,0000
14	6,32448107	1,9823
14	9,90056436	1,9823

14	6,08124329	3,9645
14	9,65065571	3,9645
14	6,20360892	5,9469
14	8,48036634	5,9469
14	1,72168144	7,9291
14	6,12435502	7,9291
14	7,35697219	7,9291
14	12,3308513	9,9114
14	17,7498865	11,8937
14	20,1776843	13,8760
14	21,4522184	15,8583
14	22,1107427	17,8406
14	22,35637	26,5000
21	-	0,0000
21	5,8024	1,9823
21	10,8145	1,9823
21	5,5861	3,9645
21	10,5366	3,9645
21	3,2588	5,9469
21	5,5656	5,9469
21	9,8418	5,9469
21	11,6664	7,9291
21	16,9775	9,9114
21	19,9019	11,8937
21	21,4792	13,8760
21	22,3202	15,8583
21	22,7268	17,8406
21	22,7775	26,5000
28	-	0,0000
28	5,4945	1,9823
28	11,4785	1,9823
28	5,2161	3,9645
28	11,4017	3,9645
28	11,6812	5,9469
28	16,5032	7,9291
28	19,5950	9,9114
28	21,3407	11,8937
28	22,3143	13,8760

28	22,7899	15,8583
28	22,9000	17,8406
28	22,9000	26,5000
35	9,5832	0,0000
35	12,1943	1,9823
35	12,2025	3,9645
35	16,0836	5,9469
35	19,3106	7,9291
35	21,1720	9,9114
35	22,2356	11,8937
35	22,7723	13,8760
35	22,9000	15,8583
35	22,9000	17,8406
35	22,9000	26,5000
42	9,7126	0,0000
42	12,9093	1,9823
42	15,5452	3,9645
42	18,8984	5,9469
42	21,0035	7,9291
42	22,1404	9,9114
42	22,7158	11,8937
42	22,8990	13,8760
42	22,9000	15,8583
42	22,9000	17,8406
42	22,9000	26,5000
56	10,5081	0,0000
56	16,8394	1,9823
56	20,1978	3,9645
56	21,8069	5,9469
56	22,5984	7,9291
56	22,8759	9,9114
56	22,9000	11,8937
56	22,9000	13,8760
56	22,9000	15,8583
56	22,9000	17,8406
56	22,9000	26,5000
70	12,4695	0,0000
70	20,5320	1,9823

70	22,2126	3,9645
70	22,8334	5,9469
70	22,9000	7,9291
70	22,9000	9,9114
70	22,9000	11,8937
70	22,9000	13,8760
70	22,9000	15,8583
70	22,9000	17,8406
70	22,9000	26,5000
84	17,0396	0,0000
84	22,3352	1,9823
84	22,8594	3,9645
84	22,8771	5,9469
84	22,9000	7,9291
84	22,9000	9,9114
84	22,9000	11,8937
84	22,9000	13,8760
84	22,9000	15,8583
84	22,9000	17,8406
84	22,9000	26,5000
98	19,8752	0,0000
98	22,6989	1,9823
98	22,9000	3,9645
98	22,9000	5,9469
98	22,9000	7,9291
98	22,9000	9,9114
98	22,9000	11,8937
98	22,9000	13,8760
98	22,9000	15,8583
98	22,9000	17,8406
98	22,9000	26,5000
112	20,3113	0,0000
112	22,7248	1,9823
112	22,9000	3,9645
112	22,9000	5,9469
112	22,9000	7,9291
112	22,9000	9,9114
112	22,9000	11,8937

112	22,9000	13,8760
112	22,9000	15,8583
112	22,9000	17,8406
112	22,9000	26,5000

# ANEXO II

## Cartilla de trazado del Cádiz Knutsen

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
XL (m)	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>	33,875 0	40,650 0	54,200 0	67,750 0	81,300 0	94,850 0
---------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

<b>LÍNEAS DE AGUA (m)</b>	<b>SECCIONES</b>					
	8	9	10	11	12	13
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,9000	20,633 0	20,895 0	20,940 0	20,832 0	20,436 0	19,592 0
3,8000	21,205 0	21,249 0	21,250 0	21,249 0	21,155 0	20,739 0
5,7000	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,170 0
7,6000	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0
9,5000	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0
11,4000	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0
13,3000	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0
15,2000	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0
17,1000	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0	21,250 0
<b>XL (m)</b>	108,40 00	121,95 00	135,50 00	149,05 00	162,60 00	176,15 00

<b>LÍNEAS DE AGUA (m)</b>	<b>SECCIONES</b>					
	14	15	16	17	17,5	18
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,9000	18,132 0	15,880 0	12,900 0	9,5960	7,9580	6,3880
3,8000	19,781 0	18,021 0	15,256 0	11,722 0	9,8540	8,0000
5,7000	20,586 0	19,225 0	16,769 0	13,147 0	11,087 0	8,9990
7,6000	21,005	19,968	17,802	14,196	12,000	9,6890

	0	0	0	0	0	
9,5000	21,204 0	20,455 0	18,528 0	15,029 0	12,761 0	10,270 0
11,4000	21,250 0	20,736 0	19,084 0	15,747 0	13,475 0	10,871 0
13,3000	21,250 0	20,986 0	19,537 0	16,396 0	14,174 0	11,563 0
15,2000	21,250 0	21,128 0	19,919 0	16,989 0	14,858 0	12,337 0
17,1000	21,250 0	21,211 0	20,238 0	17,539 0	15,523 0	13,137 0
<b>XL (m)</b>	189,70 00	203,25 00	216,80 00	230,35 00	237,12 50	243,90 00

	<b>SECCIONES</b>					
<b>LÍNEAS DE AGUA (m)</b>	18,500 0	19,000 0	19,500 0	20,000 0	20,250 0	20,500 0
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	10,439 0	7,6030	4,7340	1,7310	-	-
<b>XL (m)</b>	250,67 50	257,45 00	264,22 50	271,00 00	274,38 75	277,77 50

# ANEXO III

## Cartilla de trazado del buque proyecto

<b>Pos. Long.</b>	<b>Semimanga</b>	<b>Pos. Vertical</b>
-3,3833	-	0,0000
-3,3833	-	1,9673
-3,3833	-	3,9346
-3,3833	-	5,9020
-3,3833	-	7,8693
-3,3833	-	9,8366
-3,3833	1,60459798	11,8039
-3,3833	11,6040815	13,7713
-3,3833	16,1147241	15,7386
-3,3833	18,1329151	17,7059
-3,3833	19,637214	26,3000
0,0000	-	0,0000
0,0000	-	1,9673
0,0000	-	3,9346
0,0000	-	5,9020
0,0000	-	7,8693
0,0000	-	9,8366
0,0000	6,33706324	11,8039
0,0000	13,4791489	13,7713
0,0000	17,2124735	15,7386
0,0000	18,7849532	17,7059
0,0000	19,9565183	26,3000
6,7667	-	0,0000
6,7667	-	1,9673
6,7667	-	3,9346
6,7667	-	5,9020
6,7667	-	7,8693
6,7667	2,15098397	9,8366
6,7667	12,6543108	11,8039
6,7667	16,8316562	13,7713
6,7667	18,8904176	15,7386
6,7667	19,9472209	17,7059
6,7667	20,611186	26,3000
13,5333	-	0,0000
13,5333	5,96544939	1,9673

13,5333	9,33852359	1,9673
13,5333	5,73601987	3,9346
13,5333	9,10280189	3,9346
13,5333	5,85143898	5,9020
13,5333	7,99894817	5,9020
13,5333	1,62394406	7,8693
13,5333	5,77668421	7,8693
13,5333	6,93932748	7,8693
13,5333	11,6308467	9,8366
13,5333	16,742251	11,8039
13,5333	19,0322262	13,7713
13,5333	20,2344069	15,7386
13,5333	20,8555477	17,7059
13,5333	21,0872311	26,3000
20,3000	-	0,0000
20,3000	5,47296948	1,9673
20,3000	10,2005513	1,9673
20,3000	5,26899038	3,9346
20,3000	9,93844	3,9346
20,3000	3,07377338	5,9020
20,3000	5,2496443	5,9020
20,3000	9,2831149	5,9020
20,3000	11,0040711	7,8693
20,3000	16,0136737	9,8366
20,3000	18,7720872	11,8039
20,3000	20,2598573	13,7713
20,3000	21,0531407	15,7386
20,3000	21,4365876	17,7059
20,3000	21,4844832	26,3000
27,0667	-	0,0000
27,0667	5,1825904	1,9673
27,0667	10,8268572	1,9673
27,0667	4,92000958	3,9346
27,0667	10,7544503	3,9346
27,0667	11,0180642	5,9020
27,0667	15,566366	7,8693
27,0667	18,4826472	9,8366
27,0667	20,1292243	11,8039

27,0667	21,0475059	13,7713
27,0667	21,4961284	15,7386
27,0667	21,5999962	17,7059
27,0667	21,5999962	26,3000
33,8333	9,03912886	0,0000
33,8333	11,5020919	1,9673
33,8333	11,5097928	3,9346
33,8333	15,1705226	5,9020
33,8333	18,2143377	7,8693
33,8333	19,9701356	9,8366
33,8333	20,9733146	11,8039
33,8333	21,4795058	13,7713
33,8333	21,5999962	15,7386
33,8333	21,5999962	17,7059
33,8333	21,5999962	26,3000
40,6000	9,16121579	0,0000
40,6000	12,1764814	1,9673
40,6000	14,6627348	3,9346
40,6000	17,8255378	5,9020
40,6000	19,8111409	7,8693
40,6000	20,8835337	9,8366
40,6000	21,4262571	11,8039
40,6000	21,5990571	13,7713
40,6000	21,5999962	15,7386
40,6000	21,5999962	17,7059
40,6000	21,5999962	26,3000
54,1333	9,91158088	0,0000
54,1333	15,8834164	1,9673
54,1333	19,0511967	3,9346
54,1333	20,5689251	5,9020
54,1333	21,3155337	7,8693
54,1333	21,5772693	9,8366
54,1333	21,5999962	11,8039
54,1333	21,5999962	13,7713
54,1333	21,5999962	15,7386
54,1333	21,5999962	17,7059
54,1333	21,5999962	26,3000
67,6667	11,7616675	0,0000

67,6667	19,3664627	1,9673
67,6667	20,9516207	3,9346
67,6667	21,5371684	5,9020
67,6667	21,5999962	7,8693
67,6667	21,5999962	9,8366
67,6667	21,5999962	11,8039
67,6667	21,5999962	13,7713
67,6667	21,5999962	15,7386
67,6667	21,5999962	17,7059
67,6667	21,5999962	26,3000
81,2000	16,0722755	0,0000
81,2000	21,0672276	1,9673
81,2000	21,5616797	3,9346
81,2000	21,5783962	5,9020
81,2000	21,5999962	7,8693
81,2000	21,5999962	9,8366
81,2000	21,5999962	11,8039
81,2000	21,5999962	13,7713
81,2000	21,5999962	15,7386
81,2000	21,5999962	17,7059
81,2000	21,5999962	26,3000
94,7333	18,7469185	0,0000
94,7333	21,4102919	1,9673
94,7333	21,5999962	3,9346
94,7333	21,5999962	5,9020
94,7333	21,5999962	7,8693
94,7333	21,5999962	9,8366
94,7333	21,5999962	11,8039
94,7333	21,5999962	13,7713
94,7333	21,5999962	15,7386
94,7333	21,5999962	17,7059
94,7333	21,5999962	26,3000

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



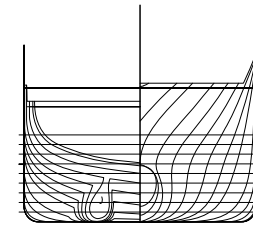
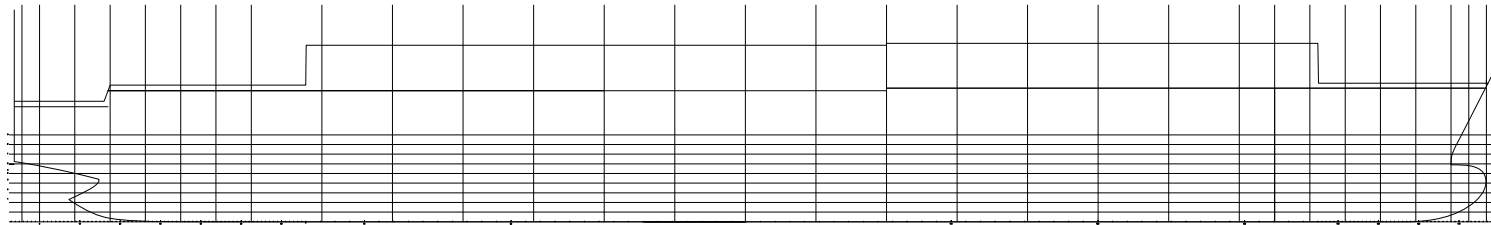
15,7386	21,600 0	21,476 0	20,247 1	17,268 8	15,102 7	12,540 2
17,7059	21,600 0	21,560 4	20,531 3	17,827 9	15,778 7	13,353 4
<b>XL (m)</b>	188,79 00	202,27 50	215,76 00	229,24 50	235,98 75	242,73 00

LÍNEAS DE AGUA (m)	SECCIONES					
	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	10,610 9	7,7282	4,8120	1,7595	-	-
<b>XL (m)</b>	249,47 25	256,21 50	262,95 75	269,70 00	273,07 12	276,44 25

# ANEXO IV

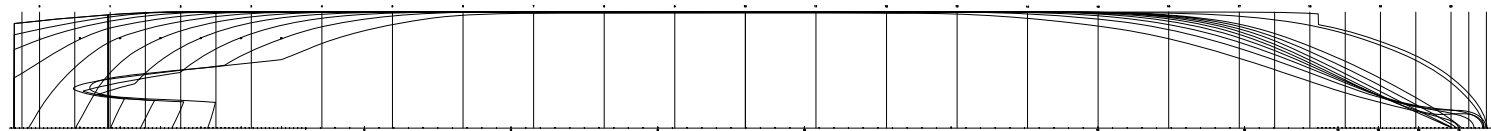
Plano de formas del buque base

(Barcelona Knutsen)



MAIN PARTICULARS

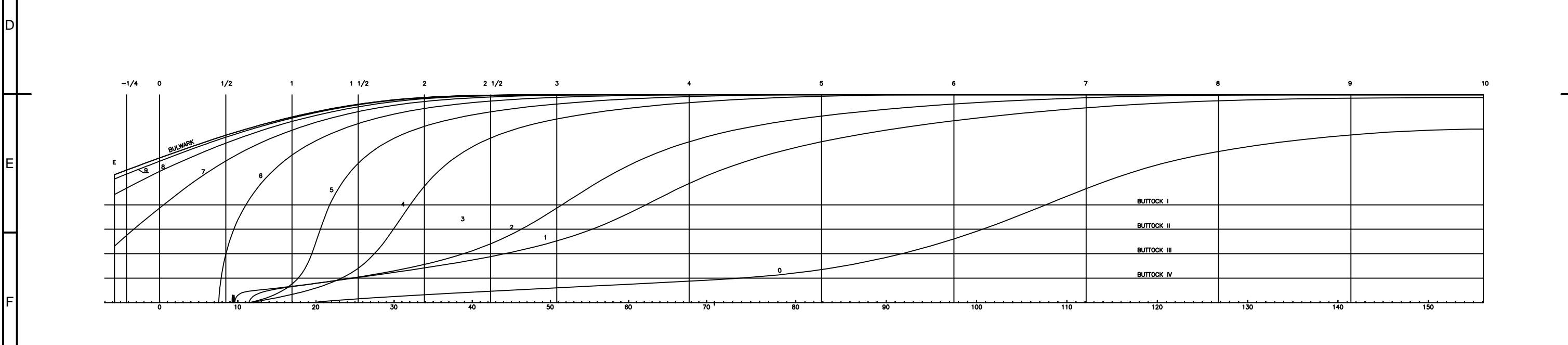
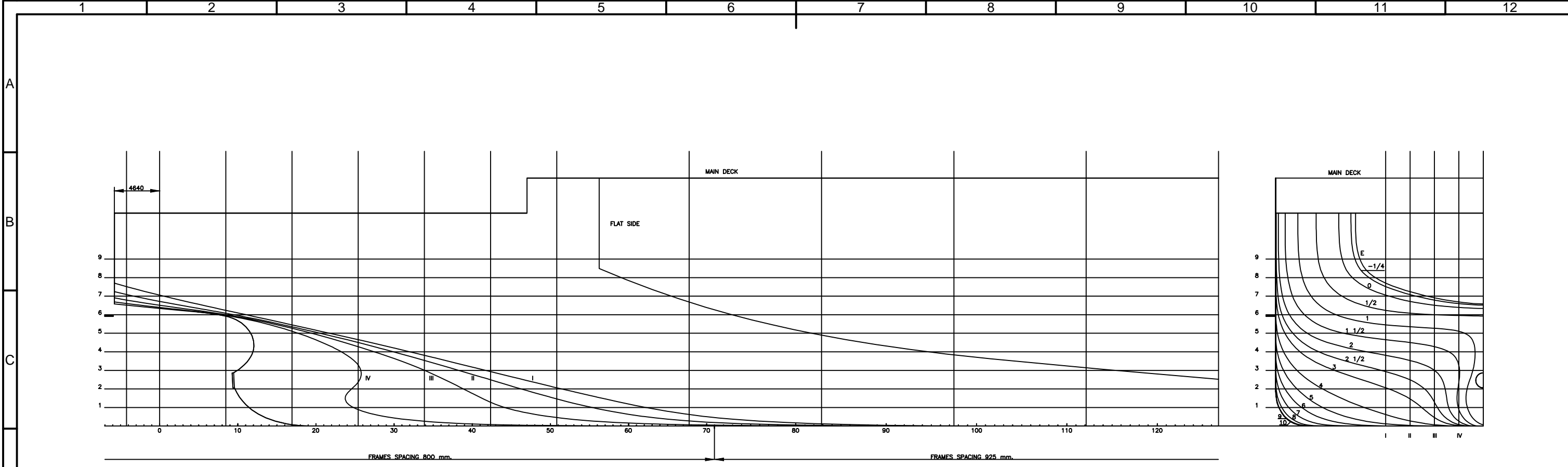
LENGTH	120.000	m
WIDTH	12.000	m
AREA	1440.000	m <sup>2</sup>
VOLUME	17280.000	m <sup>3</sup>
PERIMETER	264.000	m
DIAMETER	12.000	m
HEIGHT	12.000	m
DEPTH	12.000	m
THICKNESS	12.000	m
WEIGHT	17280.000	t
LOAD	17280.000	t
STRENGTH	17280.000	t
RESISTANCE	17280.000	t
STIFFNESS	17280.000	t
STABILITY	17280.000	t
STRENGTH	17280.000	t
RESISTANCE	17280.000	t
STIFFNESS	17280.000	t
STABILITY	17280.000	t




Barcelona Knutsen		DATE	2/7/24
Project	LONG 170.000 m		
Client			
Architect	PLANO DE FORMAS		
Scale	1:500		
Sheet	1		
Author			
Reviewer			
Approved			
Scale	1:500		
Sheet	1		
Author			
Reviewer			
Approved			

# ANEXO V

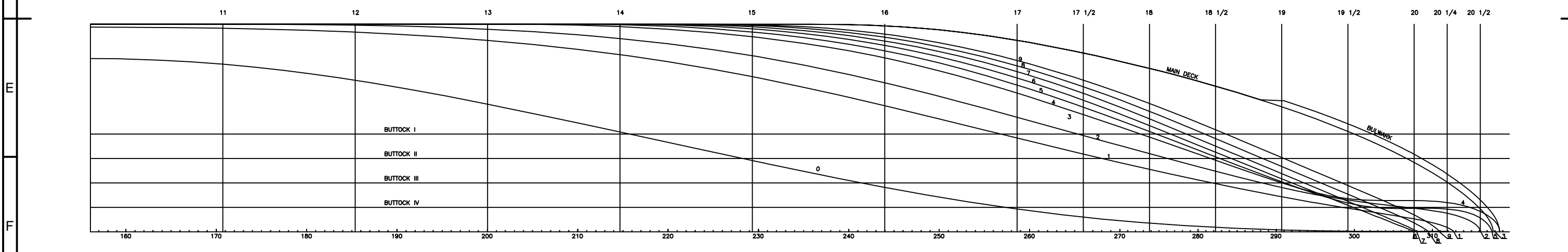
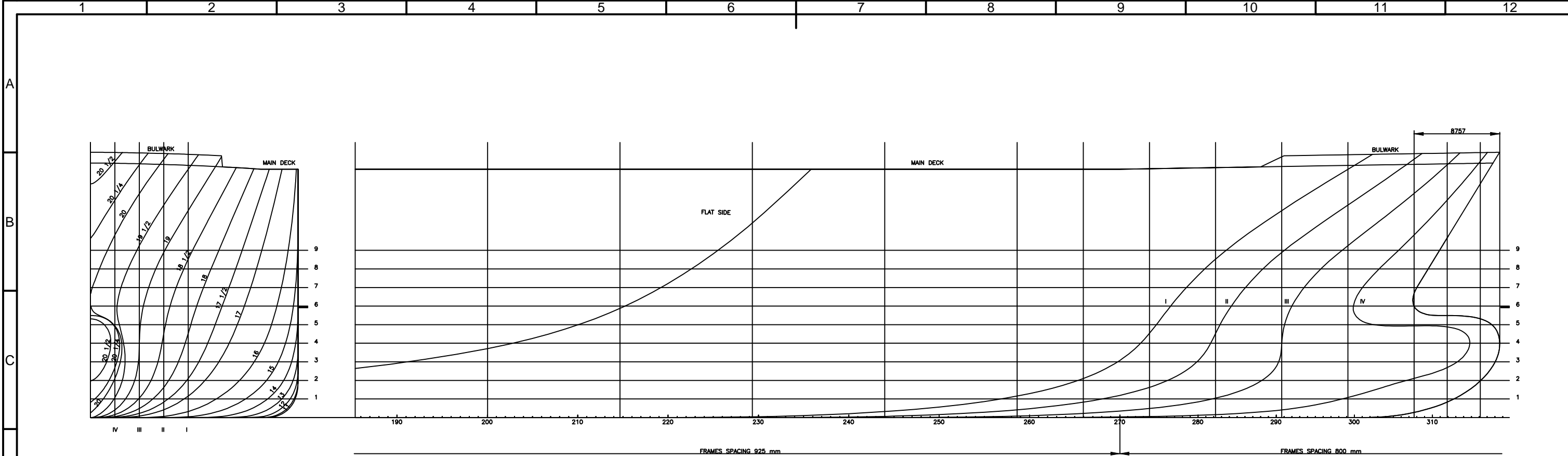
Plano de formas del buque base (Cádiz  
Knutsen)



 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



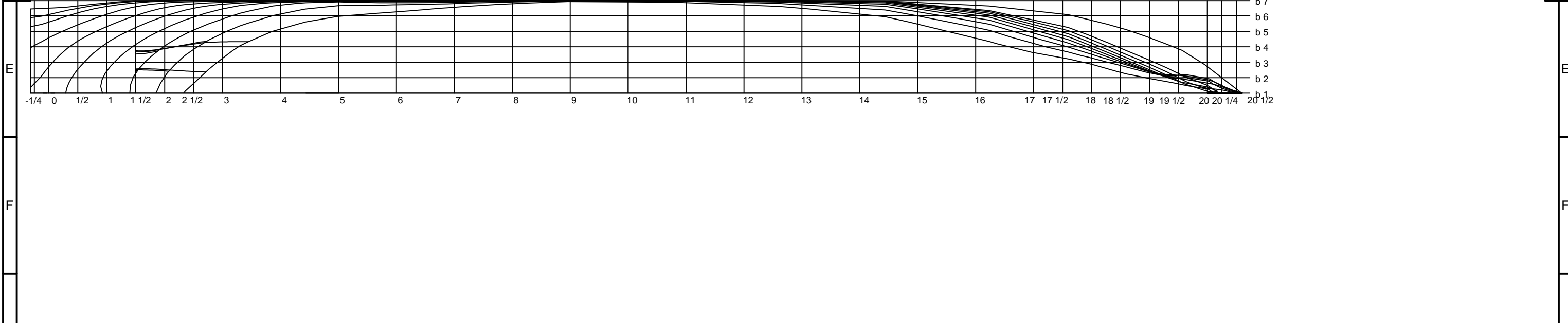
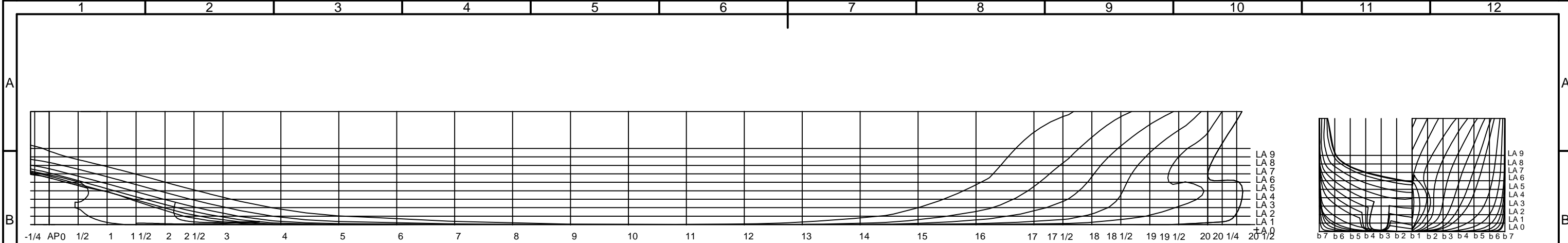
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR	PROYECTO: (PENDIENTE)
	PLANO DE FORMAS BUQUE BASE: CÁDIZ KNUITSEN (PROA)
AUTOR: ISMAEL GRANDAL MOURIZ	ESCALA 1:400

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

# ANEXO VI

Plano de formas del buque proyecto



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR	PROYECTO: 17-32 P
PLANO DE FORMAS (BUQUE PROYECTO)	
AUTOR: ISMAEL GRANDAL MOURIZ	ESCALA 1:900

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK