

# Cuaderno 1

## Elección de cifra de mérito y estudio de alternativas

---

Autor: Diego Pérez Martí

Tutor: Leandro Ruiz Peñalver



# Índice.

1. Introducción.....	3
2. Definición de la configuración. ....	4
3. Buques de referencia y obtención de las dimensiones del buque proyecto.....	7
4. Cálculo del resto de características del buque proyecto. ....	12
5. Elección de la cifra de mérito y estudio de las alternativas.....	18
6. Alternativas que cumplen restricciones técnicas y con coste de construcción inferior al buque preliminar. ....	27
7. Elección de la alternativa más favorable. ....	28
8. Estudio de Viabilidad para Incorporación de Bulbo de Proa. ....	29
9. Relaciones lineales-buques de referencia. ....	30
10. Base de datos-Buques de referencia. ....	34
11. Bibliografía. ....	36

## 1. Introducción.

El proyecto que aquí se presenta consiste en el diseño y cálculo de un buque arrastrero congelador por popa, el cual tiene como requerimientos de partida la siguiente especificación.

<b>Especificación</b>		
Capacidad de bodega entrepuente	200	m <sup>3</sup>
Capacidad de congelación	6	Tn/día
Velocidad de servicio/ régimen motor	10	nudos
Autonomía	30	días
Tripulación	14	personas
Propulsión convencional	Motor diesel	
Propulsor	Hélice de paso variable en tobera	
Normativa aplicable	Convenio internacional de Torremolinos. Convenio OIT. Convenio Internacional Marpol.	

## 2. Definición de la configuración.

Buque arrastrero congelador, la maniobra se realiza por popa, esta configuración ofrece las siguientes ventajas frente a otras modalidades de arrastre:

- El barco puede mantenerse sobre una derrota rectilínea durante el largado, en arrastre y el virado del aparejo. En la mayor parte de los casos puede navegar proa al viento, protegiendo al personal en cta. durante las maniobras. Al no necesitar atravesar el barco al aparejo durante el virado, puede trabajar con mala mar, permitiéndole maximizar los días efectivos de pesca.
- El tiro sobre cables y malletas se ejerce en la dirección de avance del barco, así éstos trabajan simétricamente e igualmente cargados, lo que favorece el arrastre y la duración de sus elementos.
- El empuje producido por la hélice mantiene el tren de arrastre separado del barco, reduciendo la probabilidad de golpeo o enredo con el equipo propulsor.
- El aparejo a bordo queda claro sobre cta., lo que facilita su reparación.
- El copo se vacía fácilmente y las capturas se descargan inmediatamente al pantano, reduciendo la exposición a la atmósfera, lo que supone una mejor calidad del pescado de cara a la venta.
- La tripulación trabaja a popa, en zonas menos afectadas por el cabeceo y a cubierto, no interfiriendo con la tripulación de cta. en las maniobras.

El barco se compone de tres cubiertas comunicadas: Principal, superior y puente, las dos primeras corridas de popa a proa a lo largo de toda la eslora del buque.

En cta.Puente:

Puente de Gobierno con amplia visibilidad a proa y a popa, situado a proa de la maestra, la ubicación exacta es una solución de compromiso, su desplazamiento hacia proa deja una mayor playa de pesca pero a la vez aumenta la probabilidad de impacto de olas contra el propio Puente de Gobierno.

A popa de la maestra y en estribor dispone una grúa hidráulica para descarga de pescado, así como pertrechos, víveres y elementos de Cámara de Máquinas. Su ubicación exacta estará condicionada por la posición longitudinal de la escotilla de la Bodega y del tronco de escape de CC.MM.; también podrá auxiliar las labores en el Largado, Virado y manejo de aparejos en Cta.

En popa se sitúa la Plataforma de Estiba de Redes (Spardek), que dispondrá a babor un pescante para manejo de un bote auxiliar, ubicado en el mismo lugar.

En cta. Superior:

En proa dispone toda la maniobra de Fondeo y Amarre; A popa del Puente de Gobierno se sitúan las Maquinillas hidráulicas de arrastre (separadas a babor y estribor), y a popa de éstas el Tambor de Red,

Hacia popa y en los costados se sitúan los siguientes locales: Local de CO<sub>2</sub>, Local del Grupo Auxiliar de Emergencia y Puerto, Pañol de Máquinas, Pañol Auxiliar de Cubierta y Guardacalor.

En popa y a proa del Spardek, en la vertical del Pantano sobresale de la cta. el pórtico para volteo del copo por cuyo interior pasan los conductos de exhaustación. A popa del pantano se sitúa la Rampa para Largada y Virado del Aparejo. Debajo del Puente de Gobierno se sitúan los camarotes, aseos y comedor de Oficiales, así como la enfermería.

En cta. Principal:

En proa, Pañol de Estachas, Pertrechos y Caja de cadenas, a popa éste, camarotes, comedor y aseos de marineros; cocina, gambuzas y lavandería.

A popa de la habitación, entrepuente de carga, a popa de éste y a ambos costados túneles y armarios de congelación. Entre el mamparo de popa del entrepuente y el pantano de pesca se sitúa el Parque de Pesca, a ambos costados de éste último se disponen el taller de máquinas y un pañol, a popa está el Local del Servomotor, debajo de la rampa y en la vertical de la mecha de timón.

Debajo de cta. Principal, a proa, pique de proa con agua de lastre; a popa del mamparo de colisión, Local para hélice hidráulica transversal de proa, tanque y Local para bomba de aguas grises; a popa de éstos y hasta el mamparo de proa de Bodega, tanques de combustible en toda la manga; a popa de éstos y hasta el mamparo de proa de CC.MM.,

Bodega Principal con tanques de doble fondo en toda la manga para combustible, que van hasta mamparo de popa de CC.MM.; a popa del mamparo de popa de la Bodega se sitúa la Cámara de Máquinas con tanques altos en el costado para combustible, en CC.MM. se disponen además de la máquina propulsora principal: la central hidráulica, la planta eléctrica, los compresores de Frío, control de la hélice, reductor y cojinete de empuje, así como todos los equipos y sistemas auxiliares para la propulsión; a popa de CC.MM. en la zona del codaste, tanques de combustible, aprovechando los finos de popa.

### **3. Buques de referencia y obtención de las dimensiones del buque proyecto.**

Los barcos recogidos en la base de datos se eligieron con un criterio de similitud en configuración y funcionalidad con el buque proyecto y con capacidades de bodega entre 25% por debajo y menos del 50% por arriba de los 200m<sup>3</sup>, que es el requisito de proyecto fundamental.

Estos barcos tienen como destino principalmente caladeros de Gran Sol y Costa Atlántica de África, pescando fundamentalmente especies de fondo como Rape, Bacalao y pelágicas como palometa o merluza. Toda la información de los barcos referencia fue tomada de las revistas Infomarine, Ingeniería Naval y Rotación, adjunto ésta con la fecha de publicación.

Para la selección de las dimensiones preliminares del buque proyecto utilizo el procedimiento de Solución Única Directa, realizo análisis de regresiones lineales entre las distintas variables tomadas de la base de datos de barcos de referencia, para obtener un conjunto único de dimensiones principales que aseguren la viabilidad técnica del proyecto, algunas de éstas serán variadas posteriormente para generar diferentes conjuntos de características principales para el análisis de la cifra de mérito y así estudiar la viabilidad económica.

El proceso de cálculo fue el siguiente:

A partir del Volumen de Bodega/Entrepunte obtengo la Eslora (Lpp), con ésta determino la relación Lpp/B y Lpp/Dcp, fijando la manga (B) y el Puntal a cta. Principal (Dcp), respectivamente, con B fijo la relación B/T y despejo el calado (T); con estas dimensiones definidas calculo el número cúbico (CUNUreal) y lo comparo con el CUNUrequerido, esta variable es un indicador fiable de la capacidad de carga, además por ser dependiente de características principales me ofrece una ecuación para el estudio posterior de evaluación económica, CUNUreq lo obtengo directamente del Volumen de Bodega/Entrepunte y  $CUNUreal = Lpp * B * Dcp$ .

Con la información recogida de la base de datos encuentro las siguientes relaciones lineales:

**Tabla 1 Relaciones dimensiones principales**

$$L_{pp}=f(\text{Vol. Bod}/\text{Entr.}^{1/3})$$

$$B=f_1(L_{pp}/B)$$

$$D_{cp}=f_2(B/D_{cp})$$

$$D_{cp}=f_3(L_{pp}/D_{cp})$$

$$T=f_4(T/D_{cp})$$

$$T=f_5(B/T)$$

$$T=f_6(L_{pp}/T)$$

$$CUNU_{req}=f_7(\text{Vol. Bodega})$$

**Tabla 2. Relaciones dimensiones principales encontradas base de datos**

$$\text{Vol. Bod}/\text{Entr.}^{1/3}=0,1434*L_{pp}+1,5289;$$

$$L_{pp}/B=0,0549*L_{pp}+2,0204;$$

$$L_{pp}/D_{cp}=0,1677*L_{pp}+3,0771;$$

$$\text{Vol. Bod.}=0,2433*CUNU_{req}-22,527;$$

$$L_{pp}=0,7601*L_{total}+2,2738;$$

$$B/T=-0,0193*B+2,607;$$

Las dimensiones del buque proyecto a partir del requisito de proyecto volumen de bodega/entrepuesto de 200 m<sup>3</sup>:

**Tabla 3 Dimensiones principales preliminares**

$$L_{pp}=29,41\text{m}$$

$$L_{pp}/B=3,61$$

$$B=8,15\text{m}$$

$$L_{pp}/D_{cp}=8,01$$

$$D_{cp}=3,67\text{m}$$

$$B/T=2,45$$

$$T=3,3\text{ m}$$

También tengo los umbrales de las relaciones significativas:

**Tabla 4 Umbrales relaciones significativas**

	máximo	mínimo
Lpp/B	3,86	3,25
Lpp/Dcp	8,65	7,43
B/T	2,75	2,19
B/Dcp	2,31	2,08
Froude	0,344	0,302

$$CUNU_{real} = Lpp * B * Dcp = 874.27 \text{ m}^3$$

$$CUNU_{req} = 2.3431 * Vol.Bod/Ent + 406.56 = 875.18 \text{ m}^3$$

Ajusto dimensiones hasta convergencia y queda:

#### DIMENSIONES Y RELACIONES PRELIMINARES

$$Lpp = 29.41 \text{ m}$$

$$B = 8.15 \text{ m}$$

$$Dcp = 3.67 \text{ m}$$

$$CUNU = 879.67 \text{ m}^3$$

$$Lt = 35.7 \text{ m}$$

$$Dcs = 3.67 + 2.4 = 6.07 \text{ m}$$

$$T = 3.33 \text{ m (Para } B = 8.15 \text{ m)}$$

$$Lpp/B = 3.61$$

$$Lpp/Dcp = 8.01$$

$$B/T = 2.45$$

$$B/Dcp = 2.22$$

$$Fn = 0.303$$

Compruebo la validez de los resultados con algunos autores con publicaciones al respecto:

Según referencia 1:

Para 200m<sup>3</sup> de Bodega

$$L_{pp}=31 \text{ m}$$

$$B=8.8 \text{ m}$$

$$T=3.9 \text{ m}$$

$$L_{pp}/B=3.52$$

Las diferencias pueden justificarse al utilizar una base de datos con barcos de volumen de Bodega entre 157 y 1600 m<sup>3</sup>, si se analiza parcialmente la zona en la que se mueve mi barco las diferencias son menores.

Según referencia 2:

Para  $L_{pp}=29 \text{ m}$ ,

$$B=8 \text{ m}$$

$$B/T=2/2.5$$

$$B/D_{cp}=1.8/2.2$$

$$L_{pp}/B=3.63$$

Según referencia 3:

Para  $L_{pp}=29 \text{ m}$ ,

$$B=7\text{m (arrastreros congeladores)} \quad L_{pp}/B=4.14.$$

$$B=8\text{m (arrastreros mixtos)} \quad L_{pp}/B=3.63.$$

$$B/T=2.53$$

$$B/D_{cp}=2.30$$

$CUNU=Vol.Carga*c=200*4.4=880\text{m}^3$ , c relaciona el CUNU con la capacidad de carga, el autor toma  $c=4.4$  para un arrastrero congelador.

Arrastrero Congelador 200 m<sup>3</sup>

Según referencia 4:

Para  $L_{pp}=29$  m y pesqueros en general,

$B=7.5$  m

$L_{pp}/B=3.87$

## 4. Cálculo del resto de características del buque proyecto.

### Coefficiente de Bloque

- Conozco que existe una relación explícita  $C_b = k - 0.5 * F_n$ , si tomo como buque base el *Galaxia Dos*, con  $F_n = 0,30$  y  $C_b = 0,581$ , tengo  $k = 0.731$

Impongo  $k_{bb} = k_{bp}$

$$C_b = 0.731 - 0.5 * 0.303 = 0.58$$

- Utilizo la relación de la referencia 2, que es una particularización para pesqueros de la relación de Watson:

$$C_b = 0.92 - 0.35 * (v/\sqrt{L}) = 0.92 - 0.35 * (10/\sqrt{96.49}) = 0.56.$$

V en nudos y L en pies

Utilizo la relación de Katsoulis de la referencia n°1, y obtengo  $C_b = 0,51$ , según Santarelli esta relación no es buena para esloras menores de 100m.

Tomo como solución **CB=0.580**

En el estudio de alternativas calculo este coeficiente como:

$$C_{bij} = \text{Vol. Carena} / L_{pp} * B * T$$

### Coefficiente Prismático

De la relación obtenida de Galaxia Dos:

$$C_P = 0.9954 * C_b^{0.6792} = \mathbf{0.688}$$

### Coefficiente de la Maestra

$$C_M = C_B / C_P = \mathbf{0.843}$$

### Coefficiente de la Flotación

De la referencia 1:

$$C_{wl} = 0.967059 * C_b^{0.52085} = \mathbf{0.73}$$

Arrastrero Congelador 200 m<sup>3</sup>

### Peso en Rosca

$$P_{ROSCA} = P_{ACERO} + P_{MAQUINARIA} + P_{EQUIPO} + P_{habilitación}$$

#### *Peso de Acero*

Conozco el Peso de Acero del Galaxia Dos, con lo que relaciono éste según:

$$P_{acero} = K * L_{pp} * B * D_{cs}, K_{bb} = 178 / (29.25 * 7.7 * 5.85) = 0.135$$

Impongo  $K_{bb} = K_{bp}$  y obtengo el peso del buque proyecto:

$$P_{acero} = 0.135 * 29.41 * 8.15 * 6.07 = \mathbf{196.42 \text{ Tn}}$$

#### *Peso del Equipo y Habilidad*

Relaciono éste según:

$P_{equipo} + P_{habil.} = K * L_{pp} * B$  y con el buque base (Galaxia Dos), despejando

$$K_{bb} = (40 + 25) / (29.25 * 7.7) = 0.29$$

Así para el buque proyecto:

$$P_{equipo} + P_{habil.} = 0.29 * 29.41 * 8.15 = \mathbf{69.5 \text{ Tn.}}$$

#### *Peso de la Maquinaria*

Puedo obtenerlo a partir del Galaxia Dos según la relación:

$$P_{maq_{bp}} = P_{maq_{bb}} * (BHP_{bp} / BHP_{bb})^n$$

- Necesito conocer la potencia del buque proyecto, que calculo a partir de referencia 1:

$$P_e = 1.359 * (c_w * 2.96 * 10^{-4} * (L_{pp} / B)^{0.802} * (B / T)^{0.745} * V^{1.113} * e^{15.6 * F_n})$$

El coeficiente  $C_w$  lo obtengo del Galaxia Dos, del que conozco:

BHP=878 hp, y supongo que da la potencia de remolque en servicio al 85% de la máxima continua, con un rendimiento propulsivo de 0.6, un rend. Mecánico de 1 y un margen de mar del 10%, tengo la potencia de remolque:

$$P_e = BHP * 0.6 * 0.85 / 1.1 = 407.07 \text{ hp}$$

$$V = 392.344 \text{ m}^3 \text{ (al calado de trazado)}$$

$$F_n = 0.3$$

$$L_{pp}/B = 3.8$$

$$B/T = 2.57$$

$$C_w = 2.07$$

Así para el buque proyecto:

$$P_e = 1.359 * (2.07 * 2.96 * 10^{-4} * (3.61)^{0.802} * (2.45)^{0.745} * 463^{1.113} * e^{15.6 * 0.303}) = 477 \text{ hp}$$

$$BHP = (1.1 * 477) / (0.6 * 0.85) = 1028.82 \text{ hp}$$

El volumen de Carena lo obtengo a partir de las dimensiones fijadas hasta ahora:

$$V = L_{pp} * B * T * C_b = 29.41 * 8.15 * 3.33 * 0.58 = 463 \text{ m}^3$$

- El exponente n, puedo obtenerlo con los pesos de maquinaria y potencias de dos buques de la base de datos:

‘Galaxia Dos’, Peso maq.=41 Tn, BHP=878 hp

‘Fula’, Peso maq.=39.2 Tn, BHP=683 hp

Resulta un n=0.19, despejando la relación siguiente con estos datos:

$$P_{maq_{bp}} = P_{maq_{bb}} * (BHP_{bp} / BHP_{bb})^n$$

$$P_{maquinaria} = 41 * (1028.82 / 878)^{0.19} = 42.25 \text{ Tn}$$

$$P_{ROSCA} = 42.25 + 69.5 + 196.42 = 308 \text{ Tn}$$

### Estimación del Peso Muerto.

Antes de realizar los cálculos, aclaro:

El buque estará sobre nueve días navegando en marcha libre, que corresponden a la ida y la vuelta del caladero al puerto de descarga.

He supuesto que el buque faenando tiene una demanda de potencia igual al

40% de la total instalada (propulsión y auxiliares). En navegación Libre demandará un 85% de la correspondiente a Propulsión y un Auxiliar.

He fijado una potencia instalada para la planta eléctrica de 550 hp, que suministrarán dos grupos auxiliares.

Estimo un coeficiente de Estiba de la carga de 0.63 t/m<sup>3</sup>

Capacidad de los tanques de Combustible(CT):

Según lo dicho, se demanda una potencia Faenando de:  $0.4*(1028.8+550)=631.5$  hp durante 21 días\* 24 horas/día=504 horas.

En marcha Libre:

$0.85*(1028.8+275)=1108.23$  hp durante 9días\*24 horas/día=216 horas.

Si estimo un consumo específico de 0.165 kg/hp\*hora y un coeficiente de 1.15 que representa un 5% de utilización de los tanques y 10% de reserva de combustible sobre su autonomía.

$CT=1.15*0.165*(631.5*504+1108.23*216)/850=124.48$  m<sup>3</sup>

Peso de combustible= $124.48*0.85=105.8$  Tn

850 es la densidad del combustible en kg/m<sup>3</sup>

Resto de partidas de peso muerto, según ref1:

Cable arrastre y malletas(2000 y 400 m's), peso =4.6 Tn

Puertas(4), peso=1.5 Tn

Red(2 aparejos), peso=1.4 Tn

Arrastrero Congelador 200 m<sup>3</sup>

Paños, peso=0.5 Tn

Cable arrastre y Malleta de respeto, peso =0.75 Tn

Elementos de maniobra, peso=1 Tn

Tripulación y efectos, peso=0.1\*14=1.4 Tn

Víveres, peso=0.005\*14\*30=2.1 Tn

Agua Dulce, peso = 0.003\*14\*30=1.26 Tn (Estimo 4l/trip.día)

Aceite Lubricante, peso =3.2 Tn (4 m<sup>3</sup>)

Aceite Hidráulico, peso=1.6 Tn (2 m<sup>3</sup>)

Capturas, peso =200\*0.63=126 Tn

Estudio el Peso Muerto en las dos condiciones más críticas, que para este tipo de barcos son la salida de puerto y la salida de caladero, tomando para el cálculo del desplazamiento de proyecto la que resulte mayor.

**Tabla 5 Estudio Peso Muerto 100% consumibles, 0% capturas**

Referencia	peso al 100%(Tn)	factor,cond.carga	peso s/c.carga
combustible	105,8	1	105,8
agua dulce	1,26	1	1,26
aceite lubr.	3,2	1	3,2
aceite hidr.	1,6	1	1,6
víveres	2,1	1	2,1
capturas	126	0	0
fijos	11,9	1	11,9
		suma=	125,86
margen 5%			6,293
		<b>total=</b>	<b>132,153</b>

**Tabla 6 Estudio Peso Muerto 35% consumibles, 100% capturas**

Referencia	peso al 100% (Tn)	factor, cond. carga	peso s/c. carga
combustible	105,8	0,35	37,03
agua dulce	1,26	0,35	0,441
aceite lubr.	3,2	0,35	1,12
aceite hidr.	1,6	1	1,6
viveres	2,1	0,35	0,735
capturas	126	1	126
fijos	11,9	1	11,9
		suma=	178,826
margen 5%			8,9413
		<b>total=</b>	<b>187,7673</b>

El desplazamiento de Proyecto a partir de la estimación de pesos:

$$\Delta = P_{ROSCA} + \text{Peso Muerto} = 308 + 188 = 496 \text{ Tn}$$

A partir de las Dimensiones de Proyecto:

$$\Delta = 29.41 * 8.15 * 3.33 * 1.025 * 0.58 = 474.5 \text{ Tn}$$

El proceso es válido al resultar el desplazamiento de proyecto un 4% superior al resultante de las dimensiones de proyecto, para corregir esta diferencia basta con aumentar ligeramente el calado de proyecto, pero realmente no es necesario ya que el desplazamiento calculado a partir de las dimensiones de proyecto no tiene en cuenta el incremento de volumen de carena que aporta la geometría de obra viva a popa de la perpendicular de popa, cuando, como es este caso esté previsto moje el espejo.

## 5. Elección de la cifra de mérito y estudio de las alternativas.

La variable a cuantificar (cifra de mérito) será de tipo económico, que desde el punto de vista del Astillero constructor interesa minimizar el coste de construcción, que será:

$$CC=CS+CEQ+Cmaq$$

CS, es el coste de la estructura.

Cmaq, es el coste de la maquinaria.

CEQ, es el coste del equipo y habilitación.

$$CS=cs*PS$$

PS: peso de acero

cs: coste por tonelada de acero.(2409.6 euros/Tn).

$$Cmaq=ca*(Pinst.)$$

Pinst: potencia instalada (propulsora y Auxiliares)

ca: coste por kw instalado.(301.2 euros/kw).

$$CEQ=ce*Peq$$

Peq: peso del equipo y habilitación

ce: coste por Tn.(3012 euro/Tn)

Estas partidas de coste son dependientes de las dimensiones del buque, lo que se busca es:

$$d(C.C.)=0, \quad d(C.C.)=d(C.S)+d(C.EQ)+d(C.maq)$$

Se obtiene un diferencial de partida de coste para cada pareja (Lpp,B), las variaciones se realizan de forma independiente a partir de las dimensiones preliminares:

$$Lppi=i*29.41, \quad i=(0.97:0.01:1.03)$$

$$Bj=j*8.15, \quad j=(0.97:0.01:1.03)$$

Arrastrero Congelador 200 m<sup>3</sup>

$$D_{ij} = CUNU / L_{ppi} * B_j$$

El resto de características hasta llegar al CC de cada alternativa se realiza como he explicado con la alternativa de partida (buque proyecto preliminar).

Cuyo coste de Construcción es:

$$C_s = 2409.6 * 196.42 = 473282 \text{ euros}$$

$$C_{maq} = 301.2 * 1171.26 = 352783 \text{ euros}$$

$$C_{equipo} = 3012 * 69.5 = 209366 \text{ euros}$$

$$\text{Coste Construcción} = C_s + C_{maq} + C_{equipo} = 1035431 \text{ euros.}$$

Nota: En la valoración de alternativas se imponen las restricciones de dimensiones de la base de datos y se desechan, además, las soluciones con  $C_b > 0.59$ .

**Tabla 7 Cifra de merito. Variación de dimensiones A**

i	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
j	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Lpp	30,292	30,292	30,292	30,292	30,292	30,292	30,292
B	8,395	8,313	8,232	8,150	8,069	7,987	7,906
D	3,459	3,493	3,528	3,563	3,599	3,636	3,673
CUNU	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67
L/B	3,609	3,644	3,680	3,717	3,754	3,793	3,832
L/D	8,757	8,672	8,587	8,502	8,417	8,332	8,247
B/D	2,427	2,380	2,333	2,287	2,242	2,197	2,152
fb=D-T	0,026	0,095	0,165	0,236	0,308	0,380	0,452
fb-min	-0,149	-0,080	-0,010	0,061	0,132	0,204	0,277
T	3,433	3,398	3,362	3,327	3,292	3,256	3,221
Nfi	0,2984	0,2984	0,2984	0,2984	0,2984	0,2984	0,2984
Cbij	0,540	0,549	0,559	0,569	0,579	0,589	0,600
Cpij	0,655	0,662	0,670	0,678	0,686	0,695	0,703
Cmij	0,824	0,829	0,833	0,838	0,843	0,848	0,853
Cwlij	0,701	0,708	0,714	0,721	0,727	0,734	0,741
Pmaq	41,79	41,83	41,87	41,91	41,95	41,99	42,04
PEQ	73,744	73,028	72,312	71,596	70,880	70,164	69,448
PS	201,145	200,345	199,545	198,745	197,945	197,145	196,345
ΔPmq	-0,41	-0,37	-0,33	-0,29	-0,25	-0,21	-0,17
ΔPEQ	4,233	3,517	2,801	2,085	1,369	0,653	-0,063
ΔPS	4,729	3,930	3,130	2,330	1,530	0,730	-0,070
Δijk	483,067	481,590	480,114	478,638	477,163	475,688	474,214
Rend.m.	1	1	1	1	1	1	1
Rprop	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Cw	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
rpm	750	750	750	750	750	750	750
Nº Aux	2	2	2	2	2	2	2
Pot,Aux.	205	205	205	205	205	205	205
Pe(hp)	450,26	452,47	454,72	457,02	459,36	461,74	464,17
MCR(hp)	971,15	975,92	980,77	985,72	990,77	995,91	1001,15
Pins(kw)	1133,509	1137,06	1140,68	1144,364	1148,121	1151,95	1155,855
L/B OK	si						
L/D OK	no	no	si	si	si	si	si
B/D OK	no	no	no	si	si	si	si
Cb OK	si	si	si	si	si	si	no
cs	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096
cr	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012
ca	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012
CS	484,678	482,751	480,823	478,896	476,969	475,041	473,114
CEQ	222,116	219,960	217,803	215,647	213,490	211,334	209,177
Cmaq	341,413	342,482	343,572	344,682	345,814	346,967	348,144
CMC	1048,207	1045,193	1042,199	1039,225	1036,273	1033,342	1030,435

**Tabla 8Cifra de merito. Variación de dimensiones B**

i	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
j	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
Lpp	29,998	29,998	29,998	29,998	29,998	29,998	29,998
B	8,395	8,313	8,232	8,150	8,069	7,987	7,906
D	3,493	3,527	3,562	3,598	3,634	3,671	3,709
CUNU	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67
L/B	3,574	3,609	3,644	3,681	3,718	3,756	3,795
L/D	8,587	8,504	8,421	8,337	8,254	8,171	8,087
B/D	2,403	2,357	2,311	2,265	2,220	2,175	2,131
fb=D-T	0,060	0,130	0,200	0,271	0,343	0,415	0,488
fb-min	-0,116	-0,046	0,025	0,096	0,167	0,240	0,313
T	3,433	3,398	3,362	3,327	3,292	3,256	3,221
Nfi	0,2999	0,2999	0,2999	0,2999	0,2999	0,2999	0,2999
Cbij	0,543	0,553	0,563	0,572	0,583	0,593	0,604
Cpij	0,658	0,666	0,673	0,681	0,690	0,698	0,707
Cmij	0,826	0,831	0,835	0,840	0,845	0,850	0,855
Cwlij	0,704	0,710	0,717	0,723	0,730	0,737	0,744
Pmaq	41,89	41,92	41,96	42,01	42,05	42,09	42,13
PEQ	73,028	72,319	71,610	70,901	70,192	69,483	68,774
PS	200,345	199,553	198,761	197,968	197,176	196,384	195,592
ΔPmq	-0,32	-0,28	-0,24	-0,20	-0,16	-0,11	-0,07
ΔPEQ	3,517	2,808	2,099	1,390	0,681	-0,028	-0,737
ΔPS	3,930	3,137	2,345	1,553	0,761	-0,031	-0,823
Δijk	481,644	480,182	478,721	477,260	475,800	474,340	472,881
Rend.m.	1	1	1	1	1	1	1
Rprop	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Cw	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
rpm	750	750	750	750	750	750	750
Nº Aux	2	2	2	2	2	2	2
Pot,Aux.	205	205	205	205	205	205	205
Pe(hp)	455,54	457,79	460,08	462,41	464,79	467,21	469,68
MCR(hp)	982,54	987,39	992,32	997,35	1002,48	1007,71	1013,04
Pins(kw)	1141,993	1145,603	1149,281	1153,029	1156,85	1160,744	1164,714
L/B OK	si						
L/D OK	si						
B/D OK	no	no	no	si	si	si	si
Cb OK	si	si	si	si	si	no	no
cs	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096
cr	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012
ca	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012
CS	482,751	480,842	478,933	477,025	475,116	473,207	471,298
CEQ	219,960	217,824	215,689	213,553	211,418	209,282	207,146
Cmaq	343,968	345,056	346,164	347,292	348,443	349,616	350,812
CMC	1046,679	1043,722	1040,785	1037,870	1034,977	1032,105	1029,257

**Tabla 9 Cifra de merito. Variación de dimensiones C**

i	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
j	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Lpp	29,704	29,704	29,704	29,704	29,704	29,704	29,704
B	8,395	8,313	8,232	8,150	8,069	7,987	7,906
D	3,528	3,562	3,598	3,634	3,670	3,708	3,746
CUNU	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67
L/B	3,539	3,573	3,609	3,645	3,681	3,719	3,757
L/D	8,420	8,338	8,256	8,175	8,093	8,011	7,929
B/D	2,380	2,334	2,288	2,243	2,198	2,154	2,110
fb=D-T	0,094	0,165	0,235	0,307	0,379	0,452	0,525
fb-min	-0,081	-0,011	0,060	0,131	0,203	0,276	0,350
T	3,433	3,398	3,362	3,327	3,292	3,256	3,221
Nfi	0,3014	0,3014	0,3014	0,3014	0,3014	0,3014	0,3014
Cbij	0,547	0,557	0,566	0,576	0,587	0,597	0,608
Cpij	0,661	0,669	0,677	0,685	0,693	0,701	0,710
Cmij	0,828	0,833	0,837	0,842	0,847	0,852	0,857
Cwlij	0,706	0,713	0,719	0,726	0,733	0,739	0,746
Pmaq	41,98	42,02	42,06	42,10	42,14	42,18	42,23
PEQ	72,312	71,610	70,908	70,206	69,504	68,802	68,099
PS	199,545	198,761	197,976	197,192	196,407	195,623	194,839
ΔPmq	-0,22	-0,18	-0,14	-0,10	-0,06	-0,02	0,02
ΔPEQ	2,801	2,099	1,397	0,695	-0,007	-0,709	-1,411
ΔPS	3,130	2,345	1,561	0,777	-0,008	-0,792	-1,576
Δijk	480,223	478,776	477,330	475,884	474,439	472,994	471,550
Rend.m.	1	1	1	1	1	1	1
Rprop	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Cw	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
rpm	750	750	750	750	750	750	750
Nº Aux	2	2	2	2	2	2	2
Pot,Aux.	205	205	205	205	205	205	205
Pe(hp)	461,00	463,29	465,61	467,99	470,40	472,87	475,38
MCR(hp)	994,31	999,24	1004,27	1009,38	1014,60	1019,91	1025,33
Pins(kw)	1150,765	1154,437	1158,178	1161,99	1165,875	1169,836	1173,874
L/B OK	si						
L/D OK	si						
B/D OK	no	no	si	si	si	si	si
Cb OK	si	si	si	si	si	no	no
cs	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096
cr	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012
ca	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012
CS	480,823	478,933	477,043	475,153	473,263	471,373	469,483
CEQ	217,803	215,689	213,574	211,459	209,345	207,230	205,116
Cmaq	346,610	347,716	348,843	349,991	351,162	352,355	353,571
CMC	1045,237	1042,338	1039,461	1036,604	1033,770	1030,958	1028,170

**Tabla 10 Cifra de merito. Variación de dimensiones D**

i	1	1	1	1	1	1	1
j	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Lpp	29,410	29,410	29,410	29,410	29,410	29,410	29,410
B	8,395	8,313	8,232	8,150	8,069	7,987	7,906
D	3,563	3,598	3,634	3,670	3,707	3,745	3,784
CUNU	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67
L/B	3,503	3,538	3,573	3,609	3,645	3,682	3,720
L/D	8,254	8,174	8,094	8,014	7,933	7,853	7,773
B/D	2,356	2,310	2,265	2,221	2,177	2,133	2,089
fb=D-T	0,130	0,200	0,271	0,343	0,416	0,489	0,563
fb-min	-0,046	0,025	0,096	0,168	0,240	0,313	0,387
T	3,433	3,398	3,362	3,327	3,292	3,256	3,221
Nfi	0,3029	0,3029	0,3029	0,3029	0,3029	0,3029	0,3029
Cbij	0,551	0,561	0,570	0,581	0,591	0,602	0,613
Cpij	0,664	0,672	0,680	0,688	0,696	0,705	0,714
Cmij	0,830	0,834	0,839	0,844	0,849	0,854	0,858
Cwlij	0,709	0,715	0,722	0,729	0,735	0,742	0,749
Pmaq	42,08	42,12	42,16	42,20	42,24	42,28	42,33
PEQ	71,596	70,901	70,206	69,511	68,815	68,120	67,425
PS	198,745	197,968	197,192	196,415	195,639	194,862	194,085
ΔPmq	-0,12	-0,08	-0,04	0,00	0,04	0,08	0,12
ΔPEQ	2,085	1,390	0,695	0,000	-0,695	-1,390	-2,085
ΔPS	2,330	1,553	0,777	0,000	-0,777	-1,553	-2,330
Δijk	478,805	477,373	475,941	474,510	473,080	471,651	470,222
Rend.m.	1	1	1	1	1	1	1
Rprop	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Cw	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
rpm	750	750	750	750	750	750	750
Nº Aux	2	2	2	2	2	2	2
Pot,Aux.	205	205	205	205	205	205	205
Pe(hp)	466,65	468,97	471,34	473,75	476,21	478,72	481,28
MCR(hp)	1006,49	1011,51	1016,62	1021,82	1027,13	1032,54	1038,05
Pins(kw)	1159,839	1163,575	1167,381	1171,259	1175,212	1179,241	1183,349
L/B OK	si						
L/D OK	si						
B/D OK	no	no	si	si	si	si	si
Cb OK	si	si	si	si	no	no	no
cs	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096
cr	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012
ca	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012
CS	478,896	477,025	475,153	473,282	471,411	469,539	467,668
CEQ	215,647	213,553	211,459	209,366	207,272	205,178	203,085
Cmaq	349,343	350,469	351,615	352,783	353,974	355,187	356,425
CMC	1043,886	1041,046	1038,228	1035,431	1032,657	1029,905	1027,178

**Tabla 11 Cifra de merito. Variación de dimensiones E**

i	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
j	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Lpp	29,116	29,116	29,116	29,116	29,116	29,116	29,116
B	8,395	8,313	8,232	8,150	8,069	7,987	7,906
D	3,599	3,634	3,670	3,707	3,745	3,783	3,822
CUNU	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67
L/B	3,468	3,502	3,537	3,573	3,609	3,645	3,683
L/D	8,090	8,011	7,933	7,854	7,776	7,697	7,619
B/D	2,332	2,287	2,243	2,199	2,155	2,111	2,069
fb=D-T	0,166	0,237	0,308	0,380	0,453	0,527	0,601
fb-min	-0,010	0,061	0,133	0,205	0,278	0,351	0,425
T	3,433	3,398	3,362	3,327	3,292	3,256	3,221
Nfi	0,3044	0,3044	0,3044	0,3044	0,3044	0,3044	0,3044
Cbij	0,555	0,565	0,575	0,585	0,595	0,606	0,617
Cpij	0,667	0,675	0,683	0,691	0,700	0,708	0,717
Cmij	0,832	0,836	0,841	0,846	0,851	0,855	0,860
Cwlij	0,712	0,718	0,725	0,731	0,738	0,745	0,752
Pmaq	42,18	42,22	42,26	42,30	42,34	42,38	42,43
PEQ	70,880	70,192	69,504	68,815	68,127	67,439	66,751
PS	197,945	197,176	196,407	195,639	194,870	194,101	193,332
ΔPmq	-0,02	0,02	0,06	0,10	0,14	0,18	0,22
ΔPEQ	1,369	0,681	-0,007	-0,695	-1,383	-2,071	-2,760
ΔPS	1,530	0,761	-0,008	-0,777	-1,545	-2,314	-3,083
Δijk	477,388	475,971	474,555	473,139	471,724	470,310	468,896
Rend.m.	1	1	1	1	1	1	1
Rprop	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Cw	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
rpm	750	750	750	750	750	750	750
Nº Aux	2	2	2	2	2	2	2
Pot,Aux.	205	205	205	205	205	205	205
Pe(hp)	472,49	474,86	477,27	479,72	482,23	484,78	487,38
MCR(hp)	1019,10	1024,20	1029,40	1034,70	1040,10	1045,60	1051,21
Pins(kw)	1169,229	1173,031	1176,904	1180,851	1184,874	1188,974	1193,154
L/B OK	si						
L/D OK	si						
B/D OK	no	si	si	si	si	si	no
Cb OK	si	si	si	si	no	no	no
cs	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096
cr	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012
ca	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012
CS	476,969	475,116	473,263	471,411	469,558	467,706	465,853
CEQ	213,490	211,418	209,345	207,272	205,199	203,127	201,054
Cmaq	352,172	353,317	354,484	355,672	356,884	358,119	359,378
CMC	1042,630	1039,850	1037,092	1034,355	1031,641	1028,951	1026,285

**Tabla 12 Cifra de merito. Variación de dimensiones F**

i	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
j	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Lpp	28,822	28,822	28,822	28,822	28,822	28,822	28,822
B	8,395	8,313	8,232	8,150	8,069	7,987	7,906
D	3,636	3,671	3,708	3,745	3,783	3,821	3,861
CUNU	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67
L/B	3,433	3,467	3,501	3,536	3,572	3,609	3,646
L/D	7,927	7,850	7,773	7,696	7,619	7,542	7,465
B/D	2,309	2,264	2,220	2,176	2,133	2,090	2,048
fb=D-T	0,202	0,274	0,345	0,418	0,491	0,565	0,640
fb-min	0,027	0,098	0,170	0,243	0,316	0,390	0,464
T	3,433	3,398	3,362	3,327	3,292	3,256	3,221
Nfi	0,3059	0,3059	0,3059	0,3059	0,3059	0,3059	0,3059
Cbij	0,559	0,569	0,579	0,589	0,600	0,610	0,622
Cpij	0,671	0,678	0,687	0,695	0,703	0,712	0,721
Cmij	0,834	0,838	0,843	0,848	0,853	0,857	0,862
Cwlij	0,714	0,721	0,727	0,734	0,741	0,748	0,755
Pmaq	42,28	42,32	42,36	42,40	42,44	42,49	42,53
PEQ	70,164	69,483	68,802	68,120	67,439	66,758	66,077
PS	197,145	196,384	195,623	194,862	194,101	193,340	192,579
ΔPmq	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,29	0,33
ΔPEQ	0,653	-0,028	-0,709	-1,390	-2,071	-2,753	-3,434
ΔPS	0,730	-0,031	-0,792	-1,553	-2,314	-3,075	-3,836
Δijk	475,974	474,573	473,171	471,771	470,370	468,971	467,572
Rend.m.	1	1	1	1	1	1	1
Rprop	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Cw	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
rpm	750	750	750	750	750	750	750
Nº Aux	2	2	2	2	2	2	2
Pot,Aux.	205	205	205	205	205	205	205
Pe(hp)	478,54	480,95	483,40	485,90	488,45	491,05	493,70
MCR(hp)	1032,15	1037,34	1042,64	1048,03	1053,52	1059,13	1064,84
Pins(kw)	1178,95	1182,82	1186,763	1190,781	1194,875	1199,049	1203,305
L/B OK	si						
L/D OK	si						
B/D OK	si	si	si	si	si	si	no
Cb OK	si	si	si	si	no	no	no
cs	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096
cr	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012
ca	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012
CS	475,041	473,207	471,373	469,539	467,706	465,872	464,038
CEQ	211,334	209,282	207,230	205,178	203,127	201,075	199,023
Cmaq	355,100	356,265	357,453	358,663	359,896	361,154	362,435
CMC	1041,475	1038,755	1036,057	1033,381	1030,729	1028,100	1025,496

**Tabla 13 Cifra de merito. Variación de dimensiones G**

i	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
j	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Lpp	28,528	28,528	28,528	28,528	28,528	28,528	28,528
B	8,395	8,313	8,232	8,150	8,069	7,987	7,906
D	3,673	3,709	3,746	3,784	3,822	3,861	3,901
CUNU	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67	879,67
L/B	3,398	3,432	3,466	3,500	3,536	3,572	3,609
L/D	7,766	7,691	7,615	7,540	7,465	7,389	7,314
B/D	2,285	2,241	2,197	2,154	2,111	2,069	2,027
fb=D-T	0,240	0,311	0,384	0,457	0,530	0,605	0,680
fb-min	0,065	0,136	0,208	0,281	0,355	0,429	0,504
T	3,433	3,398	3,362	3,327	3,292	3,256	3,221
Nfi	0,3075	0,3075	0,3075	0,3075	0,3075	0,3075	0,3075
Cbij	0,563	0,573	0,583	0,593	0,604	0,615	0,626
Cpij	0,674	0,682	0,690	0,698	0,707	0,715	0,724
Cmij	0,836	0,840	0,845	0,850	0,855	0,860	0,865
Cwlij	0,717	0,724	0,730	0,737	0,744	0,751	0,758
Pmaq	42,38	42,42	42,47	42,51	42,55	42,59	42,64
PEQ	69,448	68,774	68,099	67,425	66,751	66,077	65,402
PS	196,345	195,592	194,839	194,085	193,332	192,579	191,825
ΔPmq	0,18	0,22	0,26	0,31	0,35	0,39	0,44
ΔPEQ	-0,063	-0,737	-1,411	-2,085	-2,760	-3,434	-4,108
ΔPS	-0,070	-0,823	-1,576	-2,330	-3,083	-3,836	-4,590
Δijk	474,563	473,176	471,790	470,404	469,019	467,635	466,251
Rend.m.	1	1	1	1	1	1	1
Rprop	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Cw	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
rpm	750	750	750	750	750	750	750
Nº Aux	2	2	2	2	2	2	2
Pot,Aux.	205	205	205	205	205	205	205
Pe(hp)	484,81	487,26	489,76	492,30	494,90	497,54	500,24
MCR(hp)	1045,66	1050,95	1056,34	1061,83	1067,43	1073,13	1078,95
Pins(kw)	1189,018	1192,959	1196,974	1201,065	1205,234	1209,484	1213,817
L/B OK	si						
L/D OK	si	si	si	si	si	no	no
B/D OK	si	si	si	si	si	no	no
Cb OK	si	si	si	no	no	no	no
cs	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096	2,4096
cr	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012	3,012
ca	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012	0,3012
CS	473,114	471,298	469,483	467,668	465,853	464,038	462,223
CEQ	209,177	207,146	205,116	203,085	201,054	199,023	196,992
Cmaq	358,132	359,319	360,529	361,761	363,016	364,297	365,602
CMC	1040,423	1037,764	1035,127	1032,514	1029,923	1027,357	1024,817

## 6. Alternativas que cumplen restricciones técnicas y con coste de construcción inferior al buque preliminar.

Tabla 14 Cifra de merito. Alternativas que cumplen restricciones técnicas y con coste de construcción inferior al buque preliminar

	G3	F4	E4	D4	C5	B5	A6
<b>Lpp</b>	28,528	28,822	29,116	29,410	29,704	29,998	30,292
<b>B</b>	8,232	8,150	8,150	8,150	8,069	8,069	7,987
<b>D</b>	3,746	3,745	3,707	3,670	3,670	3,634	3,636
<b>T</b>	3,362	3,327	3,327	3,327	3,292	3,292	3,256
<b>Nfi</b>	0,308	0,306	0,304	0,303	0,301	0,300	0,298
<b>Cbij</b>	0,583	0,589	0,585	0,581	0,587	0,583	0,589
<b>Cpij</b>	0,690	0,695	0,691	0,688	0,693	0,690	0,695
<b>Cmij</b>	0,845	0,848	0,846	0,844	0,847	0,845	0,848
<b>Cwlij</b>	0,730	0,734	0,731	0,729	0,733	0,730	0,734
<b>Pmaq</b>	42,466	42,402	42,299	42,199	42,142	42,046	41,993
<b>PEQ</b>	68,099	68,120	68,815	69,511	69,504	70,192	70,164
<b>PS</b>	194,839	194,862	195,639	196,415	196,407	197,176	197,145
<b>Δijk</b>	471,790	471,771	473,139	474,510	474,439	475,800	475,688
<b>MCR(hp)</b>	1056,341	1048,028	1034,699	1021,824	1014,598	1002,483	995,907
<b>Pins(kw)</b>	1196,974	1190,781	1180,851	1171,259	1165,875	1156,850	1151,950
<b>CS</b>	469,483	469,539	471,411	473,282	473,263	475,116	475,041
<b>CEQ</b>	205,116	205,178	207,272	209,366	209,345	211,418	211,334
<b>Cmaq</b>	360,529	358,663	355,672	352,783	351,162	348,443	346,967
<b>CMC</b>	1035,127	1033,381	1034,355	1035,431	1033,770	1034,977	1033,342

Nota: El buque de partida para el estudio (buque preliminar) es el D4.

## 7. Elección de la alternativa más favorable.

Las alternativas resultantes, ordenadas de mayor a menor coste de construcción, son:

G3, B5, E4, C5, F4 y A6.

La Alternativa seleccionada es E4, por reunir en conjunto, las características siguientes:

En cuanto a Estabilidad inicial, una manga mayor.

En cuanto a Economía de Potencia, alto  $L_{pp}/B$  y bajo  $C_b$ .

En cuanto a Coste de Construcción, bajo.

### DIMENSIONES DE PROYECTO

$L_{pp}=29.116$  m

$B=8.15$  m

$D_{cp}=3.707$  m

$CUNU=879.67$  m<sup>3</sup>

$T=3.327$  m

$C_b=0.585$

$C_p=0.691$

$\Delta=473.39$  Tn

Se redondean la eslora y la manga, que pasan a tener unas dimensiones más coherentes para desarrollar los sucesivos aspectos del proyecto.

$L_{pp}=29$  m

$B=8$  m

$D_{cp}=3.7$  m

$D_{cs}=6.1$  m

$C_b=0.581$

## 8. Estudio de Viabilidad para Incorporación de Bulbo de Proa.

Desarrollo el método explicado por Amadeo García Gómez en su publicación “Predicción de Potencia y Optimización del Bulbo de Proa en Buques Pesqueros”.

Las características del buque Proyecto son:

$L_{pp}=29$  m  
 $B=8$  m  
 $D_{cp}=3.7$  m  
 $D_{cs}=6.1$  m  
 $T=3.35$  m  
 $C_b=0.581$   
 $C_p=0.688$   
 $\Delta=473.39$  Tn  
 $F_n=0.304$

\*Para seguir el proceso adjunto copia del método.

$RR/RT=0.582$

$L_{pp}/B=3.57$

%DES=10

$F_{n_{bb}}=1.6$

Se recomienda la incorporación de Bulbo.

Definición del Bulbo:

$l_b=1.054$  m

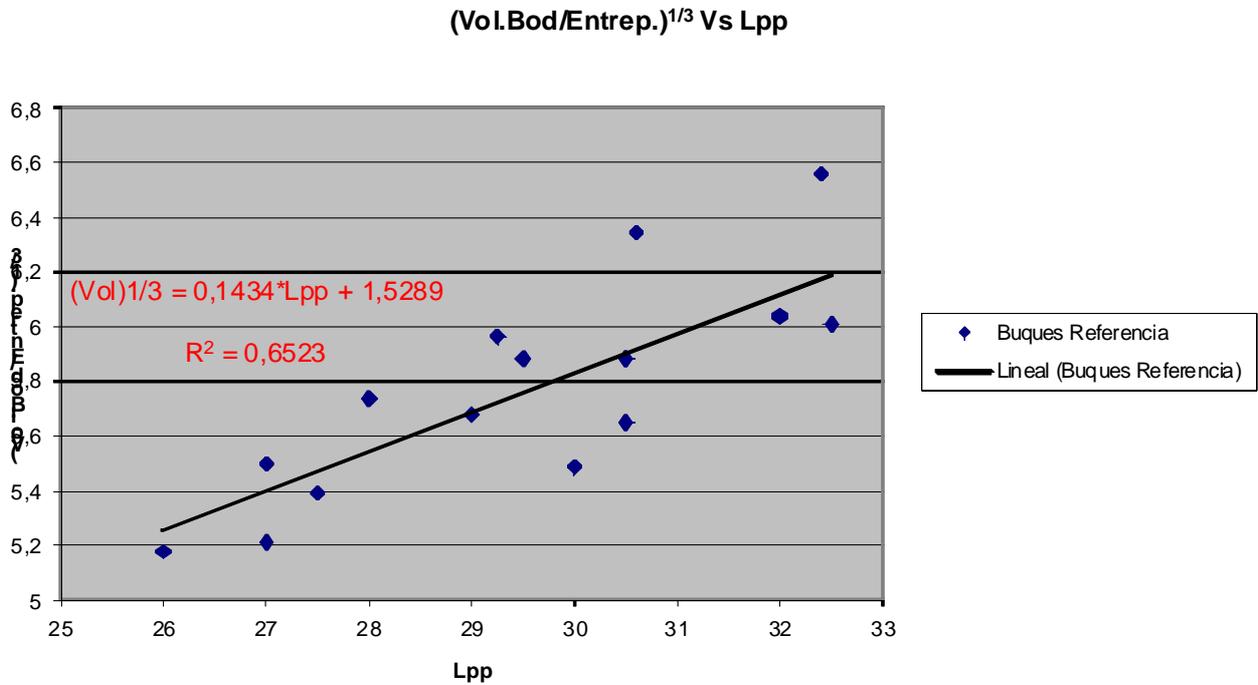
$A_{20}/A_{10}=0.044$

$H/T_{pr}=0.36$

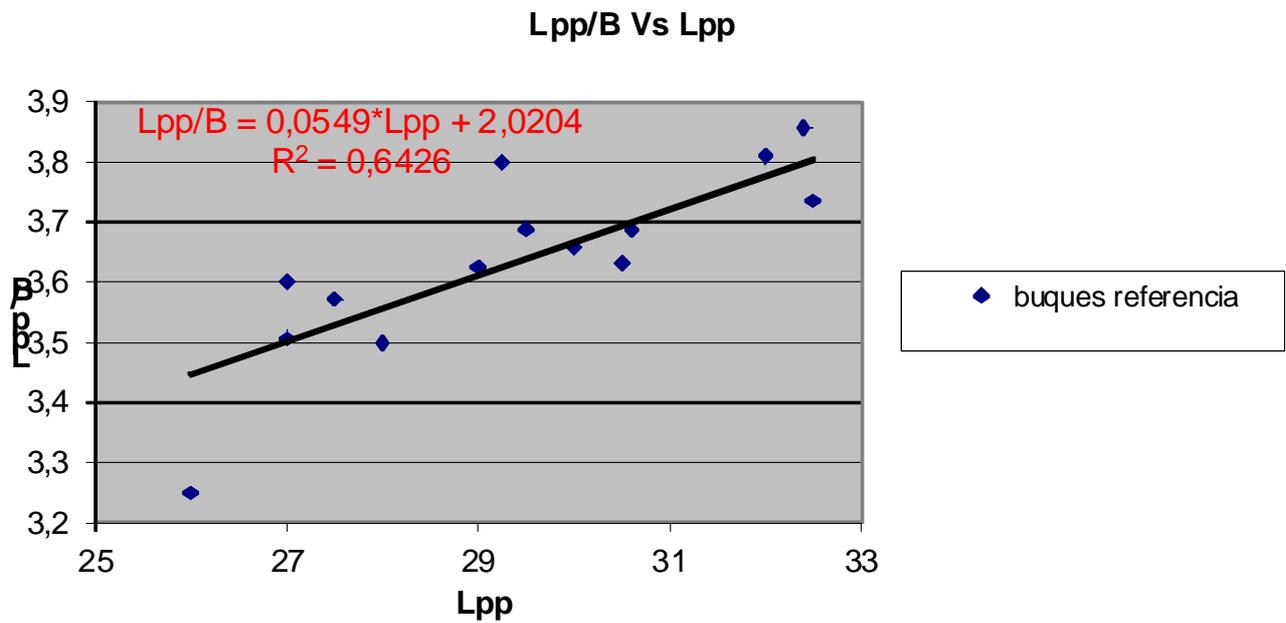
Existen otras posibilidades, ésta que expongo es la configuración óptima según el autor.

## 9. Relaciones lineales-buques de referencia.

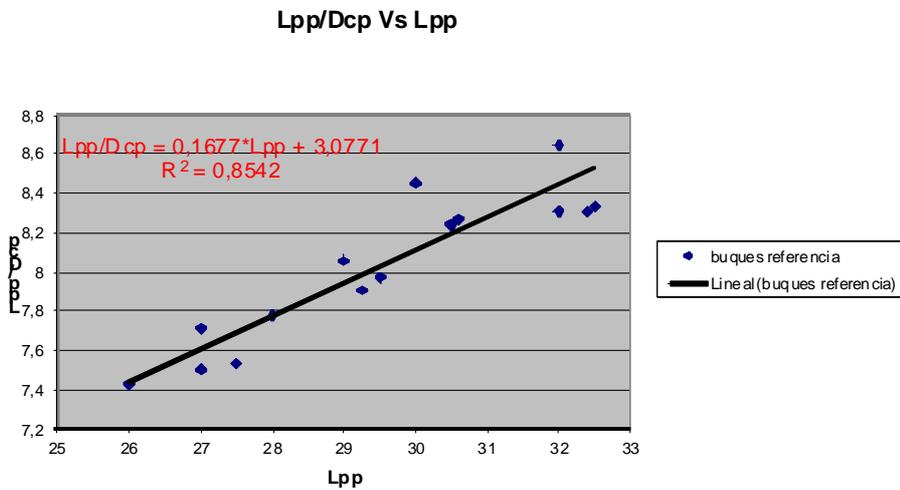
Tabla 15 Base de datos buques referencia. (Vol. Bod/Entrep.)<sup>1/3</sup> Vs Lpp



**Tabla 16 Base de datos buques referencia. Lpp/B Vs Lpp**

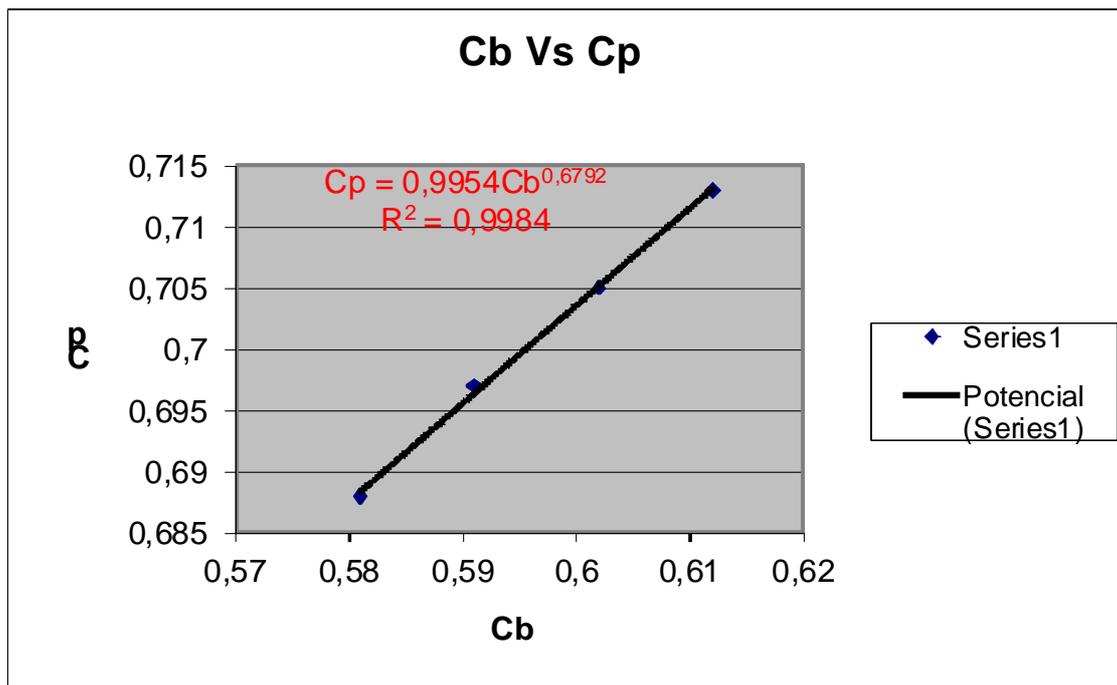


**Tabla 17 Base de datos buques referencia. Lpp/Dcp Vs Lpp**





**Tabla 20 Cb Vs Cp Galaxia Dos**



La relación basada en los coeficientes Cb y Cp para el Galaxia Dos.

**Tabla 21 Datos para grafica Cb Vs Cp**

$Cp = F(Cb)$

<b>Cb</b>	<b>Cp</b>
0,581	0,688
0,591	0,697
0,602	0,705
0,612	0,713

## 10. Base de datos-Buques de referencia.

**Tabla 22 Base de datos de Buques de referencia**

Referencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ltotal	32,1	38,8	35,3	35,2	38,4	36	38,4	37,3	37,3	37,3	40	34,2	37,5	37,5	37,5	32	32,2	33,5	32
Lpp	26	32	29	29,3	32,4	30	32	30,6	30,5	30,5	32,5	28	30,5	30,5	29,5	27	27	27,5	27
Btr	8	8,4	8	7,7	8,4	8,2	8,4	8,3	8,4	8,4	8,7	8	8,4	8,4	8	7,5	7,7	7,7	7,5
Dcp	3,5	3,85	3,6	3,7	3,9	3,55	3,7	3,7	3,7	3,7	3,9	3,6	3,7	3,7	3,7	3,6	3,5	3,65	3,6
Dcs	5,7	6	5,7	5,85	6,05		5,9	5,85	5,9	5,9	6,1		5,9	5,9	5,8		5,6	5,75	5,65
T	3	3,25	3	3	3,5	3,5	3,05		3,7	3,7	3,7		3,7		3,65		3	3	
Vol.Bod/Entr.	146	232	193	224	299	174	233	270	190	190	229	199	215	215	215	175	149	165	175
CUNU	728	1035	835	833	1061	873	995	940	948	948	1103	806	948	948	873	729	728	773	729
Velocidad	10,7		10,4	10	10,9	11	11,5		10,5	10,5			10,5		10	10	10		10
Lpp/Btr.	3,25	3,81	3,63	3,8	3,86	3,66	3,81	3,69	3,63	3,63	3,74	3,5	3,63	3,63	3,69	3,6	3,51	3,57	3,6
Btr./Dcp	2,29	2,18	2,22	2,08	2,15	2,31	2,27	2,24	2,27	2,27	2,23	2,22	2,27	2,27	2,16	2,08	2,2	2,11	2,08
Nº Froude	0,34		0,32	0,3	0,31	0,33	0,33		0,31	0,31			0,31		0,3	0,32	0,32		0,32
Vol.Bodega	146	232	193	184	262	174	233	200	190	190	229	199	215	215	176	175	115	165	175
(VolBod/Entr) <sup>1/3</sup>	5,18	6,03	5,68	5,96	6,56	5,49	6,04	6,34	5,65	5,65	6,01	5,74	5,88	5,88	5,88	5,5	5,21	5,39	5,5
Lpp/Dcp	7,43	8,31	8,06	7,91	8,31	8,45	8,65	8,27	8,24	8,24	8,33	7,78	8,24	8,24	7,97	7,5	7,71	7,53	7,5
Btr./T	2,67	2,58	2,67	2,57	2,4	2,34	2,75		2,27	2,27	2,35		2,27		2,19		2,57	2,57	
T/Dcp	0,86	0,84	0,83	0,81	0,9	0,99	0,82		1	1	0,95		1		0,99		0,86	0,82	
B/Dcp	2,29	2,18	2,22	2,08	2,15	2,31	2,27	2,24	2,27	2,27	2,23	2,22	2,27	2,27	2,16	2,08	2,2	2,11	2,08
BHP	1260	878	490	878	878	489	815	684	800	800	480	570	878	800	780	625	460	488	490

**Tabla 23 Fuentes de datos Buques de referencia**

Nombre	Referencia(nº)	Información
Susa Uno	1	I.N.,Agosto03
Portomar	2	INF.,Febrero03
Nuevo Ría de Aldá	3	Rotación
Galaxia Dos	4	INF.,Mayo01
Bogabante Segundo	5	INF.,Agosto02
Punta Vixía	6	INF.,Enero02
Cachacho	7	INF.,Dic.01
Fula	8	INF.,Febrero01
Kirrixki	9	Rotación
Hodeiertza	10	Rotación
Intxorta Mendi	11	INF.Febrero02
Siempre Elife	12	INF.,Dic.02
Nuevo Hemnos Ar	13	INF.,Febrero00
Arbide	14	INF.,Junio00
Releixo	15	INF.,Dic.01
Pedra Blanca	16	Rotación
Curbeiro	17	Rotación
Pescabon	18	Rotación
Catrúa	19	Rotación

## **11. Bibliografía.**

Referencia 1, 'Proyecto Básico del Buque Arrastrero Congelador por Popa'

Chakkor Mohammed Reda

Fernando Junco Ocampo

Referencia 2, 'Proyecto de Buque Arrastrero'

Mario Santarelli

Referencia 3, 'Proyecto de Buques Pesqueros'

J.J. Grávalos

Referencia 4, 'Proyectos de Buques y Artefactos', Relación de Watson

Fernando Junco Ocampo