

**VENTAJA COMPARATIVA ENTRE EL CASCO DOBLE CHINA Y EL CASCO CON FORMAS REDONDEADAS**

**PARTE I: POTENCIA PROPULSORA**

(\*)Por Ing. Naval Franklin j. Domínguez R.

Los barcos pesqueros frecuentemente han sido construidos usando formas hidrocónicas con doble china. Su facilidad de construcción y la gran capacidad de bodega han conseguido que estas formas de casco se tornen muy populares. El continuo incremento en los combustibles ha motivado a re analizar las tecnologías disponibles para tornar más eficientes estos modelos hidrocónicos. Como primera parte, se estudiara la velocidad & potencia propulsora necesaria al adicionar un bulbo postizo, luego por el incremento de un espolón de proa [WP]. Finalmente, estos análisis se comparan con los resultados que se obtendrían con un casco de parámetros hidrostáticos similares, pero con formas redondeadas.

The fishing vessels frequently have been built using hydro conic forms with double chine. Their construction easiness and the great holder capacity have got that these hull forms become very popular. The continuous increment in the fuels cost, has motivated to re analyze the available technologies to become more efficient these chine model. As first part, was studied the speed & propulsion power necessary when adding a false forward bulb, then with adding of a wave piercing [WP]. Finally, these analyses are compared with the results obtained with a hull with similar hydrostatic parameters, but with rounded forms.

**1-DEFINICION DE LOS MODELOS**

**1.1. MODELO HIDROCONICO, DOBLE CHINA**

Para el presente análisis se ha tomado como referencia las formas hidrocónicas de un casco pesquero de doble china de las siguientes dimensiones:

ESLORA CUB.	35.69 m
MANGA CUB.	7.92 m
PUNTAL (D)	3.76 m
CALADO (T)	3.055 m
VOLUMEN L.A.D	501.26 m <sup>3</sup>
CAP. DE BODEGA	350.286 t
CAP DIESEL	31.97 t
CAP AGUA	10.7 t
KG	2.635 m, (70 % D)
Cb	0.474
I ent.	38.50 grados

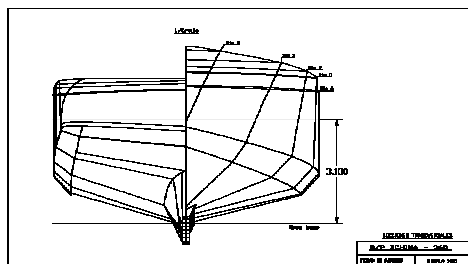


Fig. 1: Modelo hidro cónico doble china estándar, B/P DCHINA 350

Los demás resultados hidrostáticos son presentados en el Anexo A. En ambos casos se considera el material del casco y superestructura de acero naval ASTM A 131 Gr A

**1.2 MODELO FORMAS REDONDEADAS.**

En el presente estudio, como formas redondeadas equivalentes, se ha tomado como referencia las formas ITU, [5]. Estas formas redondeadas son definidas por medio de polinomios regresionales en función del coeficiente bloque Cb.

(\*) Gerente de TECNAVIN S. A., proyectos navales  
 Website: [www.tecnavin.com](http://www.tecnavin.com)  
 e mail : [navser@gve.satnet.net](mailto:navser@gve.satnet.net)  
 Entregado: 15 Abril 2009

Las dimensiones equivalentes al barco pesquero de doble china indicado en 1.1, son:

ESLORA CUB.	35.64 m
MANGA CUB.	7.928 m
PUNTAL (D)	4.51 m
CALADO (T)	3.481 m
VOLUMEN L.A.D	501.26 m <sup>3</sup>
CAP. DE BODEGA	354.988 t
CAP DIESEL	26.59 t
CAP AGUA	10.47 t
KG	2.964 m, (65.7% D)
Cb	0.529
I ent.	30.54 grados

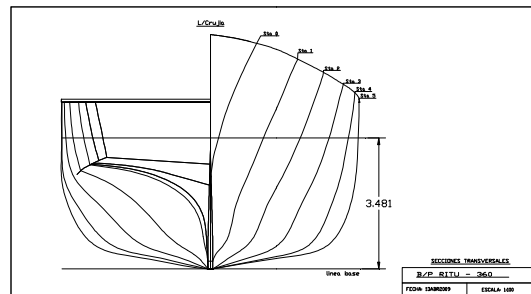


Fig. 2: Modelo formas redondeadas estándar, B/P ITU 350

Los demás resultados hidrostáticos son presentados en el Anexo A

**2.- ESTIMACION DE POTENCIA PROPULSORA**

Para la estimación de potencia propulsora, se han considerado los métodos regresionales propuesto por

- Calisal C.M., Mc Gregor D. [1]: este método regresional ofrece buena aproximación para el caso de pesqueros de una y doble china. Las variables de estimación son Fn, L, B, T, Cb, Cm. Los coeficientes regresionales han sido estimados para Cb=0.531 y Cb=0.615. Por esa razón no va a ser usado este método para el análisis
- Holtrop, J., [2], [3], [4] este método regresional ofrece buena aproximación para el caso de barcos pesqueros. Las variables de estimación son: Cp (Lwl), Lwl, Bwl, T, Lambda (Fn), I ent, A bulb, H bulb., L bulb. Este método considera los parámetros de bulbo, razón por la que va a ser usado para fines comparativos en el presente estudio.
- G. van Oortmerssen [6], este método regresional ofrece buena aproximación para el caso de barcos pesqueros. Las variables de estimación son: Cp, Lwl, L<sub>BP</sub>, Bwl, T, I ent. Este método no

**VENTAJA COMPARATIVA ENTRE EL CASCO DOBLE CHINA Y EL CASCO CON FORMAS REDONDEADAS**

**PARTE I: POTENCIA PROPULSORA**

(\*)Por Ing. Naval Franklin J. Domínguez R.

considera los parámetros de bulbo. Por esa razón no va a ser usado este método para el análisis.

**2.1 CONSIDERACIONES CON MODELO HIDROCONICO, DOBLE CHINA**

2.1.1-CASCO ORIGINAL ESTÁNDAR: Debido a que el presente estudio es solamente comparativo, la potencia propulsora se la define como la potencia efectiva EHP. Para la comparación de resultados, se va a considerar como velocidad de diseño 10 nudos, para todos los casos.

2.1.2-CASCO CON BULBO DE PROA: al modelo hidro cónico de doble china se adiciona un bulbo peonza, tipo postizo de 7%  $S_s$ , l ent. = 16.06 grados y longitud de protuberancia =2.96% Lwl

2.1.3- CASCO CON ESPOLON DE PROA-WP: al modelo hidro cónico de doble china se la va a adicionar como segunda alternativa un espolón de protuberancia=7% Lwl, y l ent. =18.971 grados.

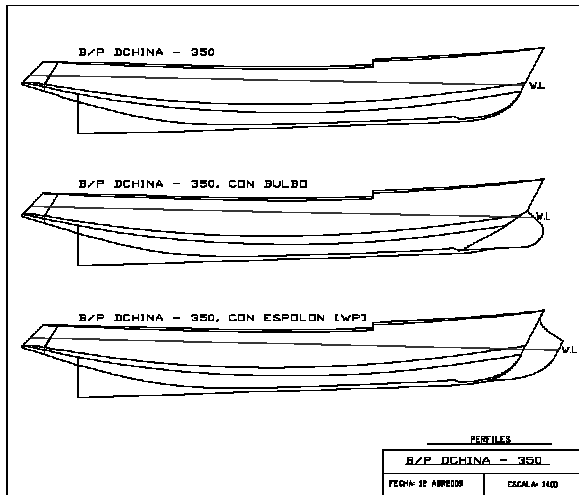


Fig. 3: Modelo hidro cónico doble china, vista en perfil: estándar, con bulbo de proa y con espolón [WP].

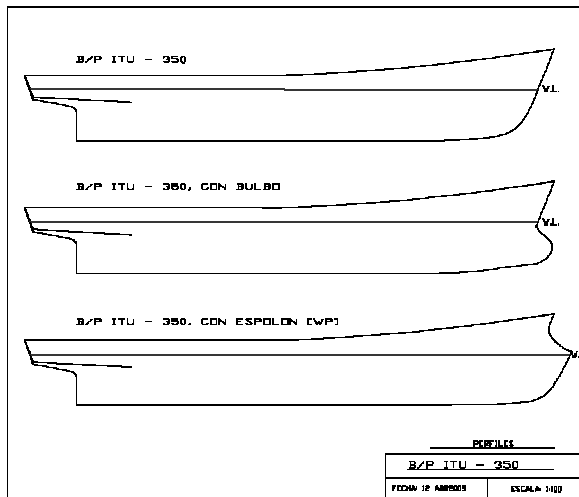


Fig. 4: Modelo forma redondeadas, vista en perfil: estándar, con bulbo de proa y con espolón [WP].

**2.2- CONSIDERACIONES CON MODELO FORMAS REDONDEADAS**

2.2.1- CASCO ORIGINAL ESTÁNDAR: al igual que para el caso del modelo hidro cónico, los resultados a compararse serán en base a la potencia efectiva EHP. Para la comparación de resultados, se va a considerar como velocidad de diseño 10 nudos, para todos los casos.

2.2.2- CASCO CON BULBO DE PROA: al modelo de formas redondeadas se le va a adicionar un bulbo peonza tipo postizo de longitud de protuberancia de 5.54%  $S_s$ , l ent. = 30.54 grados y longitud de protuberancia =3.14% Lwl

2.2.3- CASCO CON ESPOLON DE PROA-WP: al modelo de formas redondeadas se le va a adicionar como segunda alternativa un espolón de protuberancia=6.31% Lwl, y l ent. =10.8 grados.

**3.-RESULTADOS DE ANALISIS DE POTENCIA PROPULSORA**

3.1 CON MODELO DE DOBLE CHINA: De la fig. 5, indicada en el ANEXO B se tiene que hasta 7 nudos, el efecto de bulbo o del espolón [WP], no produce ningún efecto. Los beneficios de estos elementos tendrán lugar a partir de los 7 nudos en adelante. Para 10 nudos de velocidad, el bulbo ofrece una disminución de potencia EHP de 7.3% y en el caso del espolón [WP] de 19.4%.

3.2 CON MODELO FORMAS REDONDEADAS: De la fig. 1, indicada en el ANEXO B se tiene que hasta 7.5 nudos, el efecto de bulbo o del espolón [WP], no produce ningún efecto. Los beneficios de estos elementos tendrán lugar a partir de los 7.5 nudos en adelante. Para 10 nudos de velocidad, el bulbo ofrece una disminución de potencia EHP de 8.8% y en el caso del espolón [WP] de 19.0%.

3.3- ANALISIS COMPARATIVO ENTRE MODELOS: tomando como referencia la potencia EHP requerida por el modelo original de doble china para navegar a velocidad de 10 nudos, esto es 303.1 HP, los modelos con formas redondeadas requieren la siguiente potencia EHP, indicada en porcentaje:

- MODELO F. REDONDEADA STANDARD:...67%
- MODELO F RED. CON BULBO:.....60.8%
- MODELO F. RED. CON ESPOLON [WP].....54.3%

**4. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

4.1 aun cuando los modelos de doble china y formas redondeadas, presentan dimensiones similares, se puede concluir:

- Las capacidades de tanques y bodega de pescado son similares
- Los barcos de pesca construidos con formas hidrocónicas de doble china, pueden ser mejorados si se instala un bulbo de proa y mejor aun si se usa un espolón de proa [WP]. Considerando como referencia la velocidad de 10 nudos, estas naves puede alcanzar una reducción en la potencia EHP de 19.4 %, con relación al modelo con doble china estándar.
- A partir del análisis comparativo, resulta más rentable si se construye el barco de pesca con formas redondeadas. Este beneficio es más notable si a las formas redondeadas estándares se instala un bulbo o mejor todavía si se usa un espolón de proa [WP], en cuyo caso el requerimiento de potencia EHP solo será de 54.3 % comparado con el barco de doble china estándar.
- Al comparar los metacentros transversales KMt para ambos modelos, ver anexo A, se tiene:
  - o Modelo doble china std.....KMt=4.161 m
  - o Modelo f. redondeadas std.....KMt=3.884 m
- Debido a que el modelo de formas redondeadas presentan inferior metacentro transversal KMt, se recomienda que la superestructura sea construida con materiales livianos como aluminio o fibra de vidrio reforzada.

**5. - BIBLIOGRAFIA**

- 1.-Calisal C.M., Mc Gregor D., "A Resistance Study on a Systematic Series of L/B Vessels" SNAME Marine Technology, Vol. 34, No 4, Oct. 1993, pp. 286-296
- 2.-Holtrop, J., "A Statistical Resistance Prediction Method with a Speed Dependent Form Factor", Proceedings SMSSH '88, Varna, Oct 1988.
- 3.-Holtrop, J., "A Statistical Re-Analysis of Resistance and Propulsion Data", International Shipbuilding Progress, Vol. 31, No. 363 Nov 1984.
- 4.-Holtrop, J. and Mennen, G.G.J., "An Approximate Power Prediction Method", International Shipbuilding Progress, Vol. 29, No. 335, Jul 1982.
- 5.-Muhsin A., Aydin S., "Geometrical Characteristics of Fishing Boats Series of ITU", SNAME Marine Technology, Vol. 44, No. 2, April 2007, pp. 125-13
6. - Oortmerssen G. van, "A Power Prediction Method and its Application to Small Ships", International Shipbuilding Progress, Vol. 18, No. 207, 1971.

**6. - ANEXOS**

**6.1.- ANEXO A**

**CALCULO HIDROSTATICO: B/P DCHINA 350. doble china**

Draft Amidsh. M	3.055
Displacement tonne	513.2
Heel to Starboard degrees	0.0
Draft at FP m	2.774
Draft at AP m	3.335
Draft at LCF m	3.096
Trim (+ve by stern) m	0.560
WL Length m	33.887
WL Beam m	7.928
Wetted Area m <sup>2</sup>	365.572
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	236.795
Prismatic Coeff.	0.714
Block Coeff.	0.474
Midship Area Coeff.	0.760
Waterpl. Area Coeff.	0.881
LCB from zero pt. (+ve fwd) m m	-1.954
LCF from zero pt. (+ve fwd) m m	-2.176
KB m	1.927
KG m	2.635
BMt m	2.234
BML m	37.085
GMt m	1.526
GML m	36.377
KMt m	4.161
KML m	39.012
Immersion (TPc) tonne/cm	2.427
MTc tonne.m	6.286
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tone.m	13.670
Max deck inclination deg	1.1
Trim angle (+ve by stern) deg	1.1

**CALCULO HIDROSTATICO: B/P ITU 350, formas redondeadas**

Draft Amidsh. m	3.482
Displacement tonne	512.9
Heel to Starboard degrees	0.0
Draft at FP m	3.483
Draft at AP m	3.481
Draft at LCF m	3.482
Trim (+ve by stern) m	-0.002
WL Length m	34.251
WL Beam m	7.929
Wetted Area m <sup>2</sup>	345.428
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	215.601
Prismatic Coeff.	0.607
Block Coeff.	0.529
Midship Area Coeff.	0.872
Waterpl. Area Coeff.	0.794
LCB from zero pt. (+ve fwd) m m	-2.403
LCF from zero pt. (+ve fwd) m m	-3.728
KB m	2.092
KG m	2.964
BMt m	1.792
BML m	31.267
GMt m	0.920
GML m	30.394
KMt m	3.884
KML m	33.359
Immersion (TPc) tonne/cm	2.210
MTc tonne.m	5.375
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	8.232
Max deck inclination deg	0.0
Trim angle (+ve by stern) deg	0.0

**6.2.- ANEXO B**

<b>CUADRO COMPARATIVO DE POTENCIA PROPULSORA EHP</b>						
<b>MODELO DOBLE CHINA &amp; MODELO FORMA REDONDEADAS</b>						
<b>VELO- CIDAD [nudo]</b>	<b>MOD. DOBLE CHINA</b>			<b>MOD. FORMAS REDONDEADAS</b>		
	<b>ESTÁN DAR</b>	<b>BULBO</b>	<b>ESPOLO N [WP]</b>	<b>ESTÁN DAR</b>	<b>BULBO</b>	<b>ESPO- LON [WP]</b>
	<b>EHP [hp]</b>	<b>EHP [hp]</b>	<b>EHP [hp]</b>	<b>EHP [hp]</b>	<b>EHP [hp]</b>	<b>EHP [hp]</b>
4	12.9	13.7	13.1	9.8	9.6	9.6
5	24.4	25.8	24.6	18.4	18.1	18
6	41.4	43.5	41.5	30.8	30.3	30.2
7	67.4	69.8	65.9	48.9	47.8	47.2
8	110.4	110.8	102.4	76.5	73.9	71.4
8.5	142.1	140	127.4	96.1	91.8	87.5
9	186.7	179.2	159.8	121.3	114.4	107.2
9.5	241.7	227.1	199.4	156.1	144.6	132.4
<b>10</b>	<b>303.1</b>	<b>280.8</b>	<b>244.3</b>	<b>203.4</b>	<b>185.5</b>	<b>164.6</b>
10.5	391	354.6	302.8	261.2	235.9	203.3

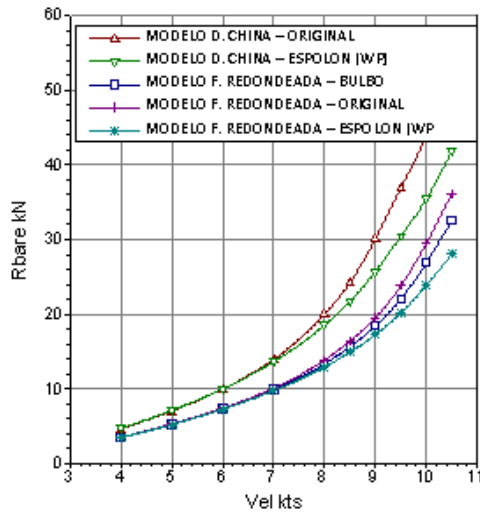


Fig. 5- GRAFICO COMPARATIVO DE RESISTENCIA AL AVANCE DEL CASCO [kN] y VELOCIDAD [nudos]

6.3- ANEXO C

**SIMBOLOGIA:**

- Cb Coeficiente bloque
- Cm Coeficiente de sección
- Cp Coeficiente prismático long.
- L<sub>BP</sub> Eslora entre perpendiculares
- Lwl Eslora de flotación
- B Manga moldeada
- D Puntal moldeado
- T calado sección media
- S<sub>5</sub> Área sumergida de sección media
- Fn Numero adim. Froude
- I ent. Angulo de entrada de línea de flot.
- A bulb Área del bulbo en perp. proa FP
- H bulb Altura de bulbo desde línea base
- L bulb protuberancia del bulbo desde FP
- KG Altura del centro de gravedad
- KMt Altura de metacentro desde quilla, transv.
- L.A.D. Línea de agua de diseño