



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

PETROLERO DE 300.000 TPM

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno VI

PREDICCIÓN DE POTENCIA Y SELECCIÓN DEL MOTOR

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERIA NAVAL Y OCEÁNICA
CURSO 2016-2017

PROYECTO 17-33

TIPO DE BUQUE: Petrolero de crudo de 300.000 TPM.

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Crudo y calefacción de tanques.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15 nudos a la velocidad de servicio, 85% MCR y 15% MM.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Bombas en cámara de bombas.

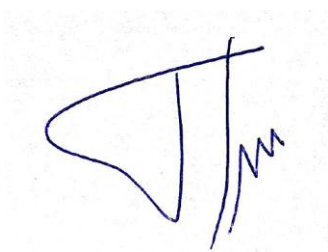
PROPULSIÓN: Motor diésel lento.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 35 tripulantes en camarotes individuales.

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

Ferrol, Febrero de 2017

ALUMNO: D. Pedro Carro Allegue



Fernando Junco Ocampo

CUADERNO VI:
PREDICCIÓN DE POTENCIA Y SELECCIÓN DEL
MOTOR

ÍNDICE:

1	Introducción.....	4
2	Estimación de la potencia propulsora.....	5
2.1	Cálculo de la resistencia al avance.....	5
2.2	Cálculo de la potencia propulsora.....	6
2.3	Selección del motor.....	7
2.4	Encaje en la disposición general del buque.....	9
3	Diseño del propulsor.....	11
4	Diseño del timón.....	14
4.1	Cálculo del par del timón.....	15
4.2	Cálculo del servomotor.....	18
5	Bibliografía.....	19
	ANEXO I: Report de resistencia al avance.	
	ANEXO II: Report de potencia propulsora.	
	ANEXO III: Report de la hélice seleccionada.	
	ANEXO IV: Formas de popa.	

1 INTRODUCCIÓN.

En este cuaderno trataremos de calcular:

- La potencia propulsora real que necesita nuestro buque para cumplir con las condiciones establecidas en las RPAS del proyecto.
- La selección de una planta propulsora.
- Definición del codaste y del timón de nuestro buque.

2 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA.

La potencia propulsora se puede determinar a partir de diferentes métodos, nosotros realizaremos el estudio de la estimación de la potencia propulsora de nuestro buque por el método de Holtrop, por ser un método muy efectivo y propio de grandes buques como petroleros, y usaremos el software de cálculo “NavCad”.

La potencia que calcularemos tiene que cumplir nuestros RPA, es decir, debemos ser capaces de cumplir con los 15 nudos de velocidad de servicio a un régimen de motor del 85% y con un margen de mar del 15%.

2.1 Cálculo de la resistencia al avance.

Primero, comprobaremos que estamos dentro de los límites aceptables para aplicar el método Holtrop. Estos límites son:

	MÍNIMO	MÁXIMO	BUQUE
Fn	0	0,85	0,14
Cp	0,55	0,85	0,70
Lpp/B	3,9	9,5	4,85

Como podemos ver, estamos dentro de los límites de aplicación del método.

Para el cálculo de la resistencia al avance, como hemos dicho, utilizaremos el software “NavCad”, el cual, introduciendo las dimensiones y unos valores previamente calculados, nos aportará un informe y una gráfica que nos determinan la resistencia al avance de nuestro buque.

Los datos solicitados por el programa son los siguientes:

- Eslora en la flotación: 313.2 m
- Superficie mojada: 28563,7 m
- Centro de carena: 158,14 m
- Centro de gravedad de la flotación: 151,8 m
- Área del plano de flotación: 17773,41 m²
- Área de la sección maestra: 1308,16 m²
- Semiángulo de entrada de la flotación: 24°

- Diámetro máximo del propulsor: 11,8 m

En la siguiente tabla podemos ver los resultados obtenidos:

SPEED [kt]	RESISTANCE							
	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]
3,00 !	105,97	5,30	0,00	0,00	0,00	15,90	15,90	127,16
5,00 !	273,55	13,68	0,00	0,00	0,00	41,03	41,03	328,26
7,00	509,53	25,48	0,00	0,00	0,00	76,43	76,43	611,44
9,00	809,61	40,48	0,00	0,00	0,00	121,44	121,44	971,53
11,00	1171,49	58,57	0,00	0,00	0,00	175,72	175,72	1405,79
12,00	1375,67	68,78	0,00	0,00	0,00	206,35	206,35	1650,80
13,00	1598,37	79,92	0,00	0,00	0,00	239,76	239,76	1918,04
14,00	1847,35	92,37	0,00	0,00	0,00	277,10	277,10	2216,82
+ 15,00 +	2136,85	106,84	0,00	0,00	0,00	320,53	320,53	2564,22
16,00	2489,79	124,49	0,00	0,00	0,00	373,47	373,47	2987,75

Como podemos observar, nuestra resistencia al avance para nuestra velocidad de 15 nudos es:

$$R_{\text{avance}} = 2564,22 \text{ kN}$$

El report completo de este cálculo lo podemos en el “ANEXO I”.

2.2 Cálculo de la potencia propulsora.

Con lo anteriormente calculado, volvemos al programa y en el modo “Propulsion”, introducimos nuevos datos, y obtendremos nuestra potencia BHP para unas RPM y una geometría del propulsor ya optimizadas.

De forma que a este valor, en el que ya está incluido el 15% de margen de mar, le aplicamos el régimen del motor (85%), y tendremos nuestra BHP final.

Dentro del programa debemos “jugar” manteniendo fijos ciertos parámetros para que nos calcule el valor óptimo de otros, y luego fijar estos para obtener los valores óptimos para los primeros.

La potencia obtenida por el “NavCad” para una hélice de 4 palas es:

SPEED [kt]	POWER DELIVERY							
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
3,00 !	14	174,77	174,77	240,0	247,5	247,5	255,1	---
5,00 !	22	452,95	452,95	1005,5	1036,6	1036,6	1068,6	---
7,00	30	847,12	847,12	2581,8	2661,7	2661,7	2744,0	---
9,00	38	1350,61	1350,61	5214,8	5376,1	5376,1	5542,3	---
11,00	46	1959,76	1959,76	9139,3	9422,0	9422,0	9713,4	---
12,00	50	2304,05	2304,05	11663,9	12024,6	12024,6	12396,5	---
13,00	54	2679,61	2679,61	14642,3	15095,1	15095,1	15562,0	---
14,00	58	3098,61	3098,61	18216,6	18780,0	18780,0	19360,8	---
+ 15,00 +	62	3583,42	3583,42	22650,3	23350,8	23350,8	24073,0	---
16,00	67	4170,05	4170,05	28399,8	29278,1	29278,1	30183,7	937,5

$$\mathbf{BKWs = 24073 \text{ kW}}$$

$$\mathbf{BHPs = 32282,42 \text{ HP}}$$

A este valor, como hemos dicho, le aplicamos el 85 % del régimen de motor:

$$BHP' = \frac{BHPs}{85\%}$$

$$\mathbf{BKW' = 28321,18 \text{ kW}}$$

$$\mathbf{BHP' = 37979,32 \text{ HP}}$$

Como podemos observar en el report correspondiente, lo tenemos completo en el “ANEXO II”, las revoluciones óptimas a las que tiene que trabajar nuestra hélice a nuestra velocidad de servicio son:

$$\mathbf{RPM = 62}$$

También en el mismo report, podemos ver que esta optimización de nuestro sistema propulsivo es muy buena, debido a que tiene un alto rendimiento, así como un bajo nivel de cavitación:

$$\mathbf{\eta = 0.8448 \%}$$

$$\mathbf{\% \text{ cavit.} = 3.8 \%}$$

2.3 Selección del motor.

Llegados a este punto, ya tenemos la potencia demandada por nuestro buque así como las revoluciones óptimas a las que debe operar nuestro propulsor y, debido a que no trabajaremos con una reductora, las revoluciones óptimas para nuestra máquina propulsora para que puedan cumplir con nuestra velocidad de servicio (15 nudos) cumpliendo el régimen del motor (85%) así como presentar un buen rendimiento y un bajo nivel de cavitación, como ya hemos visto.

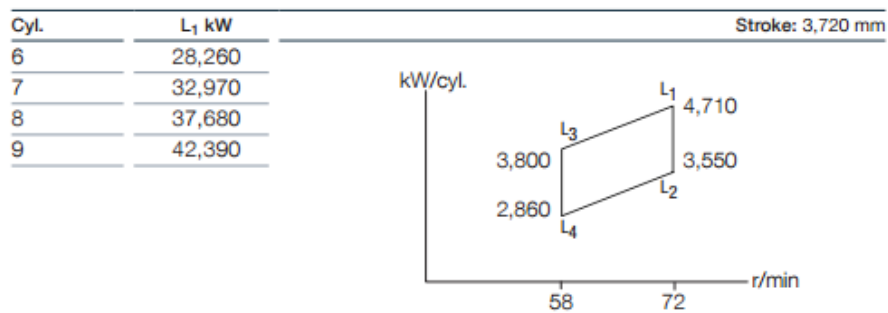
Solamente nos queda buscar entre distintos catálogos comerciales un motor que se adapte lo mejor posible a nuestras condiciones.

En nuestro caso hemos seleccionado el motor siguiente:

MAN B&W G80ME-C9.5 - TII

Para seleccionar el número de cilindros del motor, procederemos a realizar lo siguiente:

- Calcular, según el catálogo, la potencia desarrollada por el motor en función del número de cilindros, su presión y las revoluciones a las que opera.



		POTENCIA (KW)					
		RPM	PRESIÓN (bar)	6 cil.	7 cil.	8 cil.	9 cil.
L1	L1	72	21	28260	32970	37680	42390
	L2	72	15,8	21300	24850	28400	31950
	L3	58	21	22800	26600	30400	34200
	L4	58	15,8	17160	20020	22880	25740

- Seleccionar, en función de las necesidades anteriormente calculadas, el caso que mejor se adapte a nuestras condiciones.

Por tanto podemos seleccionar un motor del tipo MAN B&W G80ME-C9.5 – GI - TII, con 8 cilindros, que trabaje a un régimen de 58 RPM y una presión de 21 bar.

Por tanto las características de nuestro motor son:

RPM = 58

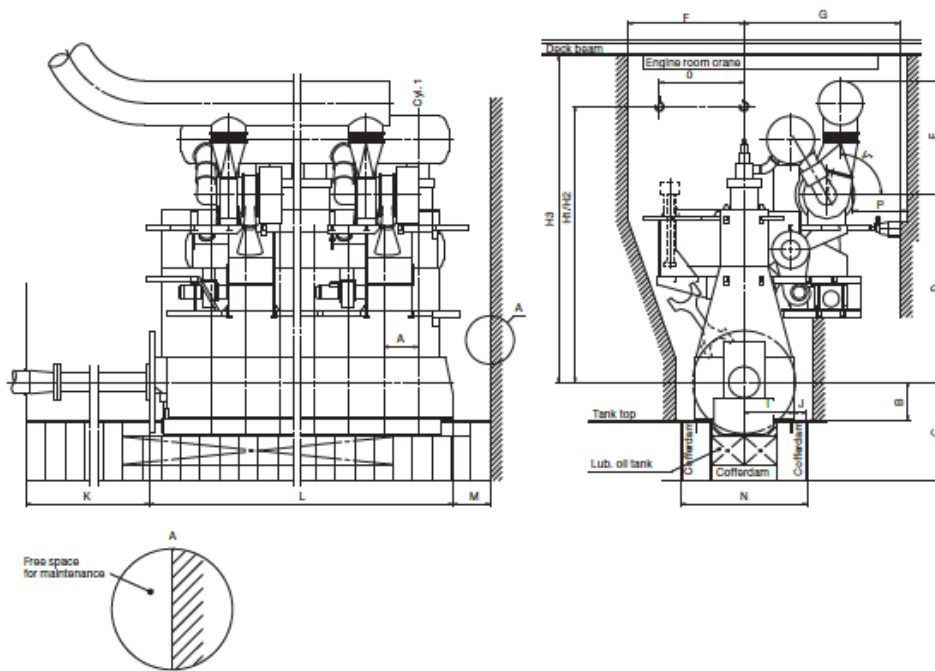
BKW = 30400 KW

BHP = 41332,5 HP

2.4 Encaje en la disposición general del buque.

En el cuaderno de la disposición general (cuaderno 7) podemos ver los planos de la disposición general, y en ella ver el encaje y la disposición del motor en la cámara de máquinas.

Según el fabricante, las dimensiones de nuestro motor son las siguientes:



CUADERNO VI: PREDICCIÓN DE POTENCIA Y SELECCIÓN DEL MOTOR

PEDRO CARRO ALLEGUE

Cyl. No.	6	7	8	9	
A	1,400				Cylinder distance
B	2,010				Distance from crankshaft centre line to foundation
C	4,685	4,730	4,795	4,860	The dimension includes a cofferdam of 500 mm and must fulfil minimum height to tank top according to classification rules
D *	10,080	10,080	10,080	10,080	MAN TCA
	-	9,767	9,767	10,069	ABB A100-L
	-	9,795	10,040	10,040	Mitsubishi MET
E *	5,166	4,605	4,830	5,246	MAN TCA
	5,246	4,646	4,871	5,225	ABB A100-L
	5,089	4,489	4,772	5,014	Mitsubishi MET
F	See text				See drawing: 'Engine Top Bracing', if top bracing fitted on camshaft side
G	6,275	6,075	6,075	6,275	MAN TCA
	-	6,075	6,075	6,275	ABB A100-L
	-	6,075	6,475	6,475	Mitsubishi MET
H1 *	16,100				Minimum overhaul height, normal lifting procedure
H2 *	14,775				Minimum overhaul height, reduced height lifting procedure
H3 *	14,525				The minimum distance from crankshaft centre line to lower edge of deck beam, when using MAN B&W Double Jib Crane
I	2,660				Length from crankshaft centre line to outer side bedplate
J	510				Space for tightening control of holding down bolts
K	See text				K must be equal to or larger than the propeller shaft, if the propeller shaft is to be drawn into the engine room
L *	12,629	14,029	15,429	16,829	Minimum length of a basic engine, without 2nd order moment compensators.
M	≈ 800				Free space in front of engine
N	6,030				Distance between outer foundation girders
O	3,025				Minimum crane operation area
P	See text				See drawing: 'Crane beam for Turbocharger' for overhaul of turbocharger
V	0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°				Maximum 30° when engine room has minimum headroom above the turbocharger

Si comprobamos la capacidad de nuestra cámara de máquinas, podemos observar que cumplimos muy holgadamente con estos requisitos.

3 DISEÑO DEL PROPULSOR.

Una vez obtenida nuestra planta propulsora, deberemos diseñar finalmente nuestro propulsor.

Para ello, nuevamente nos apoyaremos en el programa “NavCad”, y calcularemos el rendimiento de la hélice para distintos números de palas (4, 5 y 6 palas) y comprobaremos el tema de la cavitación.

- Hélice de 4 palas:

SPEED [kt]	EFFICIENCY		
	EFFO	EFFG	EFFOA
3,00 !	0,3560	0,9700	0,7787
5,00 !	0,3660	0,9700	0,8006
7,00	0,3760	0,9700	0,8139
9,00	0,3841	0,9700	0,8239
11,00	0,3905	0,9700	0,8320
12,00	0,3932	0,9700	0,8354
13,00	0,3954	0,9700	0,8378
14,00	0,3965	0,9700	0,8383
+ 15,00 +	0,3960	0,9700	0,8355
16,00	0,3932	0,9700	0,8280

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
3,00 !	1798,38	88,30	18,08	7,65	0,211	3,50	2,0	2,0	5669,8
5,00 !	647,42	33,82	6,92	12,37	0,229	9,03	2,0	2,0	5701,3
7,00	323,61	17,95	3,67	16,97	0,253	16,82	2,0	2,0	5732,8
9,00	192,23	11,19	2,29	21,50	0,285	26,72	2,0	2,0	5759,0
11,00	126,94	7,67	1,57	25,96	0,322	38,66	2,0	2,0	5780,0
12,00	106,06	6,51	1,33	28,18	0,344	45,40	2,0	2,0	5788,9
13,00	89,91	5,59	1,14	30,42	0,367	52,75 !	2,3	2,3	5796,0
14,00	77,16	4,83	0,99	32,73	0,393	60,97 !!	2,8	2,8	5799,8
+ 15,00 +	66,94	4,18	0,85	35,19	0,423	70,52 !!	3,5	3,5	5798,2
16,00	58,60	3,60	0,73	37,91	0,460	82,17 !!	4,5	4,5	5788,9

En estos gráficos, podemos observar que tenemos un rendimiento de 0,8355 y una cavitación del 3.5 %. A priori, unos muy buenos resultados.

CUADERNO VI: PREDICCIÓN DE POTENCIA Y SELECCIÓN DEL MOTOR

PEDRO CARRO ALLEGUE

- Hélice de 5 palas:

SPEED [kt]	EFFICIENCY		
	EFFO	EFFG	EFFOA
3,00 !	0,3635	0,9700	0,7923
5,00 !	0,3734	0,9700	0,8139
7,00	0,3831	0,9700	0,8267
9,00	0,3911	0,9700	0,8362
11,00	0,3974	0,9700	0,8439
12,00	0,4001	0,9700	0,8471
13,00	0,4022	0,9700	0,8494
14,00	0,4033	0,9700	0,8498
+ 15,00 +	0,4028	0,9700	0,8470
16,00	0,4001	0,9700	0,8396

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
3,00 !	1798,38	89,08	18,23	7,62	0,212	3,27	2,0	2,0	5694,6
5,00 !	647,42	34,10	6,97	12,32	0,232	8,44	2,0	2,0	5724,4
7,00	323,61	18,09	3,70	16,91	0,260	15,72	2,0	2,0	5754,1
9,00	192,23	11,27	2,30	21,43	0,295	24,98	2,0	2,0	5778,8
11,00	126,94	7,72	1,58	25,88	0,337	36,15	2,0	2,0	5798,6
12,00	106,06	6,55	1,34	28,10	0,361	42,45	2,0	2,0	5807,0
13,00	89,91	5,62	1,15	30,33	0,387	49,32	2,0	2,0	5813,7
14,00	77,16	4,86	0,99	32,63	0,416	57,01 !!	2,3	2,3	5817,2
+ 15,00 +	66,94	4,20	0,86	35,08	0,450	65,94 !!	2,8	2,8	5815,7
16,00	58,60	3,62	0,74	37,80	0,491	76,83 !!	3,6	3,6	5806,9

En estos gráficos, podemos observar que tenemos un rendimiento de 0.847 y una cavitación del 2,8 %. Unos datos que, comparados con los de la hélice de cuatro palas, son mejores.

- Hélice de 6 palas:

SPEED [kt]	EFFICIENCY			
	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT
3,00 !	0,3648	0,9700	0,7966	0,82127
5,00 !	0,3745	0,9700	0,8177	0,81267
7,00	0,3840	0,9700	0,8298	0,80401
9,00	0,3917	0,9700	0,8388	0,79678
11,00	0,3978	0,9700	0,8461	0,79096
12,00	0,4003	0,9700	0,8491	0,78849
13,00	0,4024	0,9700	0,8512	0,78651
14,00	0,4034	0,9700	0,8515	0,78545
+ 15,00 +	0,4030	0,9700	0,8488	0,78589
16,00	0,4003	0,9700	0,8415	0,7885

CUADERNO VI: PREDICCIÓN DE POTENCIA Y SELECCIÓN DEL MOTOR

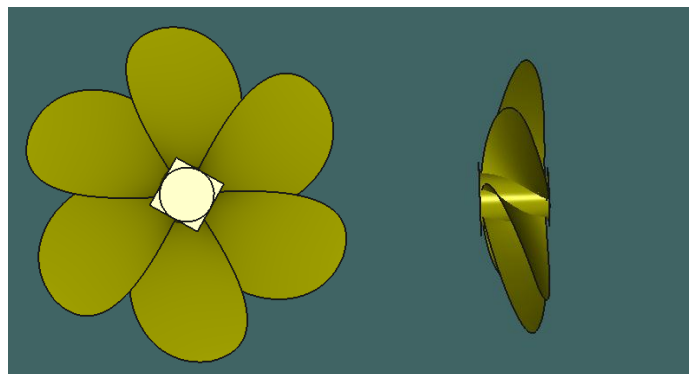
PEDRO CARRO ALLEGUE

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
3,00 !	1798,38	89,48	18,31	7,60	0,214	3,08	2,0	2,0	5707,5
5,00 !	647,42	34,22	7,00	12,29	0,235	7,95	2,0	2,0	5734,9
7,00	323,61	18,14	3,71	16,89	0,266	14,80	2,0	2,0	5762,2
9,00	192,23	11,29	2,31	21,40	0,305	23,52	2,0	2,0	5784,7
11,00	126,94	7,73	1,58	25,86	0,352	34,04	2,0	2,0	5802,8
12,00	106,06	6,56	1,34	28,08	0,378	39,97	2,0	2,0	5810,4
13,00	89,91	5,63	1,15	30,31	0,407	46,44	2,0	2,0	5816,5
14,00	77,16	4,86	0,99	32,61	0,439	53,68 !	2,0	2,0	5819,8
+ 15,00 +	66,94	4,21	0,86	35,06	0,477	62,09 !!	2,3	2,3	5818,4
16,00	58,60	3,63	0,74	37,77	0,522	72,34 !!	2,9	2,9	5810,4

Los datos de la hélice de 6 palas, como podemos comprobar, son mucho mejores que los de las dos hélices anteriores.

Por tanto, nos quedaremos con una hélice de 6 palas, cuyo rendimiento es de 0.78589 y la cavitación de 2.3 %.

La geometría de la hélice será la siguiente:



En el ANEXO III podemos ver con más detalle los datos que nos ha volcado del programa NavCad para la hélice seleccionada.

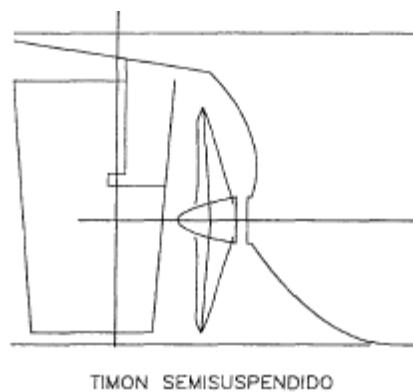
4 DISEÑO DEL TIMÓN.

En este punto, buscaremos un óptimo diseño y dimensionamiento de nuestro timón.

Primero, empezaremos definiendo el tipo de timón que llevaremos.

Viendo que la mayoría de buques similares al nuestro llevan todos el mismo tipo de timón, nosotros nos decantaremos por uno similar.

Por tanto, usaremos un timón semisuspendido con una geometría similar a la siguiente:



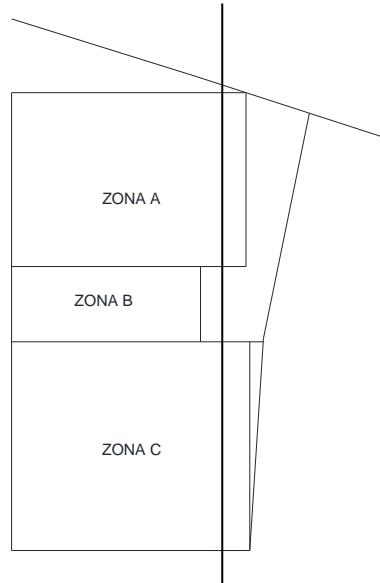
Ahora continuaremos calculando el área aproximada que deberá tener nuestro timón, que podemos calcularla de la siguiente manera:

$$A_{\text{timón}} = 1.3-1.9\% L_{pp} T$$

Por tanto, el área de nuestro timón deberá estar dentro del siguiente intervalo:

$$A_{\text{timón}} = 82.37 \text{ m}^2 - 120.39 \text{ m}^2$$

Ahora debemos diseñar un timón, y dividirlo en tres zonas como vemos en la siguiente imagen. Posteriormente le debemos sumar un área denominada de compensación, que es el área a proa del eje de giro, que nuestra Sociedad de Clasificación (DNV) suele delimitar en un 25% del área del timón.



Midiendo en el plano, obtenemos los siguientes valores para cada zona:

- ZONA A = 43.6 m²
- ZONA B = 13.74 m²
- ZONA C = 49.52 m²
- ÁREA TOTAL = 106.85 m²
- ZONA DE COMPENSACIÓN (25% área total) = 26.71 m²

En el ANEXO IV, tenemos la disposición del codaste con el propulsor y el timón, con las claras del codaste cumpliendo la normativa, como hemos visto en el Cuaderno 3.

4.1 Cálculo del par del timón.

El procedimiento empleado por la Sociedad de Clasificación (Pt.3 Ch.3 Sec.2, D100) para el cálculo del par del timón es el siguiente:

Primero debemos calcular la fuerza lateral, que podemos estimarla mediante la siguiente expresión:

$$F = 0.44 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot A \cdot V^2$$

En donde:

k_1 : es un coeficiente del perfil del timón, para un perfil NACA como el que usaremos, estimaremos como 1.1 y en la condición de marcha atrás 0.8.

Table D1 Rudder profile type - coefficient		
Profile type	Ahead	Astern
NACA - Göttingen	1.1	0.8
Hollow profile ¹⁾	1.35	0.9
Flatsided	1.1	0.9
Profile with «fish tail»	1.4	0.8
Rudder with flap	1.65	1.3
Nozzle rudder	1.9	1.5
1) Profile where the width somewhere along the length is 75% or less of the width of a flat side profile with same nose radius and a straight line tangent to after end		

k_2 : es un coeficiente dependiente de la disposición del timón.

- 1,0 En general
- 0,8 Timones fuera del flujo de la hélice
- 1,15 Timones detrás de una tobera fija

Por tanto, lo tomaremos como 1.

k_3 : es un coeficiente dependiente de la relación de aspecto del timón.

$$k_3 = \frac{H^2}{A_t} + 2 \quad ; \quad \text{max. } 4$$

Siendo H la altura media del timón (14,21 m) y A_t es el área total del mismo dentro de H (en nuestro caso coincide con el A_t).

Por tanto:

$$k_3 = 3.889$$

A: es el área total del timón (106,85 m²)

V: máxima velocidad de servicio al calado de verano (15 knots)

Para la condición de marcha atrás debe emplearse la máxima velocidad cuando, y en todo caso no menor de:

$$V_{astern} = 0.5 \cdot V$$

$$V_{astern} = 7.5 \text{ knots}$$

Por tanto la fuerza lateral del timón será:

$$F = 45261,46 \text{ kN}$$

Y la fuerza lateral marcha atrás es:

$$F = 8229,36 \text{ kN}$$

Una vez que tenemos la fuerza lateral, ya podremos calcular el par del timón mediante la siguiente expresión:

$$M_{TR} = F \cdot x_e$$

Y mínimo debe ser:

$$M_{TR \text{ min}} = 0.1 \cdot F \cdot B$$

En donde:

F: es la fuerza lateral sobre la mecha del timón calculada anteriormente.

x_e : es el centro de empuje.

Lo podemos estimar como:

$$x_e = B \cdot \left(\alpha - \frac{A_F}{A} \right)$$

Siendo B la eslora media del timón (7.61 m), A área del timón, y Af el área a proa del eje del timón (en nuestro caso coincide con el área del timón. α es un coeficiente que toma el valor de 0.33 y para la condición de marcha atrás 0.66

$$x_e = - 5.0987$$

Y para la condición de marcha atrás toma el valor de:

$$x_e = - 2.5874$$

Por tanto el par del timón tiene un valor de:

$$M_{TR} = 63377,23 \text{ KNm}$$

Para la condición de marcha atrás toma el valor de:

$$M_{TR \text{ astern}} = - 21292,64 \text{ KNm}$$

Ahora comprobamos que cumple con el valor mínimo:

$$M_{TR \text{ min}} = 34443,97 \text{ KNm}$$

Vemos que cumple.

4.2 Cálculo del servomotor.

Según la IMO y las Sociedades de Clasificación, el servomotor será capaz de girar el timón desde 35° a una banda hasta 30° a la otra banda en 28 seg.

Según esto, podemos estimar la potencia del servo como:

$$P = M \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot \theta}{360 \cdot t} \cdot \frac{1}{\eta}$$

En donde:

P: es el par máximo en (KNm), podemos estimarlo como un 15% del anterior.

η : rendimiento mecánico (0.8)

θ : ángulo de giro (35 + 30 = 65 °)

t: tiempo para efectuar el giro (28 seg)

Por tanto:

$$P = 3691,23 \text{ KW}$$

5 BIBLIOGRAFÍA.

- “Proyectos de buques y artefactos”, Fernando Junco.
- DNV
- “El proyecto básico del buque mercante”, Alvariño, R; Aspiroz, J; y Meizoso , M.
- Catálogo del motor “MAN B&W 8G80ME-C9.5 –TII”
- Apuntes de la asignatura de Métodos computacionales aplicados al proyecto (GAN)
- Diverso material web.

ANEXO I:

REPORT RESIST. AVANCE

Resistance

3 feb 2018 09:31

HydroComp NavCad 2014

Project ID

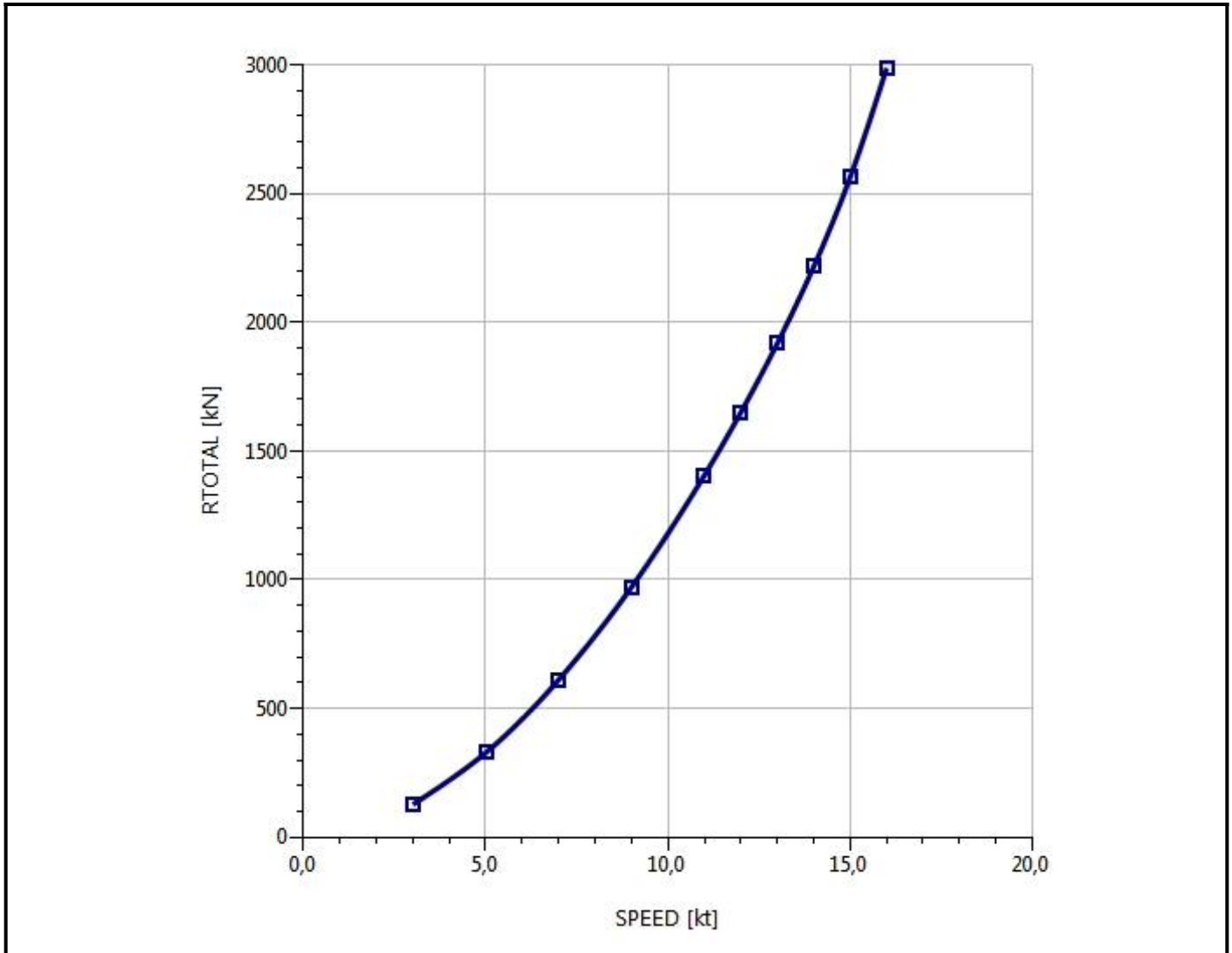
Description

File name **navcad.hcnc**

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Percentage
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Off]
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull drag only [15%]
Hull form factor:	[On]	1,457	Water properties	
Speed corr:	[On]		Water type:	Salt
Spray drag corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Roughness [mm]:	[On]	0,15		

Predicted resistance



Resistance

3 feb 2018 09:40

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **navcad.hcnc**

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Percentage
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Off]
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull drag only [15%]
Hull form factor:	[On]	1,457	Water properties	
Speed corr:	[On]		Water type:	Salt
Spray drag corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Roughness [mm]:	[On]	0,15		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,14	0,83	4,97	3,03	1,06
Range	0,06-0,25	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-1,07

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CTLT/CF]	CR	dCF	CA	CT
3,00 !	0,028	0,059	4,06e8	0,001717	1,457	0,000145	0,000000	0,000390	0,003036
5,00 !	0,046	0,098	6,77e8	0,001607	1,457	0,000130	0,000000	0,000350	0,002822
7,00	0,065	0,138	9,48e8	0,001541	1,457	0,000122	0,000000	0,000315	0,002681
9,00	0,084	0,177	1,22e9	0,001494	1,457	0,000116	0,000000	0,000286	0,002577
11,00	0,102	0,216	1,49e9	0,001458	1,456	0,000114	0,000000	0,000260	0,002497
12,00	0,111	0,236	1,63e9	0,001442	1,456	0,000115	0,000000	0,000248	0,002463
13,00	0,121	0,255	1,76e9	0,001429	1,455	0,000122	0,000000	0,000237	0,002439
14,00	0,130	0,275	1,90e9	0,001416	1,455	0,000144	0,000000	0,000227	0,002430
+ 15,00 +	0,139	0,295	2,03e9	0,001404	1,454	0,000190	0,000000	0,000217	0,002449
16,00	0,149	0,314	2,17e9	0,001394	1,452	0,000276	0,000000	0,000208	0,002508
	RESISTANCE								
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
3,00 !	105,97	5,30	0,00	0,00	0,00	15,90	15,90	127,16	
5,00 !	273,55	13,68	0,00	0,00	0,00	41,03	41,03	328,26	
7,00	509,53	25,48	0,00	0,00	0,00	76,43	76,43	611,44	
9,00	809,61	40,48	0,00	0,00	0,00	121,44	121,44	971,53	
11,00	1171,49	58,57	0,00	0,00	0,00	175,72	175,72	1405,79	
12,00	1375,67	68,78	0,00	0,00	0,00	206,35	206,35	1650,80	
13,00	1598,37	79,92	0,00	0,00	0,00	239,76	239,76	1918,04	
14,00	1847,35	92,37	0,00	0,00	0,00	277,10	277,10	2216,82	
+ 15,00 +	2136,85	106,84	0,00	0,00	0,00	320,53	320,53	2564,22	
16,00	2489,79	124,49	0,00	0,00	0,00	373,47	373,47	2987,75	
	EFFECTIVE POWER		OTHER						
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
3,00 !	163,5	196,3	0,00189	0,03975	0,00003				
5,00 !	703,6	844,4	0,00170	0,03694	0,00008				
7,00	1834,9	2201,9	0,00159	0,03510	0,00015				
9,00	3748,5	4498,2	0,00152	0,03374	0,00024				
11,00	6629,4	7955,2	0,00149	0,03268	0,00034				
12,00	8492,5	10190,9	0,00151	0,03225	0,00040				
13,00	10689,5	12827,4	0,00160	0,03193	0,00046				
14,00	13305,1	15966,1	0,00188	0,03182	0,00054				
+ 15,00 +	16489,3	19787,2	0,00249	0,03206	0,00062				
16,00	20493,8	24592,5	0,00362	0,03283	0,00072				

Resistance

3 feb 2018 09:40

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **navcad.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	313,200 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 4,971] 63,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,029] 20,800 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,833] 350565,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,761] 28563,7 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,505] 158,138 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,485] 151,786 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,998] 1308,2 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,901] 17773,4 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,0 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	11800,0 mm
Bulb nose fwd TR:	313,200 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,0 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	65,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[BTK flow] -1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

Resistance

3 feb 2018 09:40

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **navcad.hcnc**

Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Percentage	Count:	0
Percent of hull drag:	5,00 %	Type:	Skeg
Planing influence		Mean length:	0,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,000 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	0,000 m
Shafting		Height mid:	0,000 m
Count:	1	Height fwd:	0,000 m
Max prop diameter:	11800,0 mm	Projected area:	0,0 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,0 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,0 m2	Root chord:	0,000 m
Strut bossing length:	0,000 m	Tip chord:	0,000 m
Bossing diameter:	0,000 m	Span:	0,000 m
Wetted surface:	0,0 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	Projected area:	0,0 m2
Strut (per shaft line)		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	Bilge keel	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Mean length:	0,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	0,0 m2	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	0	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,0 m2
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Drag area:	0,0 m2
Span:	0,000 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,000		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	0,0 m2		
Wetted surface:	0,0 m2		

Environment data

Wind		Seas	
Wind speed:	0,00 kt	Significant wave ht:	0,000 m
Angle off bow:	0,00 deg	Modal wave period:	0,0 sec
Gradient correction:	Off	Shallow/channel	
Exposed hull		Water depth:	0,000 m
Transverse area:	0,0 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	0,000 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	0,0 m2	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Cargo ship		
Transverse area:	0,0 m2		
VCE above WL:	0,000 m		
Profile area:	0,0 m2		

Resistance

3 feb 2018 09:40

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **navcad.hcnc**

Symbols and values

SPEED = Vessel speed
FN = Froude number [LWL]
FV = Froude number [VOL]

RN = Reynolds number [LWL]
CF = Frictional resistance coefficient
CV/CF = Viscous/frictional resistance coefficient ratio [dynamic form factor]
CR = Residuary resistance coefficient
dCF = Added frictional resistance coefficient for roughness
CA = Correlation allowance [dynamic]
CT = Total bare-hull resistance coefficient

RBARE = Bare-hull resistance
RAPP = Additional appendage resistance
RWIND = Additional wind resistance
RSEAS = Additional sea-state resistance
RCHAN = Additional shallow/channel resistance
RTOWED = Additional towed object resistance
RMARGIN = Resistance margin
RTOTAL = Total vessel resistance

PEBARE = Bare-hull effective power
PETOTAL = Total effective power

CTLR = Telfer residuary resistance coefficient
CTLT = Telfer total bare-hull resistance coefficient
RBARE/W = Bare-hull resistance to weight ratio

+ = Design speed indicator
* = Exceeds parameter limit

ANEXO II:
REPORT POTENCIA PROPULSORA

Propulsion

3 feb 2018 09:45

HydroComp NavCad 2014

Project ID

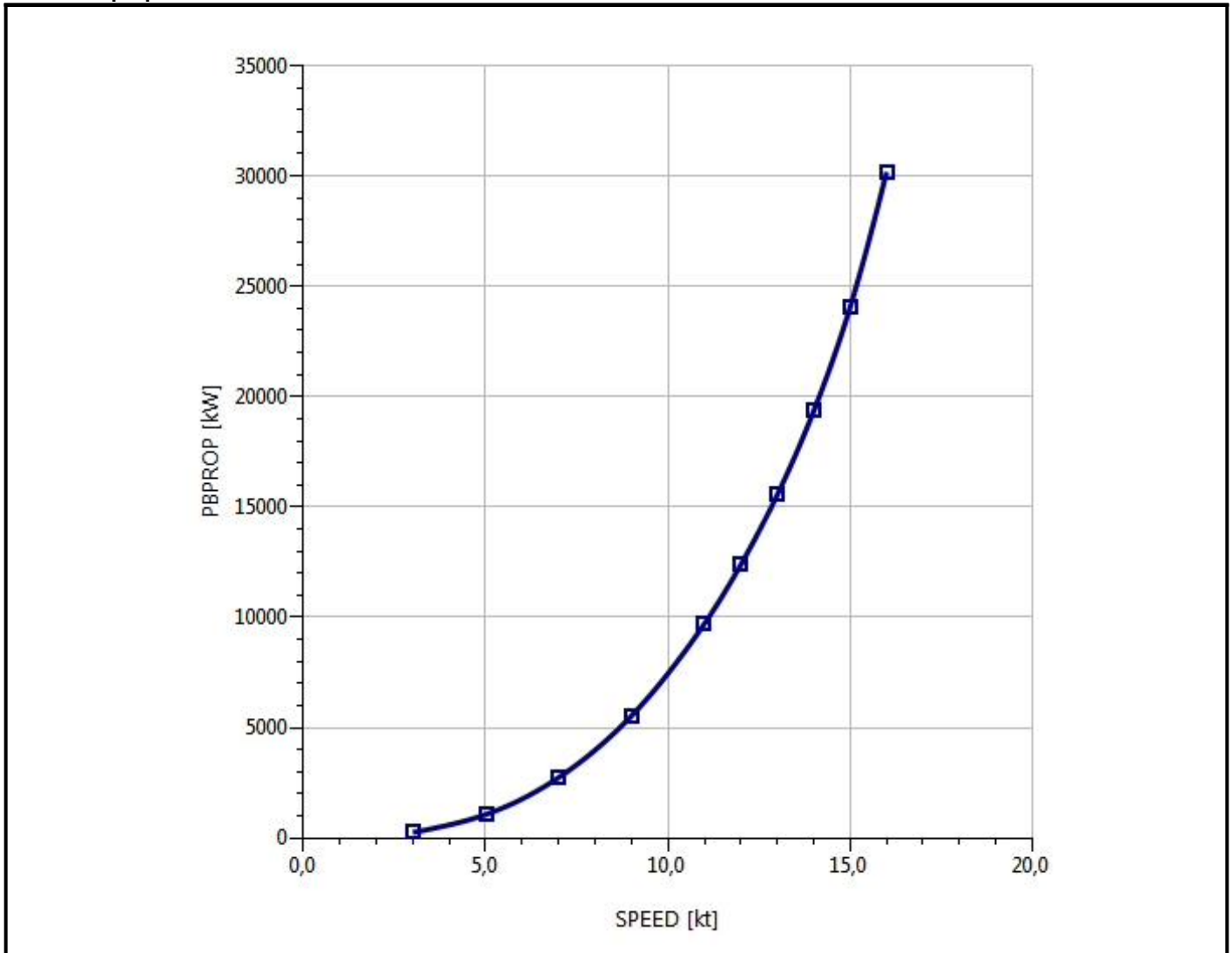
Description

File name **navcad.hcnc**

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	11800,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,457	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Predicted propulsion



Propulsion

3 feb 2018 09:42

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **navcad.hcnc**

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	11800,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,457	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,14	0,83	4,97	3,03
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE			
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]
3,00 !	196,3	0,6502	0,2325	1,0314	14	255,1	---	0,0
5,00 !	844,4	0,6502	0,2325	1,0314	22	1068,6	---	0,0
7,00	2201,9	0,6466	0,2325	1,0314	30	2744,0	---	0,0
9,00	4498,2	0,6434	0,2325	1,0314	38	5542,3	---	0,0
11,00	7955,2	0,6409	0,2325	1,0314	46	9713,4	---	0,0
12,00	10190,9	0,6399	0,2325	1,0314	50	12396,5	---	0,0
13,00	12827,4	0,6390	0,2325	1,0314	54	15562,0	---	0,0
14,00	15966,1	0,6381	0,2325	1,0314	58	19360,8	---	0,0
+ 15,00 +	19787,2	0,6374	0,2325	1,0314	62	24073,0	---	0,0
16,00	24592,5	0,6367	0,2325	1,0314	67	30183,7	---	0,0
SPEED [kt]	POWER DELIVERY							
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
3,00 !	14	174,77	174,77	240,0	247,5	247,5	255,1	---
5,00 !	22	452,95	452,95	1005,5	1036,6	1036,6	1068,6	---
7,00	30	847,12	847,12	2581,8	2661,7	2661,7	2744,0	---
9,00	38	1350,61	1350,61	5214,8	5376,1	5376,1	5542,3	---
11,00	46	1959,76	1959,76	9139,3	9422,0	9422,0	9713,4	---
12,00	50	2304,05	2304,05	11663,9	12024,6	12024,6	12396,5	---
13,00	54	2679,61	2679,61	14642,3	15095,1	15095,1	15562,0	---
14,00	58	3098,61	3098,61	18216,6	18780,0	18780,0	19360,8	---
+ 15,00 +	62	3583,42	3583,42	22650,3	23350,8	23350,8	24073,0	---
16,00	67	4170,05	4170,05	28399,8	29278,1	29278,1	30183,7	937,5
SPEED [kt]	EFFICIENCY				THRUST			
	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]		
3,00 !	0,3613	0,9700	0,7930	0,81325	165,69	127,16		
5,00 !	0,3711	0,9700	0,8146	0,80528	427,71	328,26		
7,00	0,3808	0,9700	0,8273	0,79725	796,69	611,44		
9,00	0,3886	0,9700	0,8367	0,79055	1265,86	971,52		
11,00	0,3949	0,9700	0,8443	0,78516	1831,70	1405,79		
12,00	0,3975	0,9700	0,8475	0,78286	2150,93	1650,80		
13,00	0,3996	0,9700	0,8498	0,78103	2499,14	1918,04		
14,00	0,4007	0,9700	0,8502	0,78004	2888,44	2216,82		
+ 15,00 +	0,4002	0,9700	0,8474	0,78045	3341,08	2564,21		
16,00	0,3975	0,9700	0,8400	0,78287	3892,93	2987,75		

Propulsion

3 feb 2018 09:42

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **navcad.hcnc**

Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
3,00 !	0,2029	0,1639	0,01465	3,9796	1,7531	10,134	27,197	1,25e7	
5,00 !	0,2093	0,1620	0,01453	3,6983	1,5861	9,4177	24,606	2,02e7	
7,00	0,2156	0,1600	0,01442	3,4434	1,4393	8,7685	22,329	2,78e7	
9,00	0,2208	0,1584	0,01432	3,2499	1,3309	8,2759	20,647	3,52e7	
11,00	0,2250	0,1571	0,01425	3,1054	1,2517	7,9077	19,418	4,25e7	
12,00	0,2267	0,1566	0,01422	3,0468	1,22	7,7585	18,926	4,62e7	
13,00	0,2281	0,1562	0,01419	3,0009	1,1954	7,6419	18,544	4,98e7	
14,00	0,2289	0,1559	0,01418	2,9768	1,1825	7,5804	18,344	5,36e7	
+ 15,00 +	0,2286	0,1560	0,01418	2,9868	1,1878	7,6059	18,427	5,76e7	
16,00	0,2267	0,1566	0,01422	3,0469	1,22	7,7588	18,927	6,21e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
3,00 !	1798,38	74,05	15,18	8,36	0,211	4,08	2,0	2,0	5192,1
5,00 !	647,42	28,35	5,81	13,51	0,229	10,54	2,0	2,0	5219,7
7,00	323,61	15,04	3,08	18,55	0,253	19,62	2,0	2,0	5247,2
9,00	192,23	9,37	1,92	23,49	0,285	31,18	2,0	2,0	5270,1
11,00	126,94	6,42	1,31	28,38	0,322	45,12	2,0	2,0	5288,4
12,00	106,06	5,45	1,12	30,80	0,344	52,98 !	2,1	2,1	5296,2
13,00	89,91	4,68	0,96	33,25	0,367	61,56 !!	2,6	2,6	5302,4
14,00	77,16	4,04	0,83	35,77	0,393	71,15 !!	3,2	3,2	5305,8
+ 15,00 +	66,94	3,50	0,72	38,46	0,423	82,30 !!	4,0	4,0	5304,4
16,00	58,60	3,01	0,62	41,44	0,460	95,89 !!	5,2	5,2	5296,2

Propulsion

3 feb 2018 09:42

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **navcad.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	313,200 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 4,971] 63,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,029] 20,800 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,833] 350565,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,761] 28563,7 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,505] 158,138 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,485] 151,786 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,998] 1308,2 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,901] 17773,4 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,0 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	11800,0 mm
Bulb nose fwd TR:	313,200 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,0 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	65,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[BTK flow] -1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By thrust	KTKQ corrections:	Standard
Reference prop:		Scale correction:	Full ITTC
Blade count:	4	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,3712 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	11800,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	Standard
Propeller mean pitch:	[P/D 0,5400] 6372,2 mm [Size]	Roughness:	Standard
Hub immersion:	16820,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition	
Engine data:		Max prop diam:	11800,0 mm
Rated RPM:	0 RPM	Design speed:	15,00 kt
Rated power:	0,0 kW	Reference power:	30400,0 kW
Gear efficiency:	0,970	Design point:	0,850
Load correction:	Off	Reference RPM:	56,0
Gear ratio:	1,000 [Keep]	Design point:	1,000
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

3 feb 2018 09:42

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **navcad.hcnc**

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency

RPMENG = Engine RPM
PBPROP = Brake power per propulsor
FUEL = Fuel rate per engine
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM

RPMPROP = Propulsor RPM
QPROP = Propulsor open water torque
QENG = Engine torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor

EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFG = Gear efficiency (load corrected)
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
MERIT = Propulsor merit coefficient

THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust

J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio
KQJ3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R

SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
PRESS = Average propeller loading pressure
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation

+ = Design speed indicator
* = Exceeds recommended parameter limit
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
--- = Insignificant or not applicable

ANEXO III:

REPORT HÉLICE SELECCIONADA

Propulsion

3 feb 2018 10:57

HydroComp NavCad 2014

Project ID

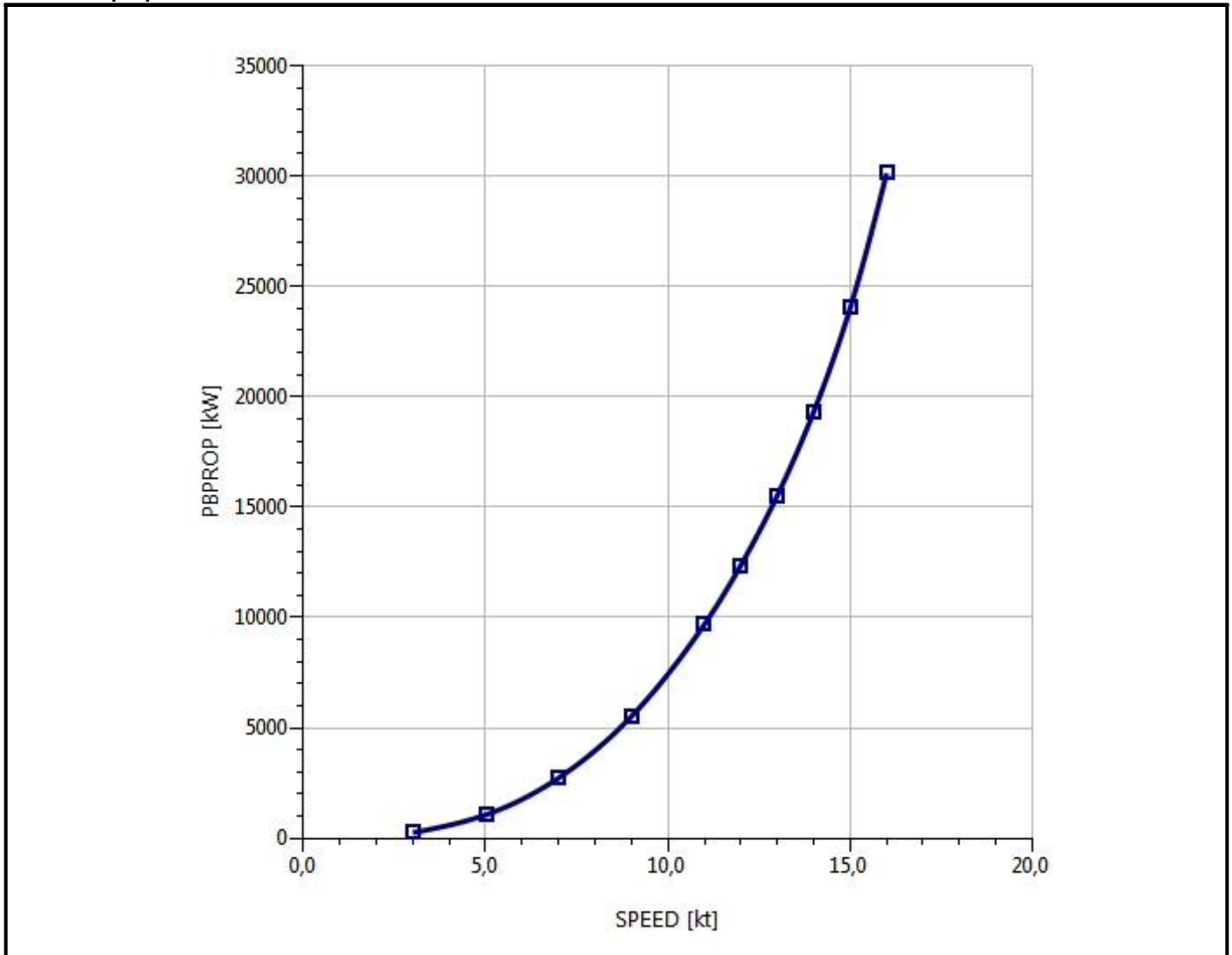
Description

File name **navcad.hcnc**

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	11800,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,457	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Predicted propulsion



Propulsion

3 feb 2018 10:59

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **navcad.hcnc**

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	11800,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,457	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,14	0,83	4,97	3,03
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE				
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	
3,00 !	196,3	0,6502	0,2325	1,0259	12	254,0	---	0,0	
5,00 !	844,4	0,6502	0,2325	1,0259	20	1064,5	---	0,0	
7,00	2201,9	0,6466	0,2325	1,0259	27	2735,4	---	0,0	
9,00	4498,2	0,6434	0,2325	1,0259	35	5528,3	---	0,0	
11,00	7955,2	0,6409	0,2325	1,0259	42	9693,3	---	0,0	
12,00	10190,9	0,6399	0,2325	1,0259	45	12373,5	---	0,0	
13,00	12827,4	0,6390	0,2325	1,0259	49	15535,7	---	0,0	
14,00	15966,1	0,6381	0,2325	1,0259	53	19329,7	---	0,0	
+ 15,00 +	19787,2	0,6374	0,2325	1,0259	57	24033,5	---	0,0	
16,00	24592,5	0,6367	0,2325	1,0259	61	30127,6	---	0,0	
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
3,00 !	12	190,24	190,24	239,0	246,4	246,4	254,0	---	
5,00 !	20	493,14	493,14	1001,6	1032,6	1032,6	1064,5	---	
7,00	27	922,44	922,44	2573,7	2653,3	2653,3	2735,4	---	
9,00	35	1470,91	1470,91	5201,6	5362,4	5362,4	5528,3	---	
11,00	42	2134,56	2134,56	9120,4	9402,5	9402,5	9693,3	---	
12,00	45	2509,70	2509,70	11642,2	12002,3	12002,3	12373,5	---	
13,00	49	2918,89	2918,89	14617,5	15069,6	15069,6	15535,7	---	
14,00	53	3375,38	3375,38	18187,3	18749,8	18749,8	19329,7	---	
+ 15,00 +	57	3903,46	3903,46	22613,1	23312,5	23312,5	24033,5	---	
16,00	61	4542,25	4542,25	28347,1	29223,8	29223,8	30127,6	939,3	
SPEED [kt]	EFFICIENCY				THRUST				
	EFFO	EFFG	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]			
3,00 !	0,3648	0,9700	0,7966	0,82127	165,69	127,16			
5,00 !	0,3745	0,9700	0,8177	0,81267	427,71	328,26			
7,00	0,3840	0,9700	0,8298	0,80401	796,69	611,44			
9,00	0,3917	0,9700	0,8388	0,79678	1265,86	971,52			
11,00	0,3978	0,9700	0,8461	0,79096	1831,69	1405,79			
12,00	0,4003	0,9700	0,8491	0,78849	2150,93	1650,80			
13,00	0,4024	0,9700	0,8512	0,78651	2499,14	1918,04			
14,00	0,4034	0,9700	0,8515	0,78545	2888,44	2216,82			
+ 15,00 +	0,4030	0,9700	0,8488	0,78589	3341,08	2564,21			
16,00	0,4003	0,9700	0,8415	0,7885	3892,93	2987,75			

Propulsion

3 feb 2018 10:59

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **navcad.hcnc**

Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
3,00 !	0,2231	0,1980	0,01927	3,9796	1,736	10,134	27,074	1,01e7	
5,00 !	0,2299	0,1955	0,01910	3,6983	1,5717	9,4177	24,512	1,63e7	
7,00	0,2367	0,1930	0,01894	3,4434	1,4272	8,7685	22,259	2,24e7	
9,00	0,2424	0,1909	0,01880	3,2499	1,3205	8,2758	20,595	2,84e7	
11,00	0,2468	0,1892	0,01868	3,1053	1,2425	7,9077	19,378	3,43e7	
12,00	0,2487	0,1885	0,01864	3,0468	1,2113	7,7585	18,891	3,72e7	
13,00	0,2502	0,1879	0,01860	3,001	1,187	7,6419	18,513	4,02e7	
14,00	0,2510	0,1876	0,01858	2,9768	1,1743	7,5804	18,315	4,32e7	
+ 15,00 +	0,2507	0,1877	0,01859	2,9868	1,1796	7,6059	18,397	4,65e7	
16,00	0,2487	0,1885	0,01864	3,0469	1,2113	7,7588	18,892	5,01e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
3,00 !	1798,38	89,48	18,31	7,60	0,214	3,08	2,0	2,0	5707,5
5,00 !	647,42	34,22	7,00	12,29	0,235	7,95	2,0	2,0	5734,9
7,00	323,61	18,14	3,71	16,89	0,266	14,80	2,0	2,0	5762,2
9,00	192,23	11,29	2,31	21,40	0,305	23,52	2,0	2,0	5784,7
11,00	126,94	7,73	1,58	25,86	0,352	34,04	2,0	2,0	5802,8
12,00	106,06	6,56	1,34	28,08	0,378	39,97	2,0	2,0	5810,4
13,00	89,91	5,63	1,15	30,31	0,407	46,44	2,0	2,0	5816,5
14,00	77,16	4,86	0,99	32,61	0,439	53,68 !	2,0	2,0	5819,8
+ 15,00 +	66,94	4,21	0,86	35,06	0,477	62,09 !!	2,3	2,3	5818,4
16,00	58,60	3,63	0,74	37,77	0,522	72,34 !!	2,9	2,9	5810,4

Propulsion

3 feb 2018 10:59

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **navcad.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	313,200 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 4,971] 63,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,029] 20,800 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,833] 350565,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,761] 28563,7 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,505] 158,138 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,485] 151,786 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,998] 1308,2 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,901] 17773,4 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,0 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	11800,0 mm
Bulb nose fwd TR:	313,200 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,0 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	65,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[BTK flow] -1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By power	KTKQ corrections:	Standard
Reference prop:		Scale correction:	Full ITTC
Blade count:	6	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,4921 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	11800,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	Standard
Propeller mean pitch:	[P/D 0,5908] 6971,5 mm [Size]	Roughness:	Standard
Hub immersion:	16820,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition	
Engine data:		Max prop diam:	11800,0 mm
Rated RPM:	0 RPM	Design speed:	15,00 kt
Rated power:	0,0 kW	Reference power:	30400,0 kW
Gear efficiency:	0,970	Design point:	0,850
Load correction:	Off	Reference RPM:	58,0
Gear ratio:	1,000 [Keep]	Design point:	1,000
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

3 feb 2018 10:59

HydroComp NavCad 2014

Project ID

Description

File name **navcad.hcnc**

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency

RPMENG = Engine RPM
PBPROP = Brake power per propulsor
FUEL = Fuel rate per engine
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM

RPMPROP = Propulsor RPM
QPROP = Propulsor open water torque
QENG = Engine torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor

EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFG = Gear efficiency (load corrected)
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
MERIT = Propulsor merit coefficient

THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust

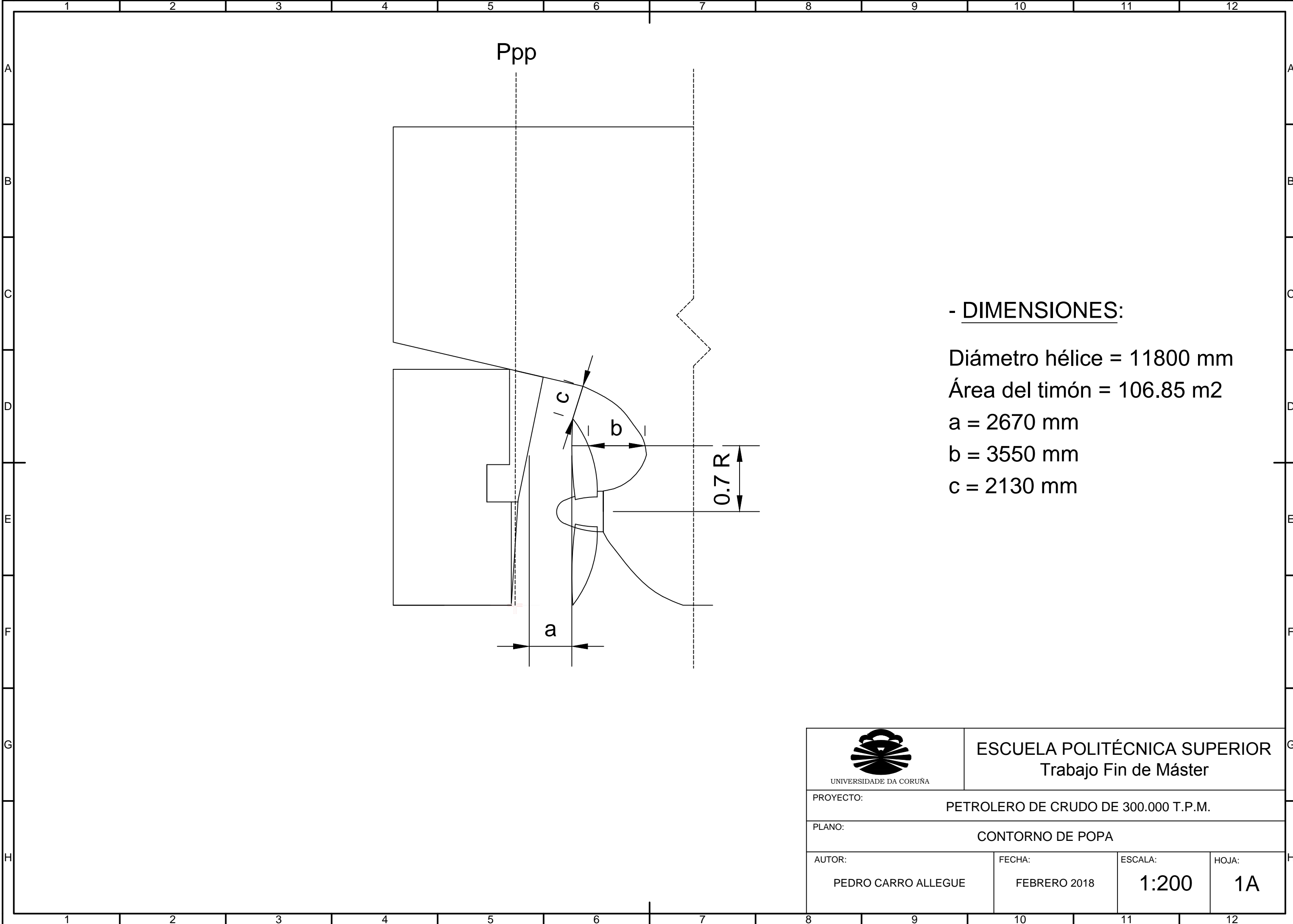
J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio
KQJ3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R

SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
PRESS = Average propeller loading pressure
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation

+ = Design speed indicator
* = Exceeds recommended parameter limit
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
--- = Insignificant or not applicable

ANEXO IV:

FORMAS DE POPA



- DIMENSIONES:

Diámetro hélice = 11800 mm

Área del timón = 106.85 m²

a = 2670 mm

b = 3550 mm

c = 2130 mm

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR Trabajo Fin de Máster	
PROYECTO:		PETROLERO DE CRUDO DE 300.000 T.P.M.	
PLANO:		CONTORNO DE POPA	
AUTOR:	FECHA:	ESCALA:	HOJA:
PEDRO CARRO ALLEGUE	FEBRERO 2018	1:200	1A