



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2019/2020

PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Julián Rodríguez Cortegoso

TUTOR

Fernando Lago Rodríguez

FECHA

Septiembre, 2019

6.1. RPA



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA **TRABAJO FIN DE GRADO**

CURSO 2019-2020

PROYECTO NÚMERO: GENO-1920-04.

TIPO DE BUQUE: Petrolero Suezmax 150000 TPM.

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Crudo de densidad máxima 0,86 t/m³.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15 nudos (85 % MCR – 10 % MM) y 10000 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Cámara de bombas.

PROPULSIÓN: Diésel eléctrica.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 25 personas con camarotes individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este equipo.

Ferrol, 10 septiembre 2019

ALUMNO: D. JULIÁN RODRÍGUEZ CORTEGOSO



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2019/2020**

PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 6

**PREDICCIÓN DE POTENCIA Y SELECCIÓN DE PLANTA
PROPULSORA**

ÍNDICE

6.1. RPA	2
6.2. Introducción	6
6.3. Consideraciones previas	7
6.3.1. Selección del número de líneas de ejes	7
6.4. Resistencia al avance	8
6.4.1. Datos de entrada	8
6.4.2. Resultados	10
6.5. Cálculo de la potencia	12
6.5.1. Datos de entrada	12
6.5.2. Resultados	12
6.5.3. Selección del motor propulsor	14
6.6. Cálculo del propulsor	15
6.6.1. Datos de entrada	15
6.6.2. Resultados	15
6.7. Cálculo del timón	16
6.7.1. Tipo de timón	16
6.7.2. Parámetros del timón	16
6.7.2.1. Área del timón	16
6.7.2.2. Altura del timón	16
6.7.2.3. Relación de aspecto	16
6.7.2.4. Espesor	17
6.7.2.5. Compensación	17
6.7.3. Perfil del timón	17
6.7.4. Fuerza del timón	19
6.7.4.1. Fuerza del timón avante	19
6.7.4.2. Fuerza del timón ciando	19
6.7.5. Par del timón	20
6.7.5.1. Par del timón avante	20
6.7.5.2. Par del timón ciando	21
6.8. Cálculo del servomotor	22
6.8.1. Par del servomotor	22
6.8.2. Potencia del servomotor	22
6.9. Comprobación de claras	24
6.10. Bibliografía	25
Anexo I: Buque base	26
Anexo II: Planos	28

Anexo III: Resistencia	31
Anexo IV: Propulsión	36
Anexo V: Propulsor 4 palas.....	41
Anexo VI: Propulsor 5 palas.....	46
Anexo VII: Propulsor 6 palas.....	51

6.2. INTRODUCCIÓN

En el siguiente cuaderno se realizará el cálculo de la resistencia al avance del buque y la estimación de la potencia propulsora para alcanzar una velocidad de 15 nudos a un régimen del motor del 85 % y con un margen de mar del 10 %. También se llevará a cabo la estimación del propulsor más adecuado al buque del proyecto y las dimensiones principales del timón, así como las claras de este, que vienen definidas por la sociedad de clasificación *DNVGL*.

Para ello se ha de tener en cuenta que la propulsión es diésel eléctrica y que el barco contará con dos motores eléctricos acoplados a una línea de ejes mediante una reductora.

Las dimensiones y los coeficientes principales del barco del proyecto obtenidos en el *Cuaderno 3*, son los siguientes:

Dimensión	Valor	Unidades
L_{PP}	263,6	m
L_F	268	m
B	48	m
D	24	m
T	17,2	m
C_b	0,823	-
C_m	0,996	-
C_p	0,826	-
C_{wp}	0,896	-
Δ	186563	t
Superficie mojada	19025,63	m ²
Vol. Carena	182013	m ³

6.3. CONSIDERACIONES PREVIAS

6.3.1. SELECCIÓN DEL NÚMERO DE LÍNEAS DE EJES

La solución más económica coincide con el número mínimo de líneas de ejes entonces resulta obvio que lo ideal será disponer de una sola línea de ejes. Esta es la solución más frecuente y únicamente se utiliza otra solución cuando con esta no se pueden cumplir los objetivos del proyecto.

El número de líneas de ejes viene definido principalmente por dos factores: el calado mínimo de funcionamiento del buque y las necesidades de potencia a instalar y los motores disponibles.

El calado mínimo influye en el máximo diámetro de la hélice, ya que es necesario garantizar su completa inmersión, y el diámetro a su vez condiciona la capacidad de absorción de potencia, siendo lo idóneo conseguir un equilibrio entre el tamaño de la hélice y la capacidad del motor. En vista de que cuanto más grande sea la hélice mayor será la eficiencia de trabajo, se optará por llevar una línea de ejes siempre y cuando se disponga de espacio suficiente para albergar una hélice grande y cuando el barco no opere en calados demasiado bajos que impidan su inundación total, que en esos casos no quedará más remedio que instalar dos líneas de ejes.

El segundo factor se deduce de las necesidades de potencia a instalar y de la situación tecnológica presente de los motores marinos, que se mide principalmente por las máximas potencias disponibles.

Al tratarse de una propulsión no convencional como es el caso de la propulsión eléctrica y por trabajar a altas potencias lo más recomendable es disponer de dos motores eléctricos cada uno con la mitad de la potencia total que irán acoplados a una reductora de la que saldrá una línea de ejes con su correspondiente hélice.

6.4. RESISTENCIA AL AVANCE

Para saber la potencia que se debe instalar en el buque, es necesario conocer antes la resistencia al avance de dicho buque.

La resistencia al avance es la fuerza que ejerce el agua sobre el casco y apéndices en sentido contrario al avance del buque.

Dicho cálculo se realizará con el software *NavCad2018* que es una herramienta integrada de diseño de resistencia y propulsión para el análisis paramétrico de la resistencia y de la propulsión.

6.4.1. DATOS DE ENTRADA

Para el cálculo de la resistencia son necesarios los siguientes valores obtenidos al calado de diseño:

Dimensiones principales

Eslora en la flotación.....	268 m
Manga máxima en la flotación	48 m
Calado máximo de diseño.....	17,2 m
Desplazamiento	186563 t
Superficie mojada	19025,63 m ²
LCB	143,98 m
LCF.....	137,877 m
Área de la maestra.....	822,507 m ²
Área de flotación	11520,234 m ²

Propulsor

Tipo	Hélice
Número.....	1

Bulbo

Área transversal.....	0 m ²
Altura del bulbo desde la línea de flotación	0 m ²
Nariz longitudinal desde la perpendicular de popa	0 m ²

Estampa

Área de la estampa.....	8,059 m ²
Manga de la estampa	3,038 m
Inmersión de la estampa.....	4,44 m
Semiángulo de entrada de la flotación	50 °
Forma de proa	Normal
Forma de popa	Normal

Velocidad

Velocidad de diseño.....	15 kn
--------------------------	-------

Los valores de LCB y LCF proporcionados por el programa *Maxsurf* no tienen en cuenta la parte a popa de la perpendicular de popa por lo que se le han sumado 4,394 metros correspondientes a esta distancia.

La velocidad de diseño se complementa con tres velocidades superiores y el resto inferiores.

Para el cálculo de los apéndices se tendrá en cuenta:

Hélice

Número..... 1
Diámetro..... 8200 mm

Timón

Número..... 1
Localización..... Tras propulsor
Tipo..... Semicompensado
Cuerda superior..... 5,2 m
Cuerda inferior..... 6,8 m
Altura..... 12 m
Relación espesor/cuerda..... 0,17
Ángulo..... 0 °
Área proyectada..... 83,66 m²
Superficie mojada..... 146,759 m²

En cuanto al medio se considerará:

Casco

Área transversal..... 326,4 m²
Centro de gravedad vertical sobre la línea de flotación..... 3,4 m

Superestructura

Área transversal..... 370,8 m²
Centro de gravedad vertical sobre la línea de flotación..... 14,3 m

Por último, se ha de tener en cuenta el margen de mar, fijado en la RPA:

Margen

Margen de diseño..... 10 %

El método de predicción aplicado es el *Holtrop* por presentar buenos resultados en barcos mercantes con una o dos hélices como es nuestro caso.

Para comprobar la aplicación de este método se ha de cumplir con lo expuesto en la siguiente tabla:

Parámetro	Rango aplicable	Valor real
Fn	0,06 – 0,48	0,15
Cp	0,55 – 0,85	0,82
LWL/BWL	3,90 – 14,90	5,58
BWL/T	2,10 – 4,00	2,79
Lamba	0,01 – 1,07	1,03

Se puede observar que contiene todos los parámetros dentro de los límites.

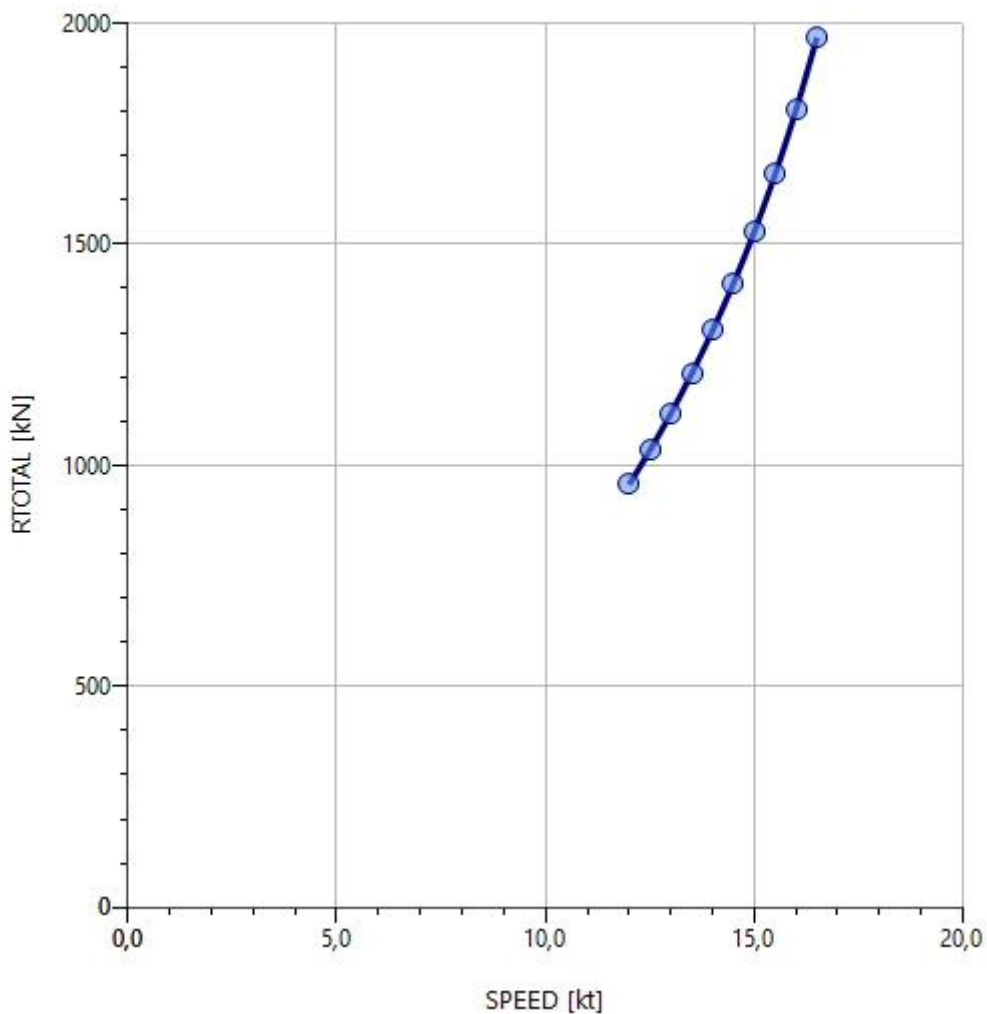
La rugosidad del casco es la correspondiente a un barco nuevo (0,15 mm).

El campo de aplicación es de la ITTC-78 y se emplea el método de la ITTC-57 para el cálculo de la resistencia por fricción.

6.4.2. RESULTADOS

Para una velocidad de 15 nudos con un 10 % de margen de mar se ha obtenido una resistencia de 1528,88 kN.

A continuación, se muestra la gráfica *Resistencia – Velocidad* con su correspondiente tabla de resultados:



Velocidad (kt)	Rtotal (kN)
12,00	956,66
12,50	1034,31
13,00	1117,45
13,50	1207,64
14,00	1305,20
14,50	1411,67
15,00	1528,88
15,50	1658,95
16,00	1804,37
16,50	1967,92

6.5. CÁLCULO DE LA POTENCIA

En este apartado se realizará el cálculo de la potencia con el modo *By thrust* y la selección del motor propulsor adecuado.

6.5.1. DATOS DE ENTRADA

Se busca el punto de diseño óptimo, y para ello introduciremos los datos que se muestran a continuación:

Velocidad de diseño.....	15 nudos
Empuje	1950,96 kN
Diámetro	8200 mm
Punto de diseño.....	1,0
RPM de referencia.....	101 rpm
Punto de diseño.....	1,0
Inmersión del eje	12771 mm
Eficiencia del eje (1 eje).....	0,97

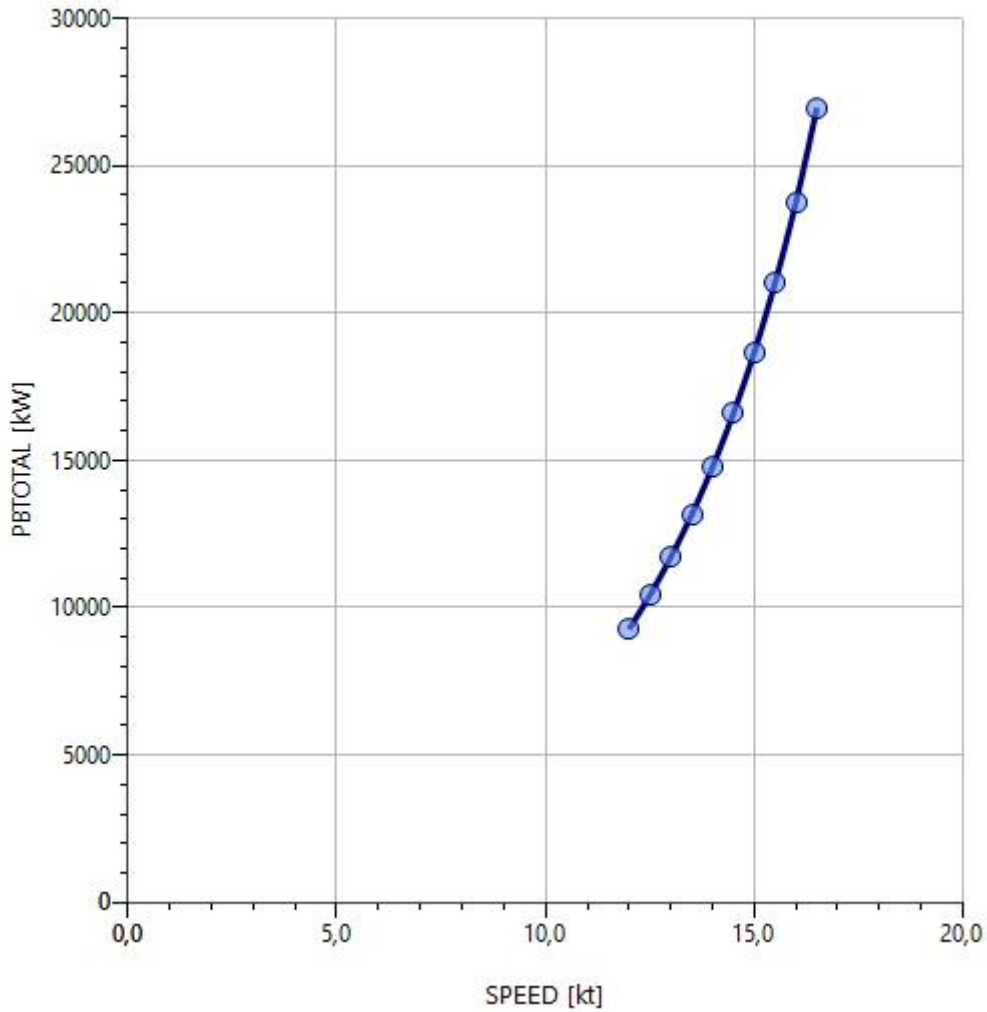
El cálculo de la propulsión se realiza con el método de la *serie B* de *Wageningen*.

El cálculo de la cavitación se realiza por *Keller*.

Seleccionamos el método de *Holtrop*, por cumplir con sus exigencias y ser el mejor método en este tipo de barcos.

6.5.2. RESULTADOS

A continuación, se muestra la gráfica *Potencia – Velocidad* con su correspondiente tabla de resultados:



Velocidad (kt)	PBtotal (kW)
12,00	9270,2
12,50	10431,1
13,00	11719,0
13,50	13163,2
14,00	14778,9
14,50	16600,1
15,00	18670,3
15,50	21042,0
16,00	23779,6
16,50	26962,0

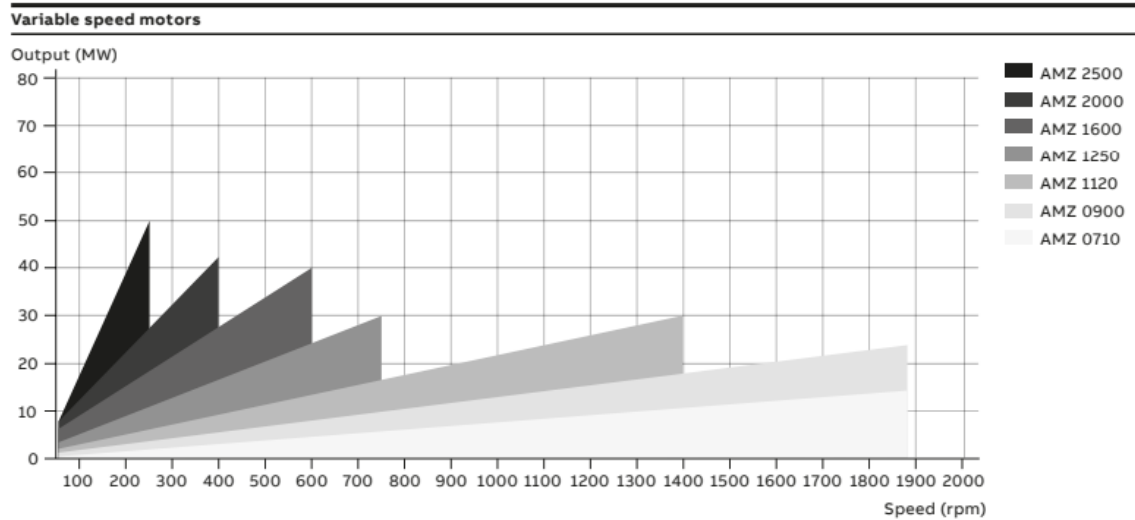
Observamos que para una velocidad de 15 nudos se tiene una potencia de 18670,3 kW. Como se dispone de dos motores, cada uno ha de tener una potencia de:

$$P_{MOTOR} = \frac{18670,3 \text{ kW}}{2} = 9335,15 \text{ kW}$$

La ventaja que presentan los motores eléctricos es que pueden trabajar al 100 % de la carga, por lo que cada motor deberá proporcionar aproximadamente una potencia de 9340 kW para cumplir con las exigencias de la RPA en cuanto a la propulsión.

6.5.3. SELECCIÓN DEL MOTOR PROPULSOR

Consultando el catálogo de motores del fabricante ABB se opta por instalar dos motores síncronos de velocidad variable por ser los empleados en aplicaciones exigentes y en donde la variación de velocidad ofrece claros beneficios como puede ser la propulsión de un buque:



Se decide instalar el modelo *AMZ1600* que a una velocidad de 101 rpm tiene una potencia de 9340 kW.

6.6. CÁLCULO DEL PROPULSOR

Para el cálculo del propulsor se tendrá en cuenta que el barco del proyecto dispone de una hélice de paso fijo. Esta clase de hélices son comunes en barcos mercantes que a lo largo de su vida útil navegarán prácticamente en dos condiciones de carga: a plena carga o en lastre.

Conocida la resistencia al avance y la potencia se busca el punto de diseño óptimo de la hélice. Lo primero es introducir aquellas características del propulsor que son conocidas para poder hacer su dimensionamiento. Hemos seleccionado propulsores de 4, 5 y 6 palas por ser los más comunes para este tipo de barcos.

6.6.1. DATOS DE ENTRADA

Inicialmente, los valores de relación área del disco/área de las palas y el paso de la hélice no son conocidos, y será el programa quien los calcule:

Número de propulsores 1
 Tipo de propulsor Paso Fijo
 Número de palas 4/5/6 palas
 Diámetro máximo del propulsor 8200 mm
 Inmersión del eje 12771 mm

Introducimos la curva del motor seleccionado y realizamos el nuevo cálculo, pero esta vez *By power*.

6.6.2. RESULTADOS

En la siguiente tabla se muestran los resultados para una hélice de 8,2 m de diámetro con 4, 5 y 6 palas:

Nº Palas	PB motor	Carga	RPM motor	EFFO	EFFOA	MERIT	RPM prop	CAVMAX
4	9361,4	100,2 %	99	0,4666	0,6397	0,64438	87	4,0 %
5	9319,6	99,8 %	99	0,4699	0,6426	0,64886	81	4,0 %
6	9327,1	99,9 %	99	0,4706	0,6421	0,64986	75	4,2 %

De esta tabla concluimos que la hélice que mejor resultado nos ofrece es la de cinco palas por tener un rendimiento claramente superior a la de cuatro palas y presentar mejores resultados frente a la cavitación que la de seis.

Las características de la hélice seleccionada son:

Diámetro (mm)	Paso (mm)	Relación paso/diámetro (P/D)	Relación área-disco expandida
8200	6647,8	0,8107	0,5776

6.7. CÁLCULO DEL TIMÓN

Se procede a estimar las dimensiones del timón del barco del proyecto.

6.7.1. TIPO DE TIMÓN

En base a los barcos de la base de datos se ha optado por instalar un timón que por su tipo de montaje se clasifica como semisuspendido porque su soporte inferior se encuentra en una zona intermedia de la pala, y según su distribución se clasifica como semicompensado por distribuir parte de la pala a proa del eje de giro.

6.7.2. PARÁMETROS DEL TIMÓN

Los parámetros del timón son:

6.7.2.1. ÁREA DEL TIMÓN

El área del timón, AR , superficie proyectada sobre el plano diametral, frecuentemente se supone proporcional al área de deriva, es decir al producto $L_{PP} \cdot T$, siendo T el calado de proyecto. El libro *El proyecto básico del buque mercante* establece que el área de la pala del timón debe estar dentro del rango de 1,5 % a 2,5 % del área de deriva:

$$AR_{Mínima} = \frac{1,5}{100} \cdot L_{PP} \cdot T = \frac{1,5}{100} \cdot 263,6 \text{ m} \cdot 17,2 \text{ m} = 68 \text{ m}^2$$
$$AR_{Máxima} = \frac{2,5}{100} \cdot L_{PP} \cdot T = \frac{2,5}{100} \cdot 263,6 \text{ m} \cdot 17,2 \text{ m} = 113,4 \text{ m}^2$$

El timón del barco del proyecto tiene un área de 71,19 m² que si incluimos el área del apoyo y de la mecha pasa a ser de 83,66 m². Este valor, a pesar de ser pequeño, ha sido calculado teniendo en cuenta la fuerza y el torque que ha de producir, y que depende considerablemente de esta área.

$$\text{Área total} = 83,66 \text{ m}^2$$

6.7.2.2. ALTURA DEL TIMÓN

La altura del timón, h , no debe superar a la del vano del codaste multiplicado por 0,86. Esto se debe a que no conviene acercarse demasiado al timón a la bovedilla ya que, en tal caso, al entrar en la parte alta de la pala en una zona de velocidades muy bajas y se desaprovecharía área. Se toma, por tanto, la distancia desde el canto alto a la bovedilla como mínimo igual a un 6 % de la altura de la mecha del timón (H) y la distancia entre el canto bajo del timón y la línea de quilla a un 8 %. El límite inferior tiene por objeto que el par en la mecha no sea demasiado grande, el superior, evitar que se produzca un desprendimiento de flujo.

Conocidos estos márgenes se opta por instalar un timón que tenga una altura de 12 metros, dejando así suficiente espacio tanto en el margen superior como en el inferior.

$$\text{Altura} = 12 \text{ m}$$

6.7.2.3. RELACIÓN DE ASPECTO

La relación de aspecto, que es el cociente entre la altura y la longitud media del timón, suele ser cercana a 1,5. Conocida la altura, la longitud media del timón debe oscilar sobre:

$$\text{Longitud media} = \frac{\text{Altura}}{1,5} = \frac{12 \text{ m}}{1,5} = 8 \text{ m}$$

En el proyecto la longitud media del timón es de 5,9 m.

$$\text{Longitud media} = 5,9 \text{ m}$$

6.7.2.4. ESPESOR

La relación de espesor será como mínimo de 0,15 y no mayor de 0,23. Si el espesor del timón es demasiado grande, puede producirse un bloqueo del flujo de salida de la hélice, lo que originaría un mal funcionamiento de esta.

Conocida la longitud del timón se puede obtener el espesor mínimo y máximo:

$$Espesor_{mín} = 0,15 \cdot 6,8 \text{ m} = 1,02 \text{ m}$$

$$Espesor_{máx} = 0,23 \cdot 6,8 \text{ m} = 1,56 \text{ m}$$

El espesor es de 1,02 metros.

$$\mathbf{Espesor = 1,02 \text{ m}}$$

6.7.2.5. COMPENSACIÓN

El área de la pala a proa de su eje de giro debe ser aproximadamente el 23 % del área total y la longitud de la parte compensada no debe exceder del 35 % de la longitud total del timón.

$$Compensación = \frac{A_{1f} + A_{2f}}{A} = \frac{3,6 \text{ m}^2 + 15,6 \text{ m}^2}{71,19 \text{ m}^2} = 26,9 \%$$

La compensación es de 26,9 %.

$$\mathbf{Compensación = 26,9 \%}$$

El timón del barco del proyecto dispone de dos longitudes compensadas que, como se demuestra a continuación, no exceden los siguientes valores:

$$Longitud\ compensada_{superior} = 0,8 \text{ m} \leq \frac{35}{100} \cdot 5,2 \text{ m} = 1,8 \text{ m}$$

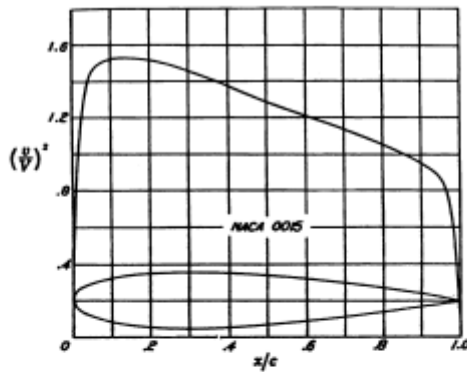
$$Longitud\ compensada_{inferior} = 2,4 \leq \frac{35}{100} \cdot 6,8 \text{ m} = 2,4 \text{ m}$$

6.7.3. PERFIL DEL TIMÓN

El perfil seleccionado será tipo NACA caracterizado por su robustez, disminución de vibraciones y seguridad frente a averías.

La serie elegida es la "00xx", que es la que mantiene la simetría. Los valores más empleados son los 0015, 0016, 0023, en este caso seleccionaremos el modelo 0015 y para su diseño se recurre a la siguiente tabla:

THEORY OF WING SECTIONS

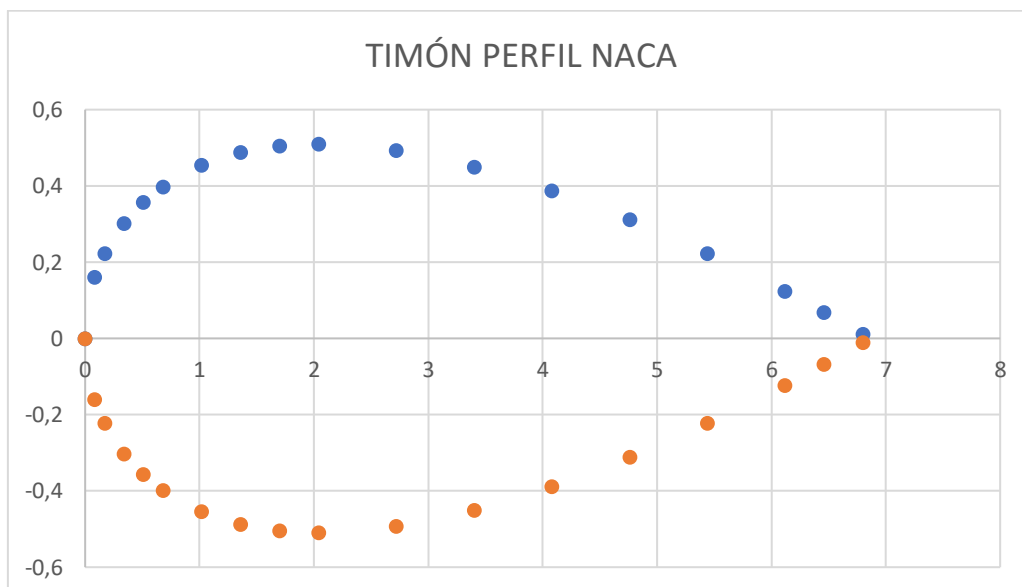


x (per cent c)	y (per cent c)	$(\psi/V)^2$	ψ/V	$\Delta\alpha/V$
0	0	0	0	1.600
0.5	0.546	0.739	1.312
1.25	2.367	0.933	0.966	1.112
2.5	3.268	1.237	1.112	0.900
5.0	4.443	1.450	1.204	0.675
7.5	5.250	1.498	1.224	0.557
10	5.853	1.520	1.233	0.479
15	6.682	1.520	1.233	0.381
20	7.172	1.510	1.229	0.320
25	7.427	1.484	1.218	0.274
30	7.502	1.450	1.204	0.239
40	7.254	1.369	1.170	0.185
50	6.617	1.279	1.131	0.146
60	5.704	1.206	1.098	0.115
70	4.580	1.132	1.064	0.090
80	3.279	1.049	1.024	0.065
90	1.810	0.945	0.972	0.041
95	1.008	0.872	0.934	0.027
100	0.158	0	0	0

L.E. radius: 2.48 per cent c

NACA 0015 Basic Thickness Form

Conocida la cuerda se puede obtener el valor del espesor en cada posición:



6.7.4. FUERZA DEL TIMÓN

Para el cálculo de la fuerza del timón emplearemos la fórmula propuesta por la Sociedad de Clasificación *DNVGL* haciendo una división entre la fuerza para avanzar y la fuerza para ciar:

6.7.4.1. FUERZA DEL TIMÓN AVANTE

La fuerza del timón C_R , en N, es calculada con la siguiente fórmula:

$$C_R = 132 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot A \cdot V^2$$

Donde:

A es el área del timón (71,19 m²).

V es la velocidad máxima de servicio (15 kn).

K_1 es un factor que depende de la relación de aspecto λ del área del timón:

$$\lambda = \frac{b^2}{A_t}; \text{ con } \lambda < 2$$

b es la altura del área del timón (12 m).

A_t es la suma del área de la pala del timón y el área de la mecha del timón o el área del soporte si se encuentran en la altura b (83,66 m²).

$$\lambda = \frac{b^2}{A_t} = \frac{12^2 \text{ m}^2}{83,66 \text{ m}^2} = 1,72$$

Entonces el factor K_1 :

$$K_1 = \frac{\lambda + 2}{3} = \frac{1,72 + 2}{3} = 1,24$$

K_2 es un coeficiente que depende del tipo de timón y del perfil de este según la siguiente tabla:

Tipo de perfil	K_2 (condición de avance)
NACA-00	1,10

K_3 es un coeficiente que toma el valor de 1.

$$C_R = 132 \cdot 1,24 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 71,19 \text{ m}^2 \cdot 15^2 \text{ kn} = 2884935 \text{ N}$$

6.7.4.2. FUERZA DEL TIMÓN CIANDO

El cálculo es el mismo que en la condición de avance, pero cambiando la velocidad y el coeficiente K_2 :

Tipo de perfil	K_2 (condición de ciar)
NACA-00	0,80

Para la condición de ciar se debe usar la máxima velocidad de ciar y en ningún caso menor que:

$$V_a = 0,5 \cdot v = 7,5 \text{ kn}$$

Se tomará la siguiente velocidad de ciar:

$$V_a = \frac{2}{3} \cdot 15 = 10 \text{ kn}$$

Conocidos esos dos valores para esta condición, la fuerza del timón, en N, es:

$$C_R = 132 \cdot 1,24 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 71,19 \text{ m}^2 \cdot 10^2 \text{ kn} = 932504,2 \text{ N}$$

6.7.5. PAR DEL TIMÓN

Nuevamente distinguimos dos condiciones:

6.7.5.1. PAR DEL TIMÓN AVANTE

El par del timón Q_R , en N·m, se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_R = C_R \cdot r$$

En el timón del barco del proyecto distinguimos claramente dos secciones, por ello el área es dividida en dos partes rectangulares con áreas A_1 y A_2 , de tal manera que $A = A_1 + A_2$.

Los radios r_1 y r_2 , en m, deben ser calculados como se muestra a continuación:

$$r_1 = c_1 \cdot (\alpha - k_1)$$

$$r_2 = c_2 \cdot (\alpha - k_2)$$

Donde:

c_1 y c_2 son las cuerdas medias de las áreas A_1 y A_2 (5,2 m y 6,372 m).

Los valores de k_1 y k_2 se obtienen como se indica a continuación:

$$k_1 = \frac{A_{1f}}{A_1}$$

$$k_2 = \frac{A_{2f}}{A_2}$$

A_{1f} es la parte de A_1 , en m^2 , situada a proa de la línea media de la mecha del timón.

$$k_1 = \frac{A_{1f}}{A_1} = \frac{3,6 \text{ m}^2}{23,4 \text{ m}^2} = 0,153$$

A_{2f} es la parte de A_2 , en m^2 , situada a proa de la línea media de la mecha del timón.

$$k_2 = \frac{A_{2f}}{A_2} = \frac{15,6 \text{ m}^2}{47,79 \text{ m}^2} = 0,324$$

$\alpha = 0,33$ en condición de avance.

En partes del timón que se encuentran detrás de una estructura fija como puede ser el soporte:

$\alpha = 0,25$ en condición de avance.

Conocidos todos los valores se procede a calcular los radios:

$$r_1 = 5,2 \text{ m} \cdot (0,25 - 0,153) = 0,5 \text{ m}$$

$$r_2 = 6,372 \text{ m} \cdot (0,33 - 0,326) = 0,022 \text{ m}$$

La fuerza resultante de cada parte se calcula de la siguiente manera:

$$C_{R1} = C_R \cdot \frac{A_1}{A} = 2884935 \text{ N} \cdot \frac{23,4 \text{ m}^2}{71,19 \text{ m}^2} = 948271,9 \text{ N}$$

$$C_{R2} = C_R \cdot \frac{A_2}{A} = 2884935 \text{ N} \cdot \frac{47,79 \text{ m}^2}{71,19 \text{ m}^2} = 1936663,1 \text{ N}$$

El par de cada parte se toma como:

$$Q_{R1} = C_{R1} \cdot r_1 = 948271,9 \text{ N} \cdot 0,5 \text{ m} = 474136 \text{ Nm}$$

$$Q_{R2} = C_{R2} \cdot r_2 = 1936663,1 \text{ N} \cdot 0,022 \text{ m} = 44078,5 \text{ Nm}$$

El par total es la suma de cada uno de los pares:

$$Q_R = Q_{R1} + Q_{R2} = 474136 \text{ Nm} + 44078,5 \text{ Nm} = 518214,5 \text{ Nm}$$

El valor mínimo de Q_R en esta condición no se tomará menor que:

$$\begin{aligned} Q_{Rmin} &= 0,1 \cdot C_R \cdot \frac{A_1 \cdot c_1 \cdot A_1 + A_2 \cdot c_2}{A} = \\ &= 0,1 \cdot 2884935 \text{ N} \cdot \frac{23,4 \text{ m}^2 \cdot 5,2 \text{ m} + 47,79 \text{ m}^2 \cdot 6,372 \text{ m}}{71,19 \text{ m}^2} = \\ &= 1727143,1 \text{ Nm} \end{aligned}$$

6.7.5.2. PAR DEL TIMÓN CIANDO

Para el cálculo del par del timón en la condición de ciar se harán los mismos cálculos, pero teniendo en cuenta la variación del siguiente valor:

$\alpha = 0,66$ en condición de ciar.

En partes del timón que se encuentran detrás de una estructura fija como puede ser el soporte:

$\alpha = 0,55$ en condición de ciar.

El valor de los nuevos radios será de:

$$r_1 = 5,2 \text{ m} \cdot (0,55 - 0,153) = 2,06 \text{ m}$$

$$r_2 = 6,372 \text{ m} \cdot (0,66 - 0,326) = 2,12 \text{ m}$$

La fuerza resultante de cada parte:

$$C_{R1} = C_R \cdot \frac{A_1}{A} = 932504,2 \text{ N} \cdot \frac{23,4 \text{ m}^2}{71,19 \text{ m}^2} = 306512,1 \text{ N}$$

$$C_{R2} = C_R \cdot \frac{A_2}{A} = 932504,2 \text{ N} \cdot \frac{47,79 \text{ m}^2}{71,19 \text{ m}^2} = 625992,1 \text{ N}$$

El par de cada parte:

$$Q_{R1} = C_{R1} \cdot r_1 = 306512,1 \text{ N} \cdot 2,06 \text{ m} = 631415 \text{ Nm}$$

$$Q_{R2} = C_{R2} \cdot r_2 = 625992,1 \text{ N} \cdot 2,12 \text{ m} = 1330558,7 \text{ Nm}$$

El par total se obtiene de la suma de los dos pares:

$$Q_R = Q_{R1} + Q_{R2} = 631415 \text{ N} \cdot \text{m} + 1330558,7 \text{ Nm} = 1961973,7 \text{ Nm}$$

6.8. CÁLCULO DEL SERVOMOTOR

6.8.1. PAR DEL SERVOMOTOR

Para el cálculo del par del servomotor se utilizará el mayor valor del par del timón, que en este caso se produce en la condición de ciar y se le aplicará un margen del 30 % como factor de riesgo:

$$Par\ servomotor = 1961973,7\ Nm \cdot 1,30 = 2550565,9\ Nm$$

6.8.2. POTENCIA DEL SERVOMOTOR

Para el cálculo de la potencia del servomotor se tendrá en cuenta el *Capítulo II-1: Construcción – Estructura, compartimentado y estabilidad, instalaciones de máquinas e instalaciones eléctricas* del SOLAS, que en la *Parte C: instalaciones de máquinas*, establece:

Regla 29: Aparato de gobierno:

“El aparato de gobierno principal y la mecha del timón:

- *permitirán el cambio del timón desde una posición de 35 ° a una banda hasta otra de 35 ° a la banda opuesta hallándose el buque navegando a la velocidad máxima de servicio en marcha adelante y con su calado máximo en agua salada, y, dadas las mismas condiciones, desde una posición de 35 ° a cualquiera de ambas bandas hasta otra de 30 ° a la banda opuesta, sin que ello lleve más de 28 segundos.*

El aparato de gobierno auxiliar:

- *permitirá el cambio del timón desde una posición de 15 ° a una banda hasta otra de 15 ° a la banda opuesta sin que ello lleve más de 60 segundos hallándose el buque navegando a la mitad de su velocidad máxima de servicio en marcha adelante, o a 7 nudos si esta velocidad fuera mayor, y con su calado máximo en agua salada.”*

Calcularemos la potencia del servomotor principal y auxiliar teniendo en cuenta lo comentado anteriormente y con la siguiente ecuación:

$$P = \frac{Q \cdot \omega}{\eta}$$

Donde:

Q es el par máximo del servomotor con el factor de riesgo (2550 kNm).

W es la velocidad angular del servo:

$$\omega_{PRINCIPAL} = \frac{(35 + 30)^\circ}{28\ s} \cdot \frac{\pi\ rad}{180^\circ} = 0,04\ \frac{rad}{s}$$

$$\omega_{AUXILIAR} = \frac{(15 + 15)^\circ}{60\ s} \cdot \frac{\pi\ rad}{180^\circ} = 0,008\ \frac{rad}{s}$$

η es el rendimiento y se supondrá del 80 %

La potencia del servo principal y auxiliar será:

$$P_{PRINCIPAL} = \frac{2550\ kN \cdot 0,04\ \frac{rad}{s}}{0,8} = 161,5\ kW$$

$$P_{AUXILIAR} = \frac{2550 \text{ kN} \cdot 0,008 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}{0,8} = 34,8 \text{ kW}$$

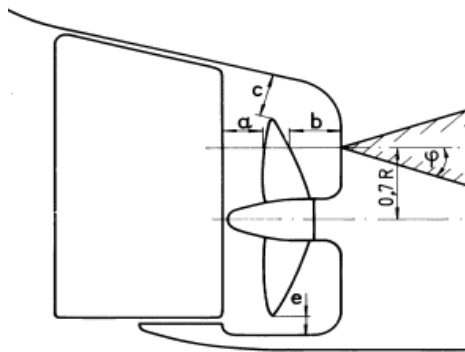
6.9. COMPROBACIÓN DE CLARAS

En este apartado se comprobará que las claras entre el propulsor y el codaste cumplen con la separación mínima exigida por la Sociedad de Clasificación *DNVGL* que en el apartado *Pt.3 Ch.3 Sec.2* muestra la siguiente tabla:

Table C1 Minimum clearances	
For single screw ships:	For twin screw ships:
$a \geq 0,2 R$ (m)	
$b \geq (0,7 - 0,04 Z_p) R$ (m)	
$c \geq (0,48 - 0,02 Z_p) R$ (m)	$c \geq (0,6 - 0,02 Z_p) R$ (m)
$e \geq 0,07 R$ (m)	

R = propeller radius in m
 Z_p = number of propeller blades.

---e-n-d---of---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---



Por disponer de un propulsor tendremos que cumplir con los valores mínimos correspondientes a las claras *a*, *b*, *c* y *e*. El radio del propulsor es de 4,1 metros y cuenta con 5 palas:

$$a \geq 0,2 \cdot R = 0,2 \cdot 4,1 \text{ m} = 0,82 \text{ m}$$

$$b \geq (0,7 - 0,04 \cdot Z_p) \cdot R = (0,7 - 0,04 \cdot 5) \cdot 4,1 \text{ m} = 2,05 \text{ m}$$

$$c \geq (0,48 - 0,02 \cdot Z_p) \cdot R = (0,48 - 0,02 \cdot 5) \cdot 4,1 \text{ m} = 1,558 \text{ m}$$

$$e \geq 0,07 \cdot R = 0,07 \cdot 4,1 \text{ m} = 0,287 \text{ m}$$

En la siguiente tabla se muestran los valores reales de las claras del barco del proyecto y los mínimos exigidos, garantizando así su cumplimiento:

Claros	Mínimo	Real
a	0,82	3,30
b	2,05	3,42
c	1,558	1,78
e	0,287	0,33

En el *Anexo II* se muestra un plano con una vista más detallada del contorno de popa.

6.10. BIBLIOGRAFÍA

Ricardo Alvariño, Juan José Azpíroz, Manuel Meizoso: *El proyecto básico del buque mercante*.

<https://www.dnvgl.com/>

Basilio Puente Varela, Vicente Díaz Casás: *Proyecto de buques y artefactos marinos 2*.

ANEXO I: BUQUE BASE



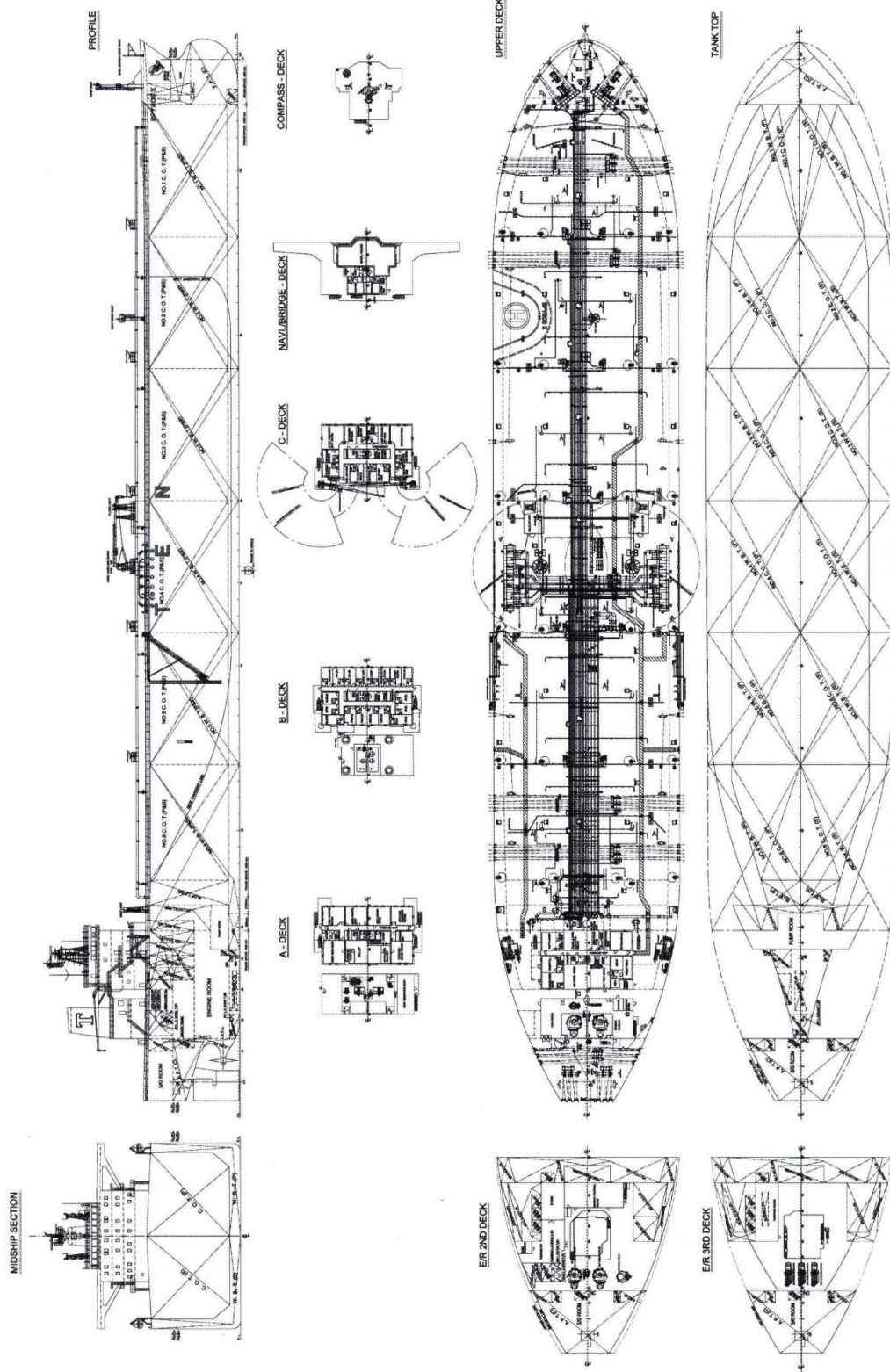
SPYROS K: Suezmax tanker for Tsakos Energy Navigation Ltd

Shipbuilder: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
 Vessel's name: **Spyros K**
 Hull No.: **S2034**
 Owner/operator: **Tsakos Energy Navigation Limited**
 Country: **Greece**
 Designer: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
 Country: **Korea**
 Model test establishment used: **MOERI, Korea**
 Flag: **Liberia**
 IMO number: **9565948**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **1**
 Total number of sister ships still on order: **nil**

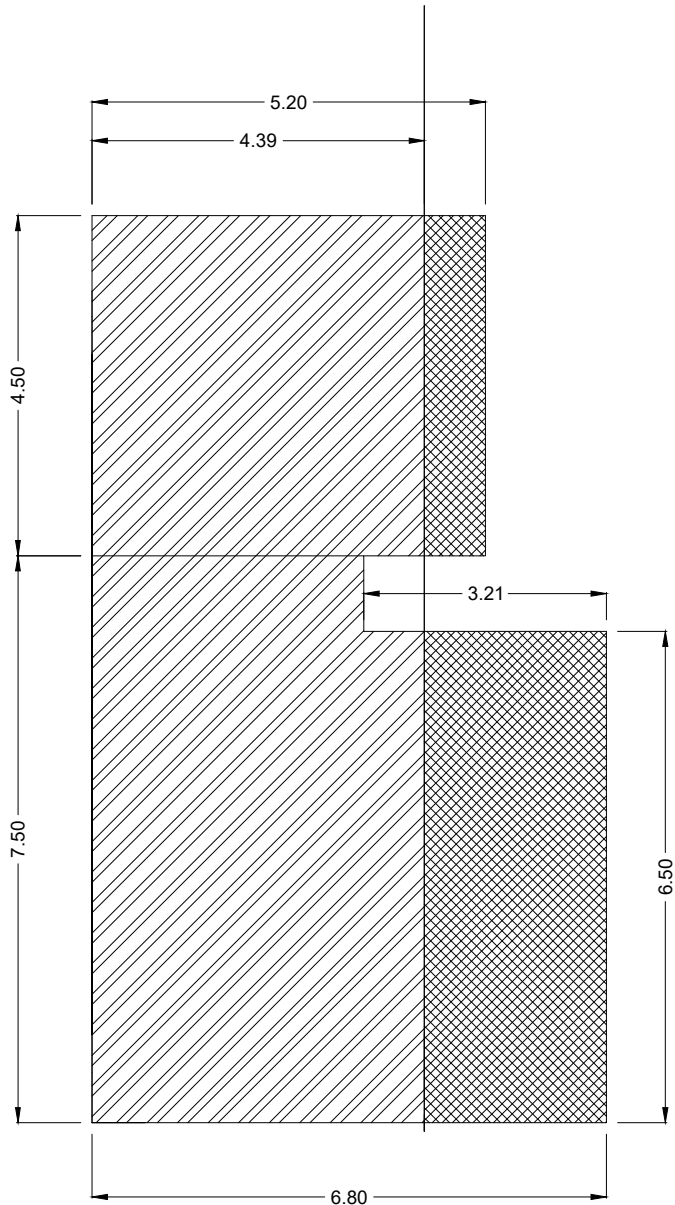
TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 274.2m
 Length bp: 264m
 Breadth moulded: 48m
 Depth moulded
 To main deck: 23.1m
 To upper deck: 23.1m
 Width of double skin
 Side: 2.5m
 Bottom: 2.8m
 Draught
 Scantling: 17.15m
 Design: 16m
 Gross: 81,000tonnes
 Deadweight
 Design: 145,000dwt
 Scantling: 158,000dwt
 Speed, service: 15.7knots @ 90% mCR with 15% sea margin
 Cargo capacity
 Liquid volume: 170,000m³
 Bunkers
 Heavy oil: 4500m³
 Diesel oil: 200m³
 Water ballast: 54,000m³
 Daily fuel consumption
 Main engine only: 69.3tonnes/day
 Classification society and notations: ABS A1(E), Oil Carrier, ESP, CRS, AB-CM, CPS, UWILD, +AMS, +ACCU, TCM, COW, VEC-L, BWE, ENVIRO, HM2+R, CRC, RW, PMA, GP
 % high tensile steel used in construction: abt. 40%
 Main engine
 Design: 2-stroke, direct revidible, crosshead
 Model: 6S70MC-C7 Tier II
 Manufacturer: Hyundai-MAN B&W
 Number: 1
 Type of fuel: HFO, MDO or MGO
 Output of each engine: 18,660kW x 91rpm
 Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/manufacturer: HHI
 Number: 1
 Fixed/controllable pitch: Fixed
 Diameter: 8.2m
 Speed: 91rpm
 Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Engine make/type: HHI/ Himsen 6H21/32
 Type of fuel: HFO, MDO or MGO
 Output/speed of each set: 1050kW/ 720rpm
 Alternator make/type: HHI-EES/ HFC7-564-14E
 Output/speed of each set: 987kW/ 720rpm
 Boilers
 Number: 2 x Aux. boilers
 1 x comp. boiler
 Type: oil fired, vertical, water tube & forced draft
 Make: Aalborg
 Output, each boiler:
 Aux boiler: 37,200kg/h
 Comp. boiler: 1500kg/h oil fired
 1200kg/h exh. Gas

Cargo cranes/ cargo gear
 Number: 2
 Make: Oriental
 Type: Electro hydraulic, cylinder luffing jib rest
 Performance: 15tonnes/ 17.4m outreach
 Other cranes
 Number: 2
 Make: Oriental
 Type: Electro hydraulic, cylinder luffing jib rest
 Tasks: Provisions
 Performance: 6.3tonnes/ 4m outreach,
 2tonnes/ 4m outreach
 Mooring equipment
 Number: 9
 Make: Rolls-Royce
 Type: Hydraulic/ high pressure
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 x 29 persons
 Make: Hyundai lifeboats Co., Ltd
 Type: Totally enclosed lifeboat
 Cargo tanks
 Number: 6
 Grades of cargo carried: Crude oil
 Coated tanks, make and type: Nippon/Epoxy
 Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Centrifugal steam turbine
 Make: Shinko pump Japan
 Stainless steel: Impeller shaft
 Capacity: 4000m³/h x 135mTH
 Cargo control system
 Make: ACE valve Korea
 Type: Console & VDU
 Ballast control system
 Make: ACE valve Korea
 Type: Console & VDU
 Complement
 Officers: 11
 Crew: 18
 Bridge control system
 Make: Nabtesco
 Type: M-8000III
 Fire detection system
 Make: Autronica Dire and Securify
 Type: Autoprime
 Fire extinguishing systems
 Cargo holds: NK/ Deck foam
 Engine room: NK/ CO₂
 Seaplus/ Low pressure system
 Public spaces: Samjoo
 Radars
 Number: 2
 Make: JRC
 Models: JMA-9132-SA/ 9122-9XA
 Waste disposal plant
 Incinerator: Teamtec GS500CS
 Waste compactor: Samjoo/ TT 160
 Sewage plant: Jonghap/ JMC-18N073
 Contract date: 14 July 2009
 Launch/float-out date: 1 February 2011/ 11 February 2011
 Delivery date: 12 May 2011



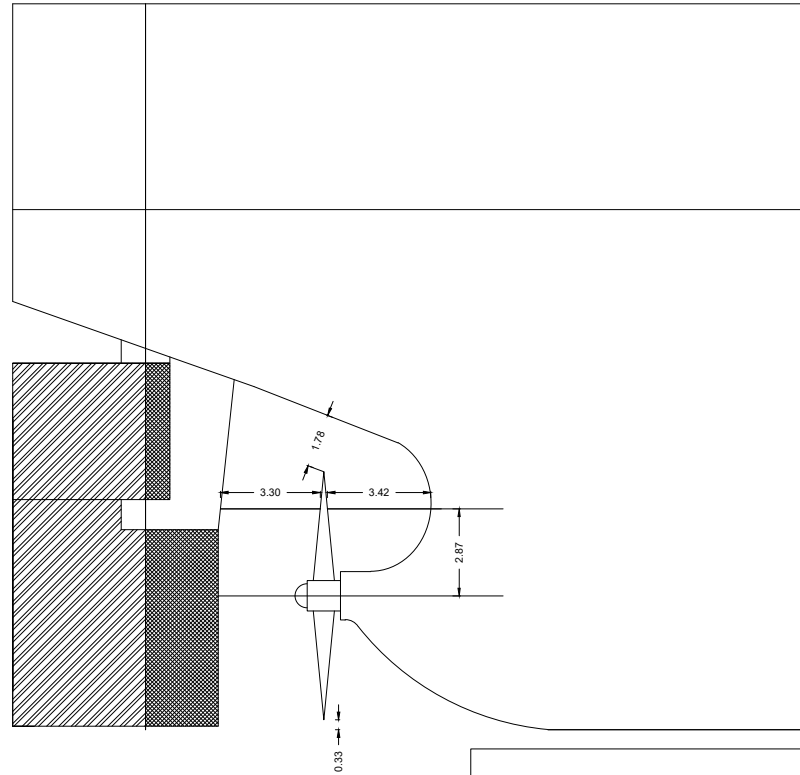
ANEXO II: PLANOS



PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM			A4
Fecha	Nombre y apellidos	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR	
20/09/2020	Julián Rodríguez Cortegoso		
Escala	DIMENSIONES DEL TIMÓN	Número del proyecto	Número de plano: 1
1:100		GENO-1920-04	Hoja: 1/1

AP

DWL



PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM

A4

Fecha		Nombre y apellidos		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR	
20/09/2020		Julián Rodríguez Cortegoso			
Escala		CONTORNO DE POPA		Número del proyecto	Número de plano: 2
1:250				GENO-1920-04	Hoja: 1/1

ANEXO III: RESISTENCIA

Resistance

14 may 2020 11:39

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero Suezmax**

Description **Petrolero Suezmax 150000 TPM**

File name **1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.hcnc**

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Holtrop (Component)
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Calc] Taylor
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull + added drag [10%]
Hull form factor:	[On]	1,336	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	0,15	0,82	5,58	2,79	1,03
Range	0,06-0,26	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	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
12,00	0,120	0,262	1,39e9	0,001470	1,335	0,000025	0,000000	0,000287	0,002275
12,50	0,125	0,273	1,45e9	0,001463	1,335	0,000033	0,000000	0,000282	0,002266
13,00	0,130	0,284	1,51e9	0,001456	1,334	0,000045	0,000000	0,000277	0,002264
13,50	0,135	0,295	1,57e9	0,001449	1,334	0,000065	0,000000	0,000272	0,002269
14,00	0,140	0,306	1,62e9	0,001443	1,333	0,000090	0,000000	0,000267	0,002281
14,50	0,146	0,316	1,68e9	0,001437	1,333	0,000123	0,000000	0,000262	0,002300
+ 15,00 +	0,151	0,327	1,74e9	0,001431	1,332	0,000165	0,000000	0,000258	0,002329
15,50	0,156	0,338	1,80e9	0,001425	1,332	0,000217	0,000000	0,000253	0,002368
16,00	0,161	0,349	1,85e9	0,001420	1,331	0,000280	0,000000	0,000249	0,002418
16,50	0,166	0,360	1,91e9	0,001414	1,330	0,000356	0,000000	0,000244	0,002482
	RESISTANCE								
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
12,00	846,10	11,37	12,22	0,00	0,00	0,00	86,97	956,66	
12,50	914,76	12,26	13,26	0,00	0,00	0,00	94,03	1034,31	
13,00	988,34	13,19	14,34	0,00	0,00	0,00	101,59	1117,45	
13,50	1068,24	14,14	15,47	0,00	0,00	0,00	109,79	1207,64	
14,00	1154,79	15,13	16,64	0,00	0,00	0,00	118,65	1305,20	
14,50	1249,35	16,14	17,84	0,00	0,00	0,00	128,33	1411,67	
+ 15,00 +	1353,60	17,19	19,10	0,00	0,00	0,00	138,99	1528,88	
15,50	1469,48	18,27	20,39	0,00	0,00	0,00	150,81	1658,95	
16,00	1599,24	19,37	21,73	0,00	0,00	0,00	164,03	1804,37	
16,50	1745,41	20,51	23,11	0,00	0,00	0,00	178,90	1967,92	
	EFFECTIVE POWER		OTHER						
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
12,00	5223,3	5905,8	0,00036	0,03189	0,00046				
12,50	5882,4	6651,2	0,00046	0,03178	0,00050				
13,00	6609,8	7473,3	0,00063	0,03174	0,00054				
13,50	7419,0	8387,1	0,00091	0,03182	0,00058				
14,00	8317,0	9400,4	0,00127	0,03198	0,00063				
14,50	9319,5	10530,3	0,00173	0,03225	0,00068				
+ 15,00 +	10445,3	11797,8	0,00232	0,03265	0,00074				
15,50	11717,5	13228,3	0,00304	0,03320	0,00080				
16,00	13163,5	14852,0	0,00393	0,03391	0,00087				
16,50	14815,6	16704,4	0,00499	0,03480	0,00095				

Resistance

14 may 2020 11:39

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero Suezmax**

Description **Petrolero Suezmax 150000 TPM**

File name **1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	<i>Proj chine length:</i>	<i>0,000 m</i>
Chine type:	Round/multiple	<i>Proj bottom area:</i>	<i>0,000 m2</i>
Length on WL:	268,000 m	<i>LCG fwd TR:</i>	<i>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</i>
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,583] 48,000 m	<i>VCG below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Max molded draft:	[BWL/T 2,791] 17,200 m	<i>Aft station (fwd TR):</i>	<i>0,000 m</i>
Displacement:	[CB 0,822] 186563,00 t	<i>Deadrise:</i>	<i>0,00 deg</i>
Wetted surface:	[CS 2,725] 19025,630 m2	<i>Chine beam:</i>	<i>0,000 m</i>
ITTC-78 (CT)		<i>Chine ht below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,537] 143,980 m	<i>Fwd station (fwd TR):</i>	<i>0,000 m</i>
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,514] 137,877 m	<i>Deadrise:</i>	<i>0,00 deg</i>
Max section area:	[CX 0,996] 822,507 m2	<i>Chine beam:</i>	<i>0,000 m</i>
Waterplane area:	[CWP 0,896] 11520,234 m2	<i>Chine ht below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Bulb section area:	0,000 m2	<i>Propulsor type:</i>	<i>Propeller</i>
Bulb ctr below WL:	0,000 m	<i>Max prop diameter:</i>	<i>8200,0 mm</i>
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	<i>Shaft angle to WL:</i>	<i>0,00 deg</i>
Imm transom area:	[ATR/AX 0,010] 8,059 m2	<i>Position fwd TR:</i>	<i>0,000 m</i>
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,063] 3,038 m	<i>Position below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Transom immersion:	[TTR/T 0,258] 4,440 m	<i>Transom lift device:</i>	<i>Flap</i>
Half entrance angle:	50,00 deg	<i>Device count:</i>	<i>0</i>
Bow shape factor:	[AVG flow] 0,0	<i>Span:</i>	<i>0,000 m</i>
Stern shape factor:	[AVG flow] 0,0	<i>Chord length:</i>	<i>0,000 m</i>
		<i>Deflection angle:</i>	<i>0,00 deg</i>
		<i>Tow point fwd TR:</i>	<i>0,000 m</i>
		<i>Tow point below WL:</i>	<i>0,000 m</i>

Resistance

14 may 2020 11:39

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero Suezmax**

Description **Petrolero Suezmax 150000 TPM**

File name **1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.hcnc**

Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Component	Count:	0
Percent of hull drag:	0,00 %	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:	8200,0 mm	Projected area:	0,000 m ²
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,000 m ²
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,000 m ²	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:	0,000 m ²	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,000 m ²
Wetted surface:	0,000 m ²	Projected area:	0,000 m ²
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:	0,000 m ²	Wetted surface:	0,000 m ²
Wetted surface:	0,000 m ²	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	1	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,000 m ²
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	5,200 m	Count:	0
Tip chord:	6,800 m	Drag area:	0,000 m ²
Span:	12,000 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,170		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	83,660 m ²		
Wetted surface:	146,759 m ²		

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:	326,400 m ²	Type:	Shallow water
VCE above WL:	3,400 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	0,000 m ²	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Tanker/Bulker		
Transverse area:	370,800 m ²		
VCE above WL:	14,300 m		
Profile area:	0,000 m ²		

Resistance

14 may 2020 11:39

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Petrolero Suezmax

Description

Petrolero Suezmax 150000 TPM

File name

1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.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 IV: PROPULSIÓN

Propulsion

14 may 2020 12:04

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero Suezmax**

Description **Petrolero Suezmax 150000 TPM**

File name **1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.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:	8200,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Custom	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,336	Water type:	Salt
Corr allowance:	0,000122	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[On] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,15	0,82	5,58	2,79
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			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
12,00	5905,8	0,4387	0,2163	1,0166	80	4635,1	49,6	---	---
12,50	6651,2	0,4383	0,2163	1,0166	83	5215,6	55,8	---	---
13,00	7473,3	0,4380	0,2163	1,0166	87	5859,5	62,7	---	---
13,50	8387,1	0,4377	0,2163	1,0166	90	6581,6	70,5	---	---
14,00	9400,4	0,4374	0,2163	1,0166	94	7389,4	79,1	---	---
14,50	10530,3	0,4372	0,2163	1,0166	97	8300,1	88,9	---	---
+ 15,00 +	11797,8	0,4369	0,2163	1,0166	101	9335,2	99,9	---	---
15,50	13228,3	0,4366	0,2163	1,0166	105	10521,0	112,6	---	---
16,00	14852,0	0,4364	0,2163	1,0166	109	11889,8	127,3	---	---
16,50	16704,4	0,4362	0,2163	1,0166	114	13481,0	144,3	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
12,00	0,4698	0,6468	0,64352	1220,77	956,66				
12,50	0,4705	0,6473	0,64292	1319,85	1034,31				
13,00	0,4708	0,6474	0,64264	1425,95	1117,45				
13,50	0,4707	0,6469	0,64277	1541,03	1207,64				
14,00	0,4701	0,6458	0,64326	1665,53	1305,20				
14,50	0,4691	0,6440	0,64417	1801,38	1411,66				
+ 15,00 +	0,4675	0,6415	0,64554	1950,96	1528,88				
15,50	0,4653	0,6382	0,64741	2116,95	1658,95				
16,00	0,4625	0,6341	0,64982	2302,49	1804,36				
16,50	0,4589	0,6290	0,65279	2511,21	1967,92				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY							TRANSP	
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
12,00	68	1257,26	1074,04	8857,2	9131,2	9131,2	9270,2	---	
12,50	71	1359,74	1161,58	9966,4	10274,6	10274,6	10431,1	---	
13,00	74	1469,26	1255,15	11196,9	11543,2	11543,2	11719,0	---	
13,50	77	1587,73	1356,35	12576,8	12965,8	12965,8	13163,2	965,3	
14,00	80	1715,55	1465,55	14120,5	14557,2	14557,2	14778,9	891,6	
14,50	83	1854,59	1584,32	15860,6	16351,1	16351,1	16600,1	822,1	
+ 15,00 +	86	2007,12	1714,62	17838,6	18390,3	18390,3	18670,3	756,2	
15,50	90	2175,72	1858,66	20104,5	20726,3	20726,3	21042,0	693,3	
16,00	93	2363,41	2018,99	22720,2	23422,9	23422,9	23779,6	633,3	
16,50	97	2573,63	2198,58	25760,9	26557,6	26557,6	26962,0	576,0	

Propulsion

14 may 2020 12:04

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero Suezmax**

Description **Petrolero Suezmax 150000 TPM**

File name **1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.hcnc**

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
12,00	37,03	5,09	1,02	29,36	0,399	44,63	2,2	2,2	4833,8
12,50	34,09	4,70	0,95	30,55	0,415	48,25	2,4	2,4	4836,2
13,00	31,48	4,35	0,87	31,76	0,432	52,13 !	2,7	2,7	4837,3
13,50	29,16	4,03	0,81	33,02	0,451	56,34 !!	3,1	3,1	4836,8
14,00	27,09	3,73	0,75	34,31	0,471	60,89 !!	3,5	3,5	4834,8
14,50	25,23	3,45	0,69	35,65	0,494	65,85 !!	3,9	3,9	4831,2
+ 15,00 +	23,55	3,20	0,64	37,04	0,518	71,32 !!	4,5	4,5	4825,8
15,50	22,04	2,96	0,60	38,52	0,545	77,39 !!	5,2	5,2	4818,4
16,00	20,66	2,73	0,55	40,07	0,575	84,17 !!	6,1	6,1	4808,8
16,50	19,41	2,52	0,51	41,72	0,609	91,80 !!	7,1	7,1	4797,0
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
12,00	0,3707	0,2025	0,02544	1,4736	0,49921	3,7525	7,8567	4,30e7	
12,50	0,3714	0,2023	0,02542	1,4666	0,49609	3,7345	7,8077	4,47e7	
13,00	0,3717	0,2022	0,02541	1,4633	0,49464	3,7262	7,7849	4,65e7	
13,50	0,3716	0,2022	0,02541	1,4648	0,49532	3,7301	7,7956	4,83e7	
14,00	0,3710	0,2024	0,02543	1,4706	0,49787	3,7448	7,8358	5,02e7	
14,50	0,3700	0,2028	0,02546	1,4813	0,50261	3,772	7,9103	5,22e7	
+ 15,00 +	0,3685	0,2034	0,02552	1,4977	0,5099	3,8138	8,0251	5,42e7	
15,50	0,3664	0,2042	0,02559	1,5206	0,52013	3,8722	8,1861	5,64e7	
16,00	0,3637	0,2052	0,02568	1,5508	0,53371	3,949	8,3997	5,86e7	
16,50	0,3604	0,2064	0,02580	1,5891	0,55108	4,0465	8,6732	6,11e7	

Propulsion

14 may 2020 12:04

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero Suezmax**

Description **Petrolero Suezmax 150000 TPM**

File name **1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m ²
Length on WL:	268,000 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,583] 48,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,791] 17,200 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,822] 186563,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,725] 19025,630 m²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,537] 143,980 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,514] 137,877 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,996] 822,507 m²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,896] 11520,234 m²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,000 m²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	8200,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,010] 8,059 m²	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,063] 3,038 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,258] 4,440 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	50,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[AVG flow] 0,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[AVG flow] 0,0	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:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	4	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,5180 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	8200,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,7581] 6216,3 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	12771,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By thrust]	
Drive line:	Compound	Max prop diam:	8200,0 mm
Gear input:	Both engines	Design speed:	15,00 kt
Engine data:	MOTOR AMZ 1600	Reference thrust:	1950,96 kW
Rated RPM:	101 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	9340,0 kW	Reference RPM:	101,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	0,985		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,171 [Size]		
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

14 may 2020 12:04

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Petrolero Suezmax

Description

Petrolero Suezmax 150000 TPM

File name

1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.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
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power

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
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = 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 V: PROPULSOR 4 PALAS

Propulsion

14 may 2020 12:05

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero Suezmax**

Description **Petrolero Suezmax 150000 TPM**

File name **1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.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:	8200,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Custom	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,336	Water type:	Salt
Corr allowance:	0,000122	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[On] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,15	0,82	5,58	2,79
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			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
12,00	5905,8	0,4387	0,2163	1,0156	78	4648,2	49,8	---	---
12,50	6651,2	0,4383	0,2163	1,0156	82	5230,3	56,0	---	---
13,00	7473,3	0,4380	0,2163	1,0156	85	5876,0	62,9	---	---
13,50	8387,1	0,4377	0,2163	1,0156	88	6600,2	70,7	---	---
14,00	9400,4	0,4374	0,2163	1,0156	92	7410,3	79,3	---	---
14,50	10530,3	0,4372	0,2163	1,0156	95	8323,5	89,1	---	---
+ 15,00 +	11797,8	0,4369	0,2163	1,0156	99	9361,4	100,2	---	---
15,50	13228,3	0,4366	0,2163	1,0156	103	10550,5	113,0	---	---
16,00	14852,0	0,4364	0,2163	1,0156	107	11923,2	127,7	---	---
16,50	16704,4	0,4362	0,2163	1,0156	111	13518,7	144,7	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
12,00	0,4690	0,6450	0,64237	1220,77	956,66				
12,50	0,4697	0,6455	0,64177	1319,85	1034,31				
13,00	0,4700	0,6456	0,64149	1425,95	1117,45				
13,50	0,4698	0,6450	0,64162	1541,03	1207,64				
14,00	0,4693	0,6439	0,64211	1665,53	1305,20				
14,50	0,4682	0,6422	0,64302	1801,39	1411,67				
+ 15,00 +	0,4666	0,6397	0,64438	1950,96	1528,88				
15,50	0,4645	0,6364	0,64626	2116,95	1658,95				
16,00	0,4616	0,6323	0,64867	2302,51	1804,37				
16,50	0,4581	0,6272	0,65163	2511,21	1967,92				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
12,00	69	1254,79	1097,83	8882,2	9156,9	9156,9	9296,3	---	
12,50	71	1357,06	1187,31	9994,5	10303,6	10303,6	10460,5	---	
13,00	74	1466,37	1282,94	11228,5	11575,7	11575,7	11752,0	---	
13,50	77	1584,60	1386,38	12612,2	13002,3	13002,3	13200,3	962,6	
14,00	80	1712,18	1498,00	14160,3	14598,2	14598,2	14820,5	889,1	
14,50	83	1850,97	1619,43	15905,4	16397,3	16397,3	16647,0	819,8	
+ 15,00 +	87	2003,21	1752,63	17888,8	18442,0	18442,0	18722,9	754,1	
15,50	90	2171,52	1899,89	20161,0	20784,6	20784,6	21101,1	691,4	
16,00	94	2358,91	2063,84	22784,1	23488,7	23488,7	23846,4	631,5	
16,50	98	2568,79	2247,46	25832,9	26631,9	26631,9	27037,5	574,4	

Propulsion

14 may 2020 12:05

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero Suezmax**

Description **Petrolero Suezmax 150000 TPM**

File name **1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.hcnc**

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
12,00	37,03	5,05	1,02	29,47	0,399	43,16	2,0	2,0	4815,7
12,50	34,09	4,67	0,94	30,67	0,415	46,67	2,2	2,2	4818,0
13,00	31,48	4,32	0,87	31,88	0,432	50,42 !	2,5	2,5	4819,1
13,50	29,16	4,00	0,80	33,14	0,451	54,49 !	2,7	2,7	4818,6
14,00	27,09	3,70	0,74	34,44	0,471	58,89 !!	3,1	3,1	4816,7
14,50	25,23	3,43	0,69	35,78	0,494	63,69 !!	3,5	3,5	4813,1
+ 15,00 +	23,55	3,17	0,64	37,18	0,518	68,98 !!	4,0	4,0	4807,8
15,50	22,04	2,94	0,59	38,66	0,545	74,85 !!	4,7	4,7	4800,5
16,00	20,66	2,71	0,55	40,22	0,575	81,41 !!	5,4	5,4	4791,1
16,50	19,41	2,50	0,50	41,87	0,609	88,79 !!	6,4	6,4	4779,5
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
12,00	0,3694	0,2010	0,02520	1,4736	0,5001	3,7525	7,8789	4,46e7	
12,50	0,3700	0,2008	0,02518	1,4666	0,49698	3,7345	7,8297	4,64e7	
13,00	0,3703	0,2007	0,02517	1,4633	0,49553	3,7262	7,8068	4,83e7	
13,50	0,3702	0,2007	0,02517	1,4648	0,49621	3,7301	7,8176	5,02e7	
14,00	0,3696	0,2009	0,02519	1,4706	0,49877	3,7448	7,8578	5,21e7	
14,50	0,3686	0,2013	0,02522	1,4813	0,50351	3,7721	7,9326	5,42e7	
+ 15,00 +	0,3671	0,2019	0,02528	1,4977	0,51082	3,8138	8,0477	5,63e7	
15,50	0,3651	0,2026	0,02535	1,5206	0,52106	3,8722	8,2091	5,85e7	
16,00	0,3624	0,2037	0,02544	1,5508	0,53466	3,949	8,4233	6,09e7	
16,50	0,3591	0,2049	0,02556	1,5891	0,55206	4,0465	8,6974	6,33e7	

Propulsion

14 may 2020 12:05

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero Suezmax**

Description **Petrolero Suezmax 150000 TPM**

File name **1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m ²
Length on WL:	268,000 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,583] 48,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,791] 17,200 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,822] 186563,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,725] 19025,630 m²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,537] 143,980 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,514] 137,877 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,996] 822,507 m²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,896] 11520,234 m²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,000 m²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	8200,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,010] 8,059 m²	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,063] 3,038 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,258] 4,440 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	50,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[AVG flow] 0,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[AVG flow] 0,0	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:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	4	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,5355 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	8200,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,7534] 6178,1 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	12771,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Compound	Max prop diam:	8200,0 mm
Gear input:	Both engines	Design speed:	15,00 kt
Engine data:	MOTOR AMZ 1600	Reference power:	10035,0 kW
Rated RPM:	101 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	9340,0 kW	Reference RPM:	101,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	0,985		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,143 [Size]		
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

14 may 2020 12:05

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Petrolero Suezmax

Description

Petrolero Suezmax 150000 TPM

File name

1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.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
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power

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
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = 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 VI: PROPULSOR 5 PALAS

Propulsion

14 may 2020 12:06

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero Suezmax**

Description **Petrolero Suezmax 150000 TPM**

File name **1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.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:	8200,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Custom	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,336	Water type:	Salt
Corr allowance:	0,000122	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[On] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,15	0,82	5,58	2,79
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			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
12,00	5905,8	0,4387	0,2163	1,0131	78	4627,7	49,5	---	---
12,50	6651,2	0,4383	0,2163	1,0131	81	5207,3	55,8	---	---
13,00	7473,3	0,4380	0,2163	1,0131	85	5850,3	62,6	---	---
13,50	8387,1	0,4377	0,2163	1,0131	88	6571,3	70,4	---	---
14,00	9400,4	0,4374	0,2163	1,0131	92	7377,7	79,0	---	---
14,50	10530,3	0,4372	0,2163	1,0131	95	8286,7	88,7	---	---
+ 15,00 +	11797,8	0,4369	0,2163	1,0131	99	9319,6	99,8	---	---
15,50	13228,3	0,4366	0,2163	1,0131	103	10502,7	112,4	---	---
16,00	14852,0	0,4364	0,2163	1,0131	107	11868,2	127,1	---	---
16,50	16704,4	0,4362	0,2163	1,0131	111	13454,9	144,1	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
12,00	0,4722	0,6478	0,64679	1220,77	956,66				
12,50	0,4729	0,6484	0,64617	1319,85	1034,31				
13,00	0,4732	0,6484	0,64588	1425,95	1117,45				
13,50	0,4730	0,6479	0,64602	1541,04	1207,64				
14,00	0,4725	0,6468	0,64653	1665,53	1305,20				
14,50	0,4714	0,6450	0,64746	1801,40	1411,67				
+ 15,00 +	0,4699	0,6426	0,64886	1950,96	1528,88				
15,50	0,4677	0,6393	0,65079	2116,95	1658,95				
16,00	0,4649	0,6352	0,65328	2302,51	1804,37				
16,50	0,4614	0,6302	0,65633	2511,21	1967,92				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
12,00	64	1335,04	1092,28	8843,1	9116,6	9116,6	9255,4	---	
12,50	67	1443,89	1181,33	9950,7	10258,5	10258,5	10414,7	---	
13,00	69	1560,21	1276,50	11179,4	11525,2	11525,2	11700,7	---	
13,50	72	1686,00	1379,42	12557,1	12945,5	12945,5	13142,6	966,8	
14,00	75	1821,70	1490,45	14098,1	14534,1	14534,1	14755,5	893,0	
14,50	78	1969,31	1611,21	15835,1	16324,8	16324,8	16573,4	823,5	
+ 15,00 +	81	2131,17	1743,64	17808,8	18359,6	18359,6	18639,2	757,4	
15,50	84	2310,07	1890,01	20069,6	20690,3	20690,3	21005,4	694,5	
16,00	87	2509,18	2052,92	22678,9	23380,3	23380,3	23736,3	634,4	
16,50	91	2732,12	2235,32	25711,0	26506,2	26506,2	26909,8	577,1	

Propulsion

14 may 2020 12:06

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Petrolero Suezmax

Description

Petrolero Suezmax 150000 TPM

File name

1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.hcnc

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
12,00	37,03	5,80	1,16	27,51	0,423	40,02	2,0	2,0	5158,9
12,50	34,09	5,36	1,07	28,63	0,441	43,27	2,2	2,2	5161,4
13,00	31,48	4,95	0,99	29,76	0,460	46,75	2,5	2,5	5162,6
13,50	29,16	4,59	0,92	30,94	0,481	50,52	2,7	2,7	5162,0
14,00	27,09	4,25	0,85	32,15	0,504	54,60 !	3,1	3,1	5160,0
14,50	25,23	3,93	0,79	33,40	0,529	59,06 !!	3,5	3,5	5156,2
+ 15,00 +	23,55	3,64	0,73	34,71	0,556	63,96 !!	4,0	4,0	5150,5
15,50	22,04	3,37	0,68	36,09	0,586	69,40 !!	4,6	4,6	5142,6
16,00	20,66	3,11	0,62	37,54	0,620	75,49 !!	5,3	5,3	5132,5
16,50	19,41	2,87	0,58	39,09	0,658	82,33 !!	6,2	6,2	5120,0
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
12,00	0,3957	0,2307	0,03077	1,4736	0,49668	3,7525	7,8442	3,60e7	
12,50	0,3964	0,2304	0,03074	1,4666	0,4936	3,7345	7,7955	3,75e7	
13,00	0,3967	0,2303	0,03073	1,4633	0,49216	3,7262	7,7727	3,89e7	
13,50	0,3966	0,2304	0,03074	1,4648	0,49284	3,7301	7,7834	4,05e7	
14,00	0,3960	0,2306	0,03076	1,4706	0,49536	3,7448	7,8233	4,21e7	
14,50	0,3949	0,2310	0,03080	1,4813	0,50006	3,7721	7,8976	4,37e7	
+ 15,00 +	0,3933	0,2317	0,03086	1,4977	0,50729	3,8138	8,0117	4,54e7	
15,50	0,3911	0,2326	0,03095	1,5206	0,51743	3,8722	8,1718	4,72e7	
16,00	0,3882	0,2337	0,03106	1,5508	0,53089	3,949	8,3844	4,91e7	
16,50	0,3847	0,2351	0,03120	1,5891	0,54811	4,0465	8,6564	5,11e7	

Propulsion

14 may 2020 12:06

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero Suezmax**

Description **Petrolero Suezmax 150000 TPM**

File name **1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m ²
Length on WL:	268,000 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,583] 48,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,791] 17,200 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,822] 186563,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,725] 19025,630 m²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,537] 143,980 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,514] 137,877 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,996] 822,507 m²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,896] 11520,234 m²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,000 m²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	8200,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,010] 8,059 m²	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,063] 3,038 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,258] 4,440 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	50,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[AVG flow] 0,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[AVG flow] 0,0	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:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	5	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,5776 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	8200,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,8107] 6647,8 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	12771,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Compound	Max prop diam:	8200,0 mm
Gear input:	Both engines	Design speed:	15,00 kt
Engine data:	MOTOR AMZ 1600	Reference power:	10035,0 kW
Rated RPM:	101 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	9340,0 kW	Reference RPM:	101,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	0,985		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,222 [Size]		
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

14 may 2020 12:06

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Petrolero Suezmax

Description

Petrolero Suezmax 150000 TPM

File name

1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.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
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power

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
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = 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 VII: PROPULSOR 6 PALAS

Propulsion

14 may 2020 12:08

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero Suezmax**

Description **Petrolero Suezmax 150000 TPM**

File name **1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.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:	8200,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Custom	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,336	Water type:	Salt
Corr allowance:	0,000122	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[On] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,15	0,82	5,58	2,79
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			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
12,00	5905,8	0,4387	0,2163	1,0107	78	4631,4	49,6	---	---
12,50	6651,2	0,4383	0,2163	1,0107	82	5211,5	55,8	---	---
13,00	7473,3	0,4380	0,2163	1,0107	85	5855,0	62,7	---	---
13,50	8387,1	0,4377	0,2163	1,0107	88	6576,5	70,4	---	---
14,00	9400,4	0,4374	0,2163	1,0107	92	7383,6	79,1	---	---
14,50	10530,3	0,4372	0,2163	1,0107	95	8293,3	88,8	---	---
+ 15,00 +	11797,8	0,4369	0,2163	1,0107	99	9327,1	99,9	---	---
15,50	13228,3	0,4366	0,2163	1,0107	103	10511,3	112,5	---	---
16,00	14852,0	0,4364	0,2163	1,0107	107	11878,1	127,2	---	---
16,50	16704,4	0,4362	0,2163	1,0107	111	13466,4	144,2	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
12,00	0,4729	0,6473	0,64779	1220,77	956,66				
12,50	0,4736	0,6478	0,64718	1319,85	1034,31				
13,00	0,4739	0,6479	0,64689	1425,95	1117,45				
13,50	0,4738	0,6474	0,64702	1541,04	1207,64				
14,00	0,4732	0,6463	0,64753	1665,54	1305,20				
14,50	0,4722	0,6445	0,64846	1801,40	1411,67				
+ 15,00 +	0,4706	0,6421	0,64986	1950,96	1528,88				
15,50	0,4684	0,6388	0,65179	2116,95	1658,95				
16,00	0,4656	0,6347	0,65426	2302,51	1804,37				
16,50	0,4621	0,6297	0,65731	2511,21	1967,92				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY							TRANSP	
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN.m]	QENG [kN.m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
12,00	60	1432,87	1090,36	8850,1	9123,9	9123,9	9262,8	---	
12,50	62	1549,68	1179,25	9958,6	10266,6	10266,6	10422,9	---	
13,00	64	1674,52	1274,25	11188,3	11534,3	11534,3	11709,9	---	
13,50	67	1809,53	1376,99	12567,0	12955,7	12955,7	13153,0	966,0	
14,00	70	1955,19	1487,82	14109,3	14545,7	14545,7	14767,2	892,3	
14,50	72	2113,60	1608,37	15847,7	16337,9	16337,9	16586,7	822,8	
+ 15,00 +	75	2287,32	1740,57	17823,2	18374,4	18374,4	18654,2	756,8	
15,50	78	2479,33	1886,68	20086,0	20707,2	20707,2	21022,6	694,0	
16,00	81	2693,03	2049,30	22697,8	23399,8	23399,8	23756,1	633,9	
16,50	85	2932,30	2231,37	25732,9	26528,8	26528,8	26932,8	576,6	

Propulsion

14 may 2020 12:08

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Petrolero Suezmax

Description

Petrolero Suezmax 150000 TPM

File name

1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.hcnc

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
12,00	37,03	6,70	1,34	25,60	0,447	37,42	2,2	2,2	5545,5
12,50	34,09	6,19	1,23	26,63	0,467	40,46	2,4	2,4	5548,2
13,00	31,48	5,73	1,14	27,69	0,488	43,71	2,6	2,6	5549,5
13,50	29,16	5,30	1,06	28,78	0,511	47,24	2,9	2,9	5548,9
14,00	27,09	4,91	0,98	29,90	0,537	51,06	3,3	3,3	5546,7
14,50	25,23	4,55	0,91	31,07	0,564	55,22 !	3,7	3,7	5542,6
+ 15,00 +	23,55	4,21	0,84	32,29	0,594	59,81 !!	4,2	4,2	5536,4
15,50	22,04	3,89	0,78	33,57	0,628	64,89 !!	4,8	4,8	5527,9
16,00	20,66	3,60	0,72	34,93	0,665	70,58 !!	5,5	5,5	5516,9
16,50	19,41	3,32	0,66	36,37	0,708	76,98 !!	6,3	6,3	5503,4
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
12,00	0,4253	0,2666	0,03816	1,4736	0,49592	3,7525	7,8505	2,99e7	
12,50	0,4261	0,2663	0,03812	1,4666	0,49283	3,7345	7,8016	3,11e7	
13,00	0,4264	0,2661	0,03811	1,4633	0,49139	3,7262	7,7788	3,24e7	
13,50	0,4263	0,2662	0,03812	1,4648	0,49207	3,7301	7,7896	3,36e7	
14,00	0,4257	0,2664	0,03814	1,4706	0,4946	3,7448	7,8296	3,49e7	
14,50	0,4245	0,2669	0,03820	1,4813	0,49929	3,7721	7,9039	3,63e7	
+ 15,00 +	0,4228	0,2677	0,03827	1,4977	0,50651	3,8138	8,0182	3,77e7	
15,50	0,4204	0,2687	0,03838	1,5206	0,51664	3,8722	8,1785	3,92e7	
16,00	0,4173	0,2700	0,03852	1,5508	0,53009	3,949	8,3914	4,08e7	
16,50	0,4135	0,2717	0,03868	1,5891	0,54729	4,0465	8,6638	4,25e7	

Propulsion

14 may 2020 12:08

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero Suezmax**

Description **Petrolero Suezmax 150000 TPM**

File name **1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m ²
Length on WL:	268,000 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,583] 48,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,791] 17,200 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,822] 186563,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,725] 19025,630 m²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,537] 143,980 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,514] 137,877 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,996] 822,507 m²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,896] 11520,234 m²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,000 m²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	8200,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,010] 8,059 m²	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,063] 3,038 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,258] 4,440 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	50,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[AVG flow] 0,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[AVG flow] 0,0	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:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	6	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,6177 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	8200,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,8829] 7239,5 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	12771,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Compound	Max prop diam:	8200,0 mm
Gear input:	Both engines	Design speed:	15,00 kt
Engine data:	MOTOR AMZ 1600	Reference power:	10035,0 kW
Rated RPM:	101 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	9340,0 kW	Reference RPM:	101,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	0,985		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,314 [Size]		
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

14 may 2020 12:08

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Petrolero Suezmax

Description

Petrolero Suezmax 150000 TPM

File name

1920.JULIANRODRIGUEZCORTEGOSO.C6.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
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power

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
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = 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