



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2021/22

BUQUE OCEANOGRÁFICO 55 m
MAR AURORA

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

David Martín Argibay

TUTOR

Fernando Lago

FECHA

Septiembre 2022

Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2.021-2.022

PROYECTO NÚMERO 2022-GENO-14

TIPO DE BUQUE: Buque oceanográfico con capacidad polar para operar en zonas árticas y antárticas. 55 m de eslora entre perpendiculares

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNVGL, SOLAS + MARPOL+ exigibles en este tipo de buques. POLAR CODE TIPO B ICE CLAS I-B SPS. CLEAN DESIGN. NAUT O EQUIVALENTE

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 300 m² de capacidad para laboratorios de investigación. 100 m² de superficie libre en cubierta

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: velocidad máxima de 14 nudos y velocidad de crucero de 12 nudos con una autonomía de 40 días

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: 2 grúas de carga a cada costado del buque.

PROPULSIÓN: propulsión eléctrica mediante 2 motores eléctricos, mas 4 generadores diésel de diferentes potencias, más el generador de emergencia. Navegación en zona ECA con LNG.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: capacidad para 20 científicos más 8-12 tripulantes

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: laboratorio en frío (-25 ° C), nivel mínimo de vibraciones y ruidos transmitidos a la mar, robot submarino a bordo además de embarcaciones menores tales como 2 Zodiacs a disposición del personal. Helipuerto.

ALUMNO: **D. David Martín Argibay**

RESUMEN BUQUE OCEANOGRÁFICO 55 M MAR AURORA

Castellano

A lo largo del presente Trabajo Fin de Grado se realizará el anteproyecto de un buque oceanográfico de 55 metros de eslora. Se trata de un buque que podrá navegar en aguas polares a 12 nudos con propulsión diésel-eléctrica, 40 días de autonomía, capacidad de navegación con LNG en zona ECA y que poseerá 300 m² de laboratorios mas 100 m² de superficie libre en cubierta para el estudio llevado a cabo por los 20 científicos que podrán ir a bordo del mismo.

El proyecto consta de un estudio preliminar de oceanográficos semejantes para, posteriormente, desarrollar las formas del buque, estudiar su flotabilidad y estabilidad en distintas condiciones, la potencia necesaria a bordo, la disposición general, el cálculo estructural de la cuaderna maestra, así como el estudio del francobordo, cámara de máquinas, planta eléctrica y equipos y servicios necesarios a bordo para concluir con el estudio del presupuesto y viabilidad de construcción del buque.

Galego

Ao longo deste Traballo Fin de Grao realizarase o anteproxecto dun buque oceanográfico de 55 metros de eslora. Trátase dun buque que poderá navegar en augas polares a 12 nudos con propulsión diésel-eléctrica, 40 días de autonomía, capacidade de navegación con LNG na zona ECA e que contará con 300 m² de laboratorios máis 100 m² de superficie libre na cuberta para o estudo realizado polos 20 científicos que poderán subir a bordo.

O proxecto consiste nun estudo preliminar de oceanográficos similares para posteriormente desenvolver as formas do buque, estudar a súa flotabilidade e estabilidade en diferentes condicións, a potencia necesaria a bordo, a disposición xeral, o cálculo estrutural da cuaderna maestra, así como o estudo do francobordo, cámara de máquinas, planta eléctrica e equipos e servizos necesarios a bordo para concluír co estudo do orzamento e viabilidade de construción do buque.

English

Throughout this Final Degree Project, the preliminary design of a research vessel of 55 meters in length will be carried out. It is a ship that will be able to navigate in polar waters at 12 knots with diesel-electric propulsion, 40 days of autonomy, navigation capacity with LNG in ECA zone and that will have 300 m² of laboratories plus 100 m² of free surface on deck for the study carried out by the 20 scientists that will be able to go on board.

The project consists of a preliminary study of similar research vessels an then, develop the vessel's forme, study its buoyancy and stability in different conditions, the power required on board, the general layout, the structural calculation of the master frame, as well as the study of the freeboard, engine room, electrical plant and equipment and services required on board to conclude with the study of the budget and viability of building the vessel.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2021/22

BUQUE OCEANOGRÁFICO 55 m
MAR AURORA

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

CUADERNO 6

PREDICCIÓN DE POTENCIA Y SELECCIÓN DE LA PLANTA PROPULSORA

ÍNDICE

Resumen Buque Oceanográfico 55 m Mar Aurora	3
1. Introducción.....	6
2. Estimación de la resistencia al avance	9
2.1. Resistencia de formas.....	9
2.1.1. Resistencia de fricción de superficie curva.....	9
2.1.2. Resistencia de presión de origen viscoso.....	10
2.2. Resistencia de apéndices	11
2.3. Resistencia aerodinámica	12
2.4. Cálculo de la resistencia al avance mediante NavCad	13
3. Estimación de la potencia propulsiva.....	19
4. Elección del motor propulsor	22
5. Diseño del propulsor. Análisis de alternativas	23
5.1. Hélice de 4 palas.....	23
5.2. Hélice de 5 palas.....	24
5.3. Hélice de 6 palas.....	25
5.4. Elección de la hélice más adecuada	25
6. Croquis del codaste.....	26
7. Bibliografía	27
Anexo I: resistencia al avance	28
Anexo II: propulsión “by thrust”	33
Anexo III: hélice 4 palas	38
Anexo IV: hélice 5 palas	43
Anexo V: hélice 6 palas	48

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de este cuaderno realizaremos el estudio y la predicción de potencia que necesita el buque para su propulsión. Una vez estimada la potencia, procederemos a la selección de la planta propulsora necesaria para que el oceanográfico alcance los 12 nudos de velocidad de servicio requerida en las RPA.

El cálculo de la potencia propulsora lo realizaremos a través el programa Navcad. Este programa no estima exactamente la potencia para el tipo de propulsor azimutal que lleva nuestro buque, no obstante, el cálculo que realiza de dicha potencia para un propulsor convencional es prácticamente igual al de un buque con una propulsión diésel-eléctrica con azimutales.

Estimaremos primeramente la resistencia al avance de la carena, y una vez obtenida, hallaremos la potencia necesaria para llevar a cabo la propulsión del buque a la velocidad de servicio. Dicha potencia, es la que entregaría el propulsor sin rendimientos, es decir, si la propulsión fuese ideal. Al haber pérdidas por rozamientos mecánicos o hidrodinámicos, la potencia entregada deberá ser mayor que la calculada, teniendo en cuenta estos rendimientos.

Una vez estimada la potencia propulsora, tendremos que sobredimensionar los propulsores con unos márgenes establecidos:

- Margen de funcionamiento del propulsor, ya que este no trabaja al 100 %
- Margen de mar establecido por Navcad con una estimación del 15%

Todos estos cálculos los haremos en base a las dimensiones que hemos obtenido en el Cuaderno 3: “Diseño de formas”:

Lpp (m)	B (m)	D (m)	T (m)	Fn
55	11,50	7,80	4,80	0,2657

CB	CM	CP	CF
0,57	0,97	0,59	0,80

Además, obtenemos de Maxsurf los parámetros hidrostáticos que definen el buque oceanográfico y de los que sacaremos muchos de los valores que introduciremos en NavCad:

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	1855	t
2	Volume (displace	1810,159	m ³
3	Draft Amidships	4,800	m
4	Immersed depth	4,813	m
5	WL Length	57,051	m
6	Beam max extent	11,500	m
7	Wetted Area	971,058	m ²
8	Max sect. area	53,300	m ²
9	Waterpl. Area	529,480	m ²
10	Prismatic coeff. (0,595	
11	Block coeff. (Cb)	0,573	
12	Max Sect. area c	0,978	
13	Waterpl. area coe	0,807	
14	LCB length	26,052	from z
15	LCF length	21,536	from z
16	LCB %	45,664	from z
17	LCF %	37,749	from z
18	KB	2,756	m
19	KG fluid	0,000	m
20	BMt	2,793	m
21	BML	58,498	m
22	GMt corrected	5,549	m
23	GML	61,254	m
24	KMt	5,549	m
25	KML	61,254	m
26	Immersion (TPc)	5,427	tonne/
27	MTc	20,664	tonne.
28	RM at 1deg = GM	179,694	tonne.
29	Length:Beam rati	4,961	

Ilustración 1: parámetros hidrostáticos del Mar Aurora

De esta manera, podemos observar como tiene una superficie mojada de 971,06 m², posee un área de la flotación de 529,48 m² con una eslora en la flotación de 57 m.

Los demás datos que más adelante utilizaremos para introducirlos en NavCad y proceder al cálculo de la resistencia al avance y los propulsores, los hallamos del plano de formas del buque, también en el Cuaderno 3: “Diseño de formas”.

- *Semiángulo de entrada*

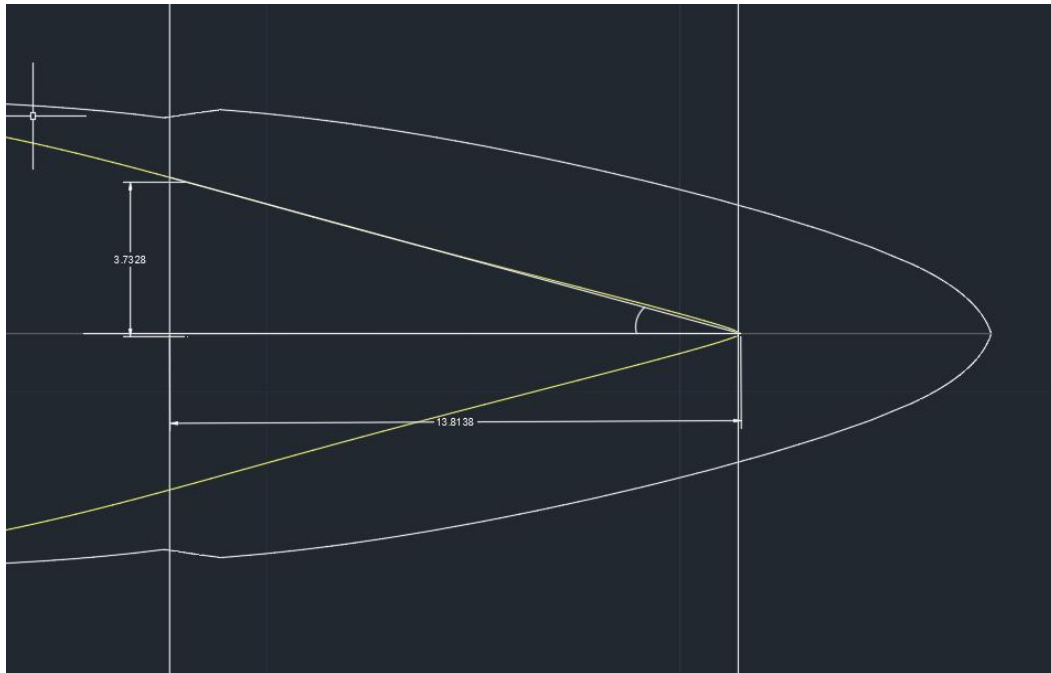


Ilustración 2: medidas semiángulo de entrada

El semiángulo de entrada, tal y como lo calculamos en el Cuaderno 3 es de:

$$\theta = 15,12^\circ$$

➤ Bulbo de proa

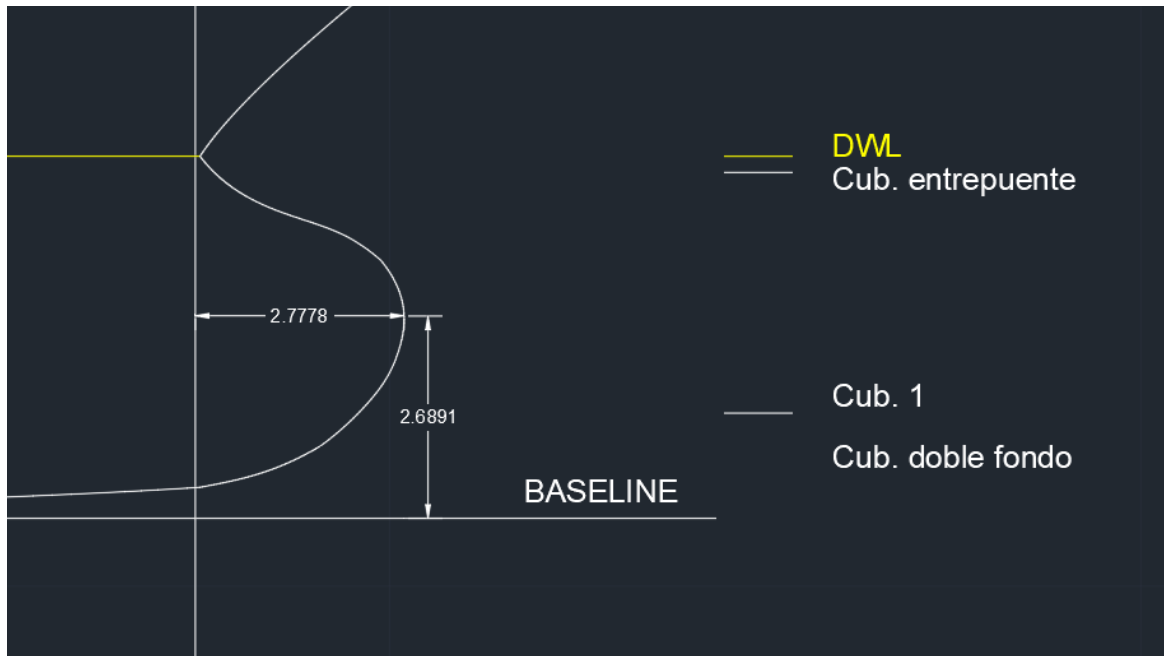


Ilustración 3: medidas del bulbo de proa

Con un área del bulbo de:

$$A_{Bulbo} = 7,9 \text{ m}^2$$

2. ESTIMACIÓN DE LA RESISTENCIA AL AVANCE

Podemos definir la resistencia al avance de un buque como la fuerza que se opone al movimiento de este. Esta fuerza es función de las dimensiones (eslora, manga, superficie mojada, etc.) y de las formas.

La resistencia se calculará para un rango de velocidades y en especial para la velocidad de servicio de 12 nudos del buque. Para calcularla, recurriremos al programa NavCad, en base a las dimensiones y coeficientes mencionados anteriormente en la introducción.

Antes de comenzar el cálculo de los parámetros con NavCad para hallar la resistencia al avance vamos a hacer una serie de consideraciones respecto a la resistencia de formas, la resistencia de los apéndices y la resistencia aerodinámica.

2.1. Resistencia de formas

La resistencia de formas forma parte de la resistencia de viscosa, y dentro de ella se encuentran la resistencia de fricción de superficie curva y la resistencia de presión de origen viscoso.

2.1.1. Resistencia de fricción de superficie curva

La resistencia de fricción de superficie curva es debida a la curvatura transversal (cuadernas) y a la curvatura longitudinal (líneas de agua) que presenta el buque.

Efectos de la curvatura transversal

Comenzando por los efectos de la curvatura transversal, algunas consideraciones con respecto a este tipo de curvatura son:

- La resistencia provocada por las superficies curvadas de buque, como el pantoque, normalmente es mayor que la resistencia de fricción de placa plana.
- Esta resistencia es debida a la curvatura de las cuadernas, que son transversales al flujo que va de proa a popa.
- Produce una disminución del espesor de la capa límite si se compara con el de una placa plana.
- Atendiendo a Landweber, que relaciona mediante una fórmula los espesores de capa límite de la superficie curva (para cilindros con flujo externo al centro de curvatura) con los de una placa plana, cuanto menor es el radio de curvatura, el espesor de la capa límite se va haciendo más pequeño, por lo que el esfuerzo tangencial sobre la superficie es mayor, lo que implica mayor resistencia por fricción.

Esto es así ya que los gradientes de velocidad varían en razón inversa al espesor de capa límite, es decir, a menor espesor, mayor gradiente de velocidad, por lo que el esfuerzo cortante, y por tanto la resistencia de fricción también variará de forma inversa teniendo como resultado una mayor resistencia.

Sin embargo, el incremento de resistencia debido a la curvatura transversal no es muy elevado y está en el orden del 4% en las zonas de mayor curvatura transversal como es el pantoque.

Efectos de la curvatura longitudinal

En cuanto a la curvatura longitudinal, algunas consideraciones a tener en cuenta para estimar y entender la resistencia al avance de nuestro buque son:

- La curvatura longitudinal es debida a las líneas de agua.
- Da lugar en cada punto de la superficie a una variación de la velocidad del flujo potencial con respecto a la placa plana, lo que origina un incremento de velocidad en la zona central del buque y una disminución en los extremos.
- Las velocidades de la capa límite debido a esto, varían, variando a su vez los valores de la fuerza viscosa en la pared.
- Debido a la curvatura longitudinal aparece un fenómeno llamado resistencia de presión de origen viscoso.

2.1.2. Resistencia de presión de origen viscoso

La resistencia de presión de origen viscoso tiene su origen en las diferencias de presiones que existen entre la zona de proa en la roda, donde la presión es máxima, al ser un punto de remanso, y la presión en popa en la zona del espejo, donde al existir una capa límite y no haber un punto de remanso real (como sí lo habría en un fluido ideal como estableció D'Alembert en su paradoja, y por lo tanto al no haber diferencias de presiones entre la proa y la popa la fuerza total sería nula), la presión no es igual que en la proa, siendo ésta algo menor, por lo que la fuerza total a lo largo de todo el casco sumergido no sería nula, si no que cobra un valor, y es a llamada resistencia de presión de origen viscoso.

Esto sucede porque al estar parte del casco sumergido en el agua (fluido viscoso), se establece alrededor de éste una capa límite que aumenta progresivamente de espesor desde la proa hacia la popa y en cuyo interior las velocidades son menores que las que le correspondería si se tratase de flujo potencial (no viscoso).

En el exterior de esta capa límite, el fluido se comporta como si fuera ideal, por lo que en la zona de la popa existe una mayor velocidad en el fluido viscoso al quedar las líneas de corriente más unidas que si éste fuera ideal.

Es por ello, por lo que la presión en la zona de popa es menor que en la proa apareciendo la consiguiente diferencia de presiones alrededor del casco, y que al integrarlas la resultante no es nula. La componente positiva de dicha integración que va dirigida en el sentido proa-popa es la llamada anteriormente resistencia de presión de origen viscoso.

Algunas consideraciones con respecto a la resistencia de presión de origen viscoso son:

- Es una resistencia debida a esfuerzos normales al casco, pero cuyo origen se encuentra en que existe una capa límite alrededor del cuerpo como hemos explicado anteriormente.
- No es fácilmente cuantificable.
- El coeficiente de presión de origen viscoso es directamente proporcional al coeficiente de fricción de placa plana.
- Cuanto mayor es la eslora del buque (L), para un determinado desplazamiento (Δ), menor es la resistencia de presión de origen viscoso.
- Al aumentar la manga (B), aumenta el coeficiente de presión de origen viscoso.
- Al disminuir la longitud del cuerpo de salida, aumenta el coeficiente de presión de origen viscoso, por lo que son beneficiosas las formas con cuerpos de salida finos y largos.
- Los buques con elevadas resistencias de presión de origen viscoso suelen tener esloras cortas y formas muy llenas, es decir, con altos coeficientes de bloque.

Por último, se debe evitar los cuerpos de salida cortos y poco finos ya que se podría producir el llamado desprendimiento de la capa límite que significa que las partículas fluidas cerca de la superficie del casco en vez de tener una velocidad positiva en el sentido proa-popa, ésta

se vuelve negativa, por lo que el fluido remonta hacia proa. Esta zona de desprendimiento en el que algunas de las partículas llevan el sentido contrario al natural, es una zona generadora de torbellinos y vórtices y es muy negativo porque influye negativamente en la resistencia.

La presión en esa zona es muy similar a la presión atmosférica o incluso menor al generarse esos torbellinos, por lo que la diferencia de presiones entre la proa y la popa se hace aún más notable, aumentando la fuerza resultante y por tanto la resistencia de presión de origen viscoso, es decir, si hay una separación de la capa límite porque las formas no son lo suficientemente esbeltas para acompañar al fluido a lo largo de toda la eslora del buque, la resistencia de presión de origen viscoso será notablemente mayor.

2.2. Resistencia de apéndices

Otra parte de la resistencia de un buque es la provocada por sus apéndices. En nuestro caso, nuestro buque contará con dos apéndices caracterizados en NavCad como veremos posteriormente que serán el “skeg” (marcado en rojo en la imagen) y un “tunnel thruster” (marcado en naranja en la imagen) correspondiente con el túnel de la hélice de proa.

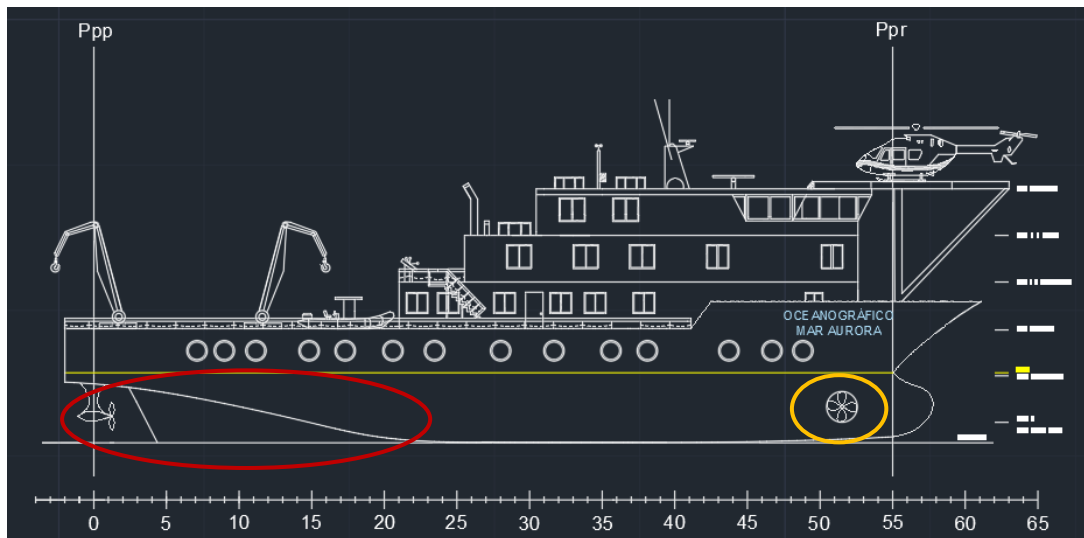


Ilustración 4: skeg y tunnel thruster en la disposición general del buque

Estos apéndices, al ir totalmente sumergidos, no generarán resistencia por formación de olas, pero sí tendrá su componente de resistencia viscosa.

El “skeg”, además, está orientado en la dirección del flujo (proa-popa) por lo que casi toda su resistencia será la componente de la resistencia de fricción.

Sin embargo, el “tunnel thruster”, además de la resistencia viscosa, parte de su resistencia total la compondrá la resistencia de presión de origen viscoso al no estar orientado en la dirección del flujo.

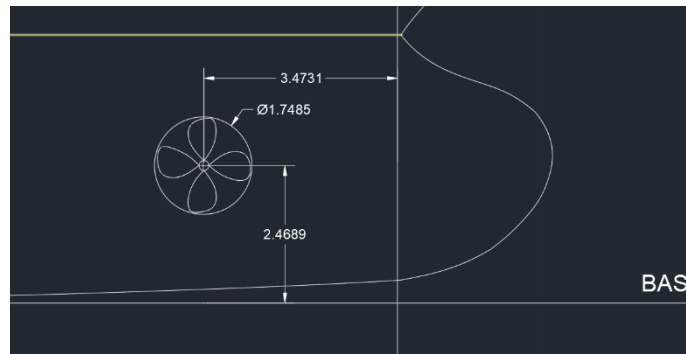


Ilustración 5: medidas del túnel de la hélice de manobra de proa

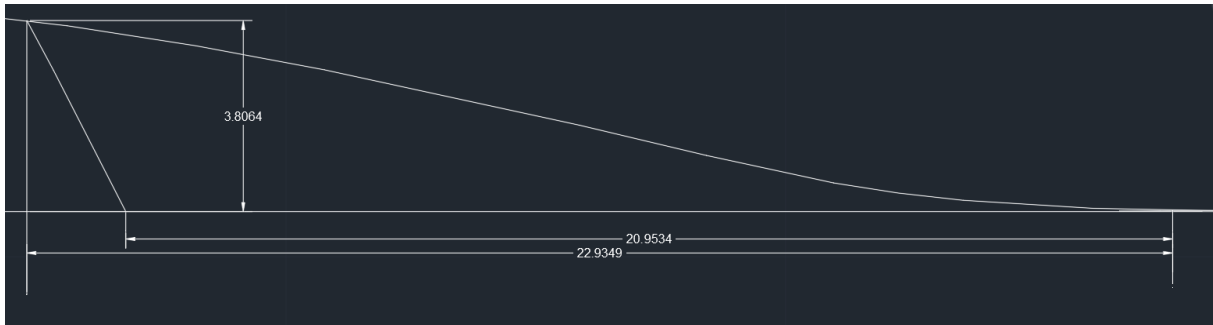


Ilustración 6: medidas del skeg

Siendo la superficie mojada del 'skeg' medida en los planos de:

$$S_{skeg} = 70,2 \text{ m}^2$$

Por último, cabe destacar la importancia del diseño de los apéndices, y que estos ofrezcan una superficie frontal mínima y una suave curvatura que reduzca el riesgo de desprendimiento de flujo, es decir, alineados a la distribución de las líneas de corriente a lo largo de la carena. De esta manera minimizamos la componente de resistencia de presión de origen viscoso, siendo la mayor parte de la resistencia por apéndices de componente viscosa producida por el incremento de la superficie mojada.

2.3. Resistencia aerodinámica

La resistencia aerodinámica es la resistencia que ofrece la obra muerta. Influye en ella la velocidad del viento, la velocidad del buque y el ángulo de ataque.

Su origen es, en su práctica totalidad la resistencia de presión de origen viscoso, formando torbellinos, y la resistencia de fricción, siendo muy baja en el caso del aire. En su práctica totalidad es resistencia de presión de origen viscoso ya que la capa límite se desprende formando torbellinos cuando el aire impacta en una superficie perpendicular a la dirección de flujo.

Algunas consideraciones con respecto a la resistencia aerodinámica son:

- El valor máximo de la resistencia aerodinámica se obtiene cuando el viento sopla de través, 30° por la proa
- El valor mínimo se obtiene cuando el viento entra a 30° por la popa y 'empuja' al buque hacia delante.

Calculamos a continuación, la resistencia al avance del buque, en el que incluiremos la resistencia aerodinámica del mismo.

2.4. Cálculo de la resistencia al avance mediante NavCad

Una vez detallas las resistencias como hemos explicado anteriormente, procedemos a calcular mediante NavCad, que tiene en cuenta todas esas resistencias explicadas además de otras, la resistencia al avance estimada para nuestro buque.

Partiendo de los datos obtenidos del Cuaderno 3: “Diseño de formas”, primeramente, calcularemos en el módulo de resistencia del programa la resistencia al avance de nuestro buque. Detallamos en el programa los parámetros que nos pide como mostramos a continuación:

Project		
Project ID:	Oceanográfico Ma...	
Description:		
Summary		
Scope:	ITTC-78 (CT)	▼
Configuration:	Monohull	▼
Chine type:	Round/multiple	▼
Length on WL:	57,000	m
Displacement:	1855,00	t
Propulsor type:	Propeller	▼
Count:	2	▼
Water properties		
Water type:	Salt	▼
Density:	1026,00	kg/m3
Viscosity:	1,18920e-6	m2/s
Speeds		
Speed [01]	7,00	kt
Speed [02]	8,00	kt
Speed [03]	9,00	kt
Speed [04]	10,00	kt
Speed [05]	10,50	kt
Speed [06]	11,00	kt
Speed [07]	11,50	kt
Speed [08]	12,00	kt
Speed [09]	13,00	kt
Speed [10]	14,00	kt
Design condition		
Design speed:	12,00	kt

Ilustración 7

Como podemos ver en la ilustración 7, calculamos la resistencia mediante la ITTC-78 para un buque monocasco de 57 metros de eslora en la flotación y para un desplazamiento de 1855 ton. Llevará consigo 2 hélices que lo propulsarán y que posteriormente dimensionaremos, y estimaremos la resistencia para el rango de velocidades marcado, con especial detalle en la velocidad de diseño de 12 nudos.

Hull		
Configuration:	Monohull	
Chine type:	Round/multiple	
General		
Length on WL:	57,000	m
Max beam on WL:	11,500	m
Max molded draft:	4,800	m
Displacement:	1855,00	t
Wetted surface:	971,058	m ²
Demi-hull spacing:		m
ITTC-78 (CT)		
LCB fwd TR:	28,052	m
LCF fwd TR:	23,536	m
Max section area:	53,300	m ²
Waterplane area:	529,480	m ²
Bulb section area:	7,900	m ²
Bulb ctr below WL:	2,300	m
Bulb nose fwd TR:	59,200	m
Imm transom area:	6,400	m ²
Transom beam WL:	11,500	m
Transom immersion:	0,600	m
Half entrance angle:	15,12	deg
Bow shape factor:	1,0	[WL flow]
Stern shape factor:	1,0	[WL flow]

Ilustración 8

Continuamos introduciendo los datos que nos pide NavCad, y mostrados en la ilustración 8, marcando la eslora en la flotación de 57 metros, la manga máxima o la superficie mojada entre otros.

Detallamos el área de la sección máxima (maestra), y las características del bulbo de proa que tendrá un área de 7,9 m² como hemos mencionado anteriormente en las medidas iniciales obtenidas de las formas del buque, el centro bajo la flotación 2,3 m, y una nariz 59,2 m a proa del espejo de popa.

Por último, determinamos las características del espejo de popa que posee una manga de 11,5 m y se sumerge 0,6 m, como podemos ver en la ilustración 9:

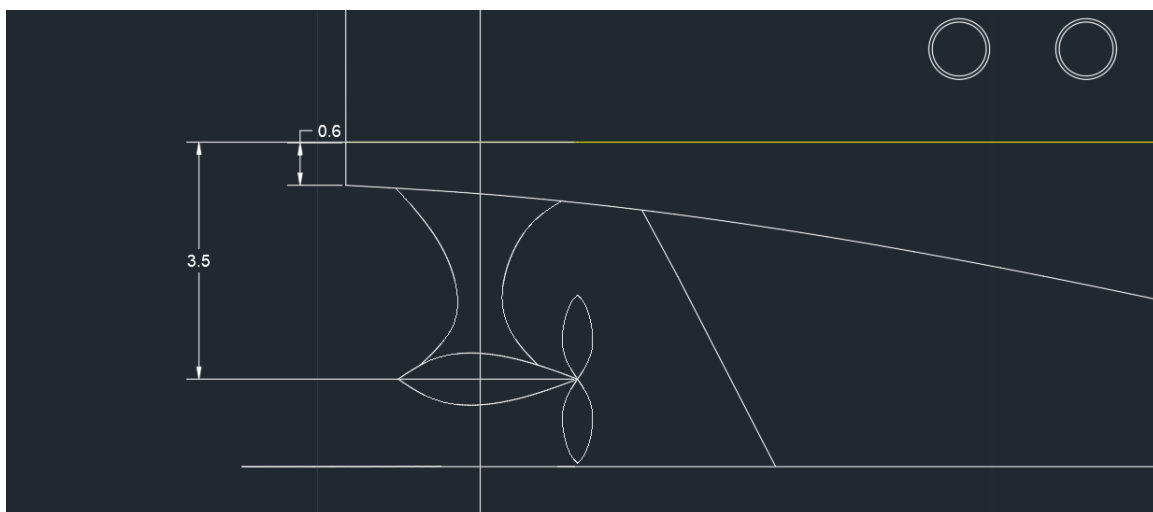


Ilustración 9: medidas en popa de la inmersión del eje y del espejo

Introducimos en Navcad todos los valores expuestos anteriormente:

Appendage		
Definition:	Component	
Percent of hull drag:		%
Planing influence		
LCE fwd TR:		m
VCE below WL:		m
Shafting		
Count:	2	
Max prop diameter:	2500,0	mm
Shaft angle to WL:	0,00	deg
Exposed shaft length:	0,000	m
Shaft diameter:	0,000	m
Wetted surface:	0,000	m ²
Strut bossing length:	0,000	m
Bossing diameter:	0,000	m
Wetted surface:	0,000	m ²
Hull bossing length:	0,000	m
Bossing diameter:	0,000	m
Wetted surface:	0,000	m ²

Skeg/Keel		
Count:	1	
Type:	Skeg	
Mean length:	18,000	m
Mean width:	0,600	m
Height aft:	3,580	m
Height mid:	1,580	m
Height fwd:	0,000	m
Root chord:		m
Tip chord:		m
Span:		m
T/C ratio:		
LE sweep:		deg
Keel bulb length:		m
Keel bulb diameter:		m
Skeg projected area:	29,700	m ²
Skeg wetted surface:	70,200	m ²

Tunnel thruster		
Count:	1	
Diameter:	1,700	m

Ilustración 10

En la ilustración 10 podemos observar el apartado de apéndices que debemos rellenar en el programa y que incluimos, como hemos dicho anteriormente, las dos hélices propulsoras de diámetro 2,5 m, el “skeg” con sus características, obtenidas de las formas del buque, y por último el “tunnel thruster” correspondiente al túnel de la hélice de proa de diámetro 1,7 m.

Margin		
Design margin:	15	%
Basis:	Hull + added dr...	

Ilustración 11

Añadimos el margen de mar que lo estimaremos en un 15%, como vemos en la ilustración 11.

Por último, añadimos la resistencia aerodinámica de la parte expuesta del caso. Obtenemos primeramente los datos de los planos del buque de AutoCAD:

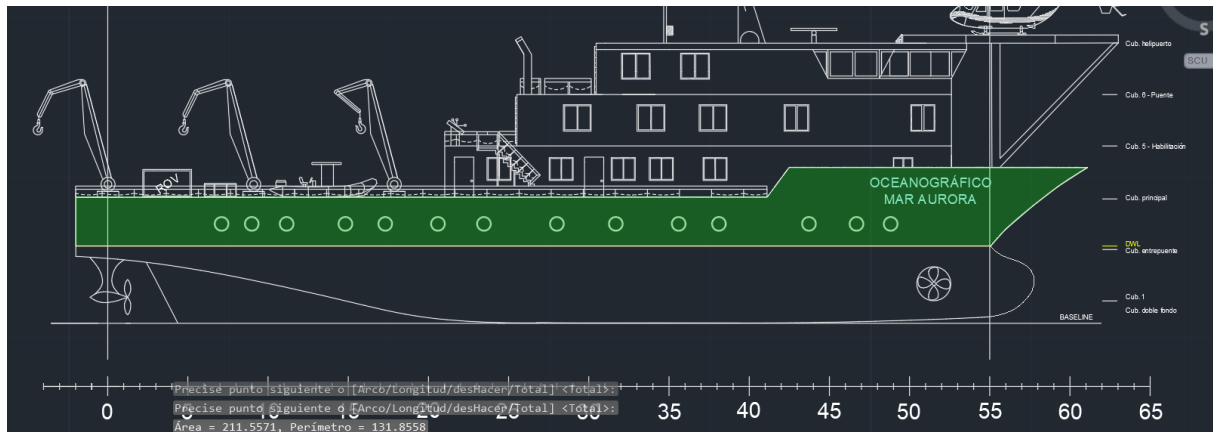


Ilustración 12: área del casco expuesto. Perfil longitudinal del buque

$$A_{Long. Casco Expuesto} = 211,55 \text{ m}^2$$

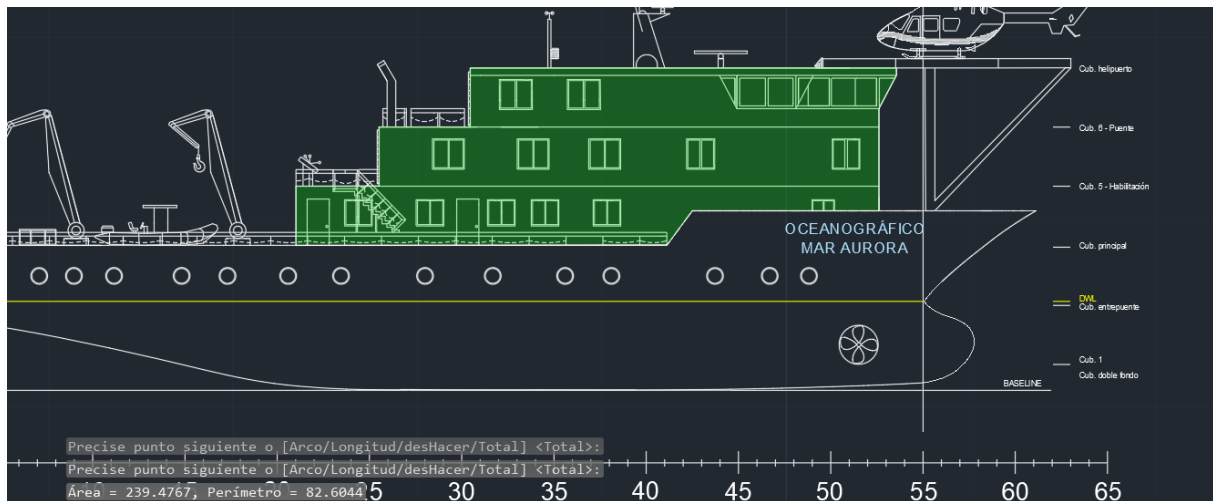


Ilustración 13: área de la superestructura. Perfil longitudinal del buque

$$A_{Long. Superestructura Expuesta} = 239,5 \text{ m}^2$$

Calculamos a continuación el área transversal del buque, de la misma manera que anteriormente con el área longitudinal, y gracias al plano de formas del buque:

$$A_{Tranversal \text{ del caso}} = 54,4 \text{ m}^2$$

Y, por último, calculamos el área transversal de la superestructura del buque, sabiendo que tiene un puntal de 3 cubiertas (3,2 m por cubierta) y una manga de 9,45 m salvo en la cubierta del puente de gobierno, que tendrá una manga de 14,10 m. Así:

$$A_{Tranversal \text{ de la superestructura}} = 105,6 \text{ m}^2$$

De esta manera, introducimos en Navcad estos valores como apreciamos en la ilustración 14:

Wind		
Wind speed:	0,00	kt
Angle off bow:	0,00	deg
Gradient correction:	Off	
Exposed hull		
Transverse area:	54,400	m2
VCE above WL:	1,800	m
Profile area:	211,550	m2
Superstructure		
Superstructure shape:	Motor yacht	
Transverse area:	105,600	m2
VCE above WL:	7,800	m
Profile area:	239,500	m2
Seas		
Significant wave ht:	0,000	m
Modal wave period:	0,0	sec
Shallow/channel		
Water depth:	0,000	m
Type:	Shallow water	
Channel width:		m
Channel side slope:		deg
Hull girth:		m

Ilustración 14

Una vez dispuestos todos los datos necesarios para que el programa lleve a cabo el análisis, procedemos a activar todas las componentes de la resistencia que vamos a estimar y calcular:

Vessel drag	Calc	ITTC-78 (CT)
Technique:		Prediction
Prediction:		Holtrop
Reference ship:		
Model LWL:	[m]	
Viscous		
Expansion:		Standard
Friction line:		ITTC-57
Hull form factor:	On	1,258
Speed corr:	On	
Spray drag corr:	Off	
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)
Roughness [mm]:	On	0,15
Catamaran		
Interference:	Off	
Added drag		
Appendage:	Calc	Holtrop (Compone...)
Wind:	Calc	Taylor
Seas:	Off	
Shallow/channel:	Off	
Towed:	Off	
Margin:	Calc	Hull + added drag [15...

Ilustración 15

Method Expert ranking

Method	Speed	Hull	Details	Parameters		
Andersen	OK	OK	OK	FN [design]	0,06-0,80	0,26
Holtrop	OK	OK	OK	CP	0,55-0,85	0,60
Simple Towboat	OK	Uncertain	OK	LWL/BWL	3,90-14,90	4,96
Oortmerssen	OK	OK	Uncertain	BWL/T	2,10-4,00	2,40
Simple Sailboat	OK	OK	Uncertain			
Simple Ship	OK	Uncertain	Uncertain			
Series 60	OK	Uncertain	Uncertain			
SSPA Cargo Series	OK	Uncertain	Uncertain			
Blount/Fox	Fail	OK	OK			
Simple Planing	Fail	Uncertain	Uncertain			

Ranking: Best ■ Good ■ Fair ■ Poor ■

Watch for notes here...

OK Cancel Help

Ilustración 16

Y, por último, introducimos el método de predicción, que como vemos en las ilustraciones 15 y 16, será el método de Holtrop que es el que más se adecúa a nuestro buque, con un factor de forma dado por NavCad de 1,258 y con un coeficiente de rugosidad para buques nuevos de 0,15 mm.

De esta manera obtenemos la gráfica de la resistencia al avance del buque para el rango de velocidades escogido y que podemos ver en la ilustración 17.

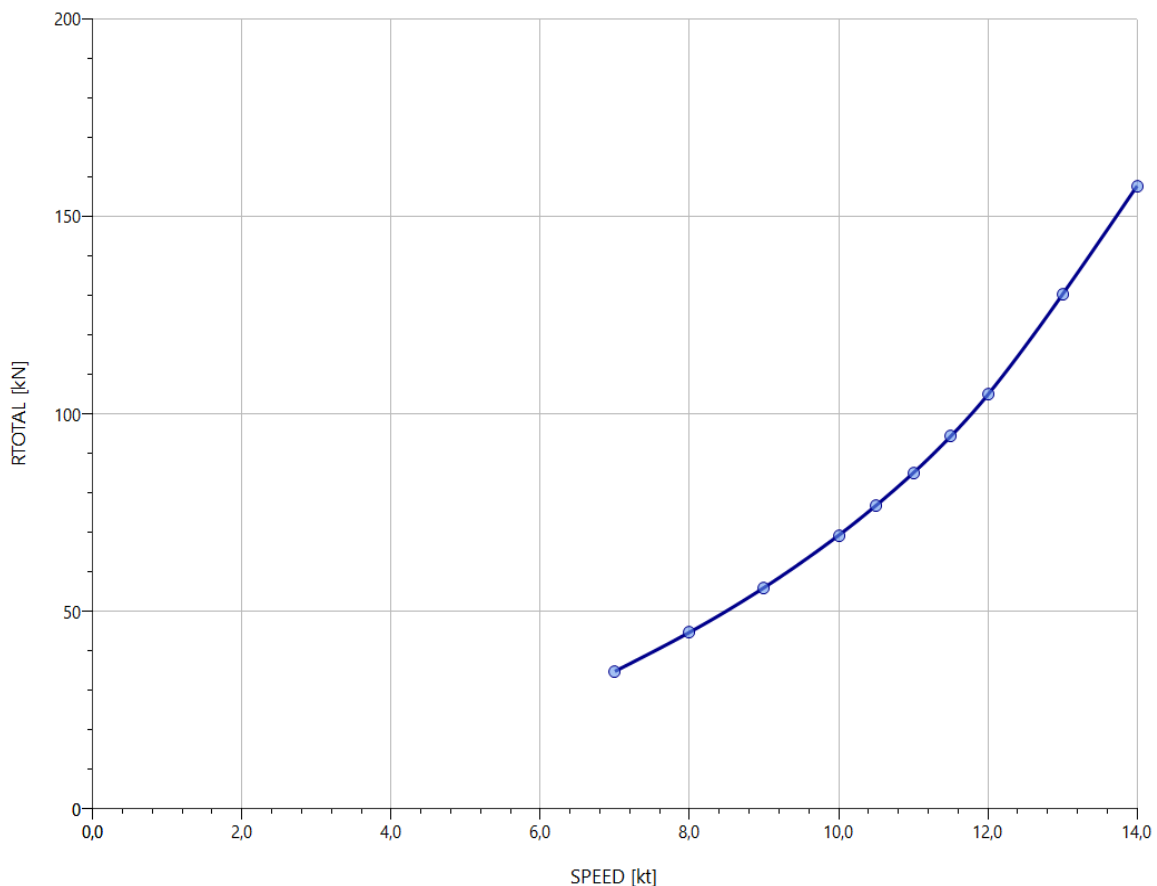


Ilustración 17

Además, en el informe que podemos ver en el anexo, observamos que, para 12 nudos, la resistencia al avance del buque estimada es de 104,98 kN,

3. ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSIVA

Una vez obtenida la resistencia al avance del buque para la velocidad proyecto de 12 nudos que nos da 104,98 kN, podemos empezar a calcular la hélice que va a permitir a nuestro buque ser propulsado a dicha velocidad.

Hay que tener en cuenta que el oceanográfico posee 2 hélices azimutales, por lo que empuje que deberá proporcionar cada una de ellas será la mitad de la resistencia al avance total del mismo.

Pasando al apartado de propulsión de Navcad, vemos en la ilustración 18 lo que nos pide el programa:

Propulsor		
Count:	2	
Propulsor type:	Propeller series	
Propeller type:	FPP	
Propeller series:	B Series	
Propeller sizing:	By thrust	
Reference prop:		
Blade count:	4	
Expanded area ratio:	0,4116	
Propeller diameter:	2500,0	mm
Propeller mean pitch:	2892,8	mm
Hub immersion:	3500,0	mm
Engine/gear		
Drive line:	Standard	
Gear input:	Single engine	
Engine data:	Click to define...	
Rated RPM:		RPM
Rated power:		kW
Primary fuel:	Defined	
Secondary fuel:	None	
Gear efficiency:	1,000	
Load correction:	Off	
Gear ratio:	1,105	
Shaft efficiency:	0,970	
Propeller options		
Oblique angle corr:	Off	
Shaft angle to WL:	0,00	deg
Added rise of run:	0,00	deg
Propeller cup:	0,0	mm
KTKQ corrections:	Custom	
Scale correction:	None	
KT multiplier:	1,000	
KQ multiplier:	1,000	
Blade T/C [0.7R]:	0,00	
Roughness:	0,00	mm
Cav breakdown:	Off	
Nozzle L/D:	0,50	

Ilustración 18

De esta manera, como podemos observar, introducimos las 2 hélices que llevará el buque calculadas por la serie B y “by thrust” ya que vamos a calcular el empuje que dará cada una de ellas. Hallamos el cálculo para 4 palas con un diámetro máximo de hélice de 2,5 m y que sumergirá el eje de la hélice hasta los 3,5 m.

Serán 2 hélices azimutales como hemos dicho anteriormente con una eficiencia de 0,97.

Hull-propulsor	Calc	
Technique:		Prediction
Prediction:		Holtrop
Reference ship:		
Max prop diam:	[mm]	2500,0
Corrections		
Viscous scale corr:	Off	
Rudder location:		
Friction line:		
Hull form factor:		
Corr allowance:		
Roughness [mm]:	Off	
Ducted prop corr:	Off	
Tunnel stern corr:	Off	
Effective diam:	[m]	
Recess depth:	[m]	
System analysis		
Cavitation criteria:		Keller eqn
Analysis type:		Free run
CPP method:		Fixed RPM
Engine RPM:		
Mass multiplier:		
RPM constraint:		
Limit [RPM/s]:		

Ilustración 19

En la sección de cálculo introducimos de nuevo el método Holtrop, que, como hemos dicho anteriormente, es el más apropiado para nuestro buque, y el diámetro máximo de 2,5 m.

Una vez detallados todos los parámetros anteriormente expuestos, podemos proceder al cálculo de la hélice, determinando su tamaño, diámetro máximo, el punto de diseño, las revoluciones aproximadas a las que girará, la resistencia en kN de 59,8 que será la máxima total en servicio determinado por NavCad una vez introducidos y calculadas los valores en el módulo de resistencia del programa, y la velocidad de proyecto de 12 nudos.

Así, obtenemos la gráfica potencia-velocidad:

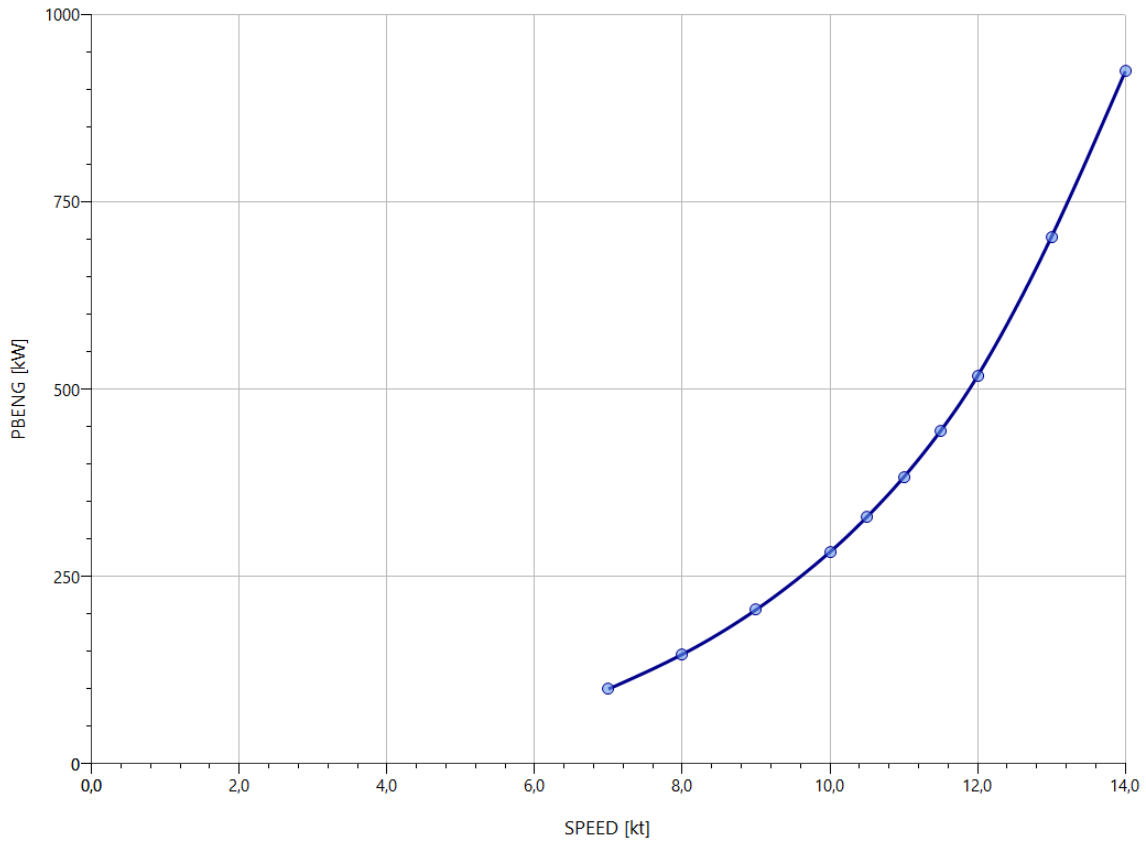


Ilustración 20

Observando la ilustración 21, y atendiendo además al informe sacado por NavCad que se puede consultar en el anexo, la potencia requerida por cada uno de los motores eléctricos que mueven cada una de las hélices a 12 nudos será de 518,2 kW para una potencia que hay que entregar total del conjunto de los 2 propulsores de 1036,5 kW.

4. ELECCIÓN DEL MOTOR PROPULSOR

Nuestro buque, al tener propulsión eléctrica deberá montar propulsores eléctricos accionados mediante sendos motores que a su vez son suministrados por energía creada en los generadores diésel que en cuadernos sucesivos detallaremos.

Además, los generadores-diésel que proporcionen la energía para todo el buque, deberán ser duales, (quemar fueloil y LNG) para las zonas de navegación en zona ECA.

Es por esto, que el motor propulsor que moverá cada una de nuestras hélices será un **motor eléctrico tipo AZIPOD** encapsulado en el propulsor, con un variador de potencia aguas arriba de éste para variar la velocidad de giro de las hélices de paso fijo según la demanda de velocidad a la que se quiera que avance el buque.

La potencia que entregará el motor eléctrico será:

- Velocidad de proyecto de 12 kn

$$P_{motor} = 518,2 \text{ kW}$$

- Velocidad máxima de 14 kn

$$P_{m\acute{a}x. \text{ motor}} = 924,8 \text{ kW}$$

Consultando a ABB y los catálogos disponibles, este tipo de hélices y conjunto de motor eléctrico-propulsor son muy específicos y concretos para cada tipo de buque por lo que deberá ser fabricado a medida según los parámetros y características que digamos a ABB que será el suministrador de nuestros AZIPODS.



Ilustración 21: AziPod ABB

El propulsor AziPod que montará el Mar Aurora será como el que podemos observar en la ilustración 21 pero con las características que le digamos al fabricante.

Además, el AziPod tendrá carácter ártico y especial protección contra hielos debido a la naturaleza de la zona de operación del oceanográfico.

5. DISEÑO DEL PROPULSOR. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Una vez escogido el motor que generará la energía eléctrica para la propulsión que llevarán a cabo los azimutales, calculamos, en función de esa potencia, la hélice más adecuada para el buque que será de 4, 5 o 6 palas.

Este cálculo, se realizará de la misma manera que anteriormente, pero en este caso será “by power” en vez de “by thrust”, ya que ya conocemos la potencia que de la hélice.

5.1. Hélice de 4 palas

Comenzamos calculando para una hélice de 4 palas introduciendo los valores de potencia de 950 kW con un punto de diseño de 0,97 y unas revoluciones en torno a las 200 rpm para la velocidad de diseño de 12 nudos:

Propeller sizing

To size			
Gear ratio:	Size	▼	0,957
Expanded area ratio:	Size	▼	0,349
Propeller diameter:	Size	▼	2500,0 mm
Propeller mean pitch:	Size	▼	2443,9 mm
Design condition [By power]			
Design speed:			12,00 ▼ kt
Reference power:			950,0 ... kW
Design point:			0,970 ...
Reference RPM:			200,0 ...
Design point:			1,000 ...
Max prop diam:			2500,0 mm
Review			
Tip speed:			0,00 m/s

Size Save report OK Cancel Help

Ilustración 22

Con una ratio de área expandida de 0,349 y un EFFF de 0,6667 que se puede consultar en el anexo.

5.2. Hélice de 5 palas

Calculamos ahora la hélice de 5 palas de la misma manera que hemos realizado el cálculo en la de 4 palas:

Propeller sizing

To size			
Gear ratio:	Size	1,047	
Expanded area ratio:	Size	0,380	
Propeller diameter:	Size	2500,0	mm
Propeller mean pitch:	Size	2721,9	mm
Design condition [By power]			
Design speed:		12,00	kt
Reference power:		950,0	kW
Design point:		0,970	
Reference RPM:		200,0	
Design point:		1,000	
Max prop diam:		2500,0	mm
Review			
Tip speed:		25,02	m/s

Size Save report OK Cancel Help

Ilustración 23

Con un ratio de área expandida de 0,38 y un EFFE de 0,6611 que se puede consultar en el anexo.

5.3. Hélice de 6 palas

Por último, calculamos para una hélice de 6 palas de igual manera que antes introduciendo los datos de velocidad, potencia, punto de trabajo y revoluciones aproximadas para el diámetro máximo de 2,2 m:

Propeller sizing

To size			
Gear ratio:	Size	▼	1,110
Expanded area ratio:	Size	▼	0,409
Propeller diameter:	Size	▼	2500,0 mm
Propeller mean pitch:	Size	▼	2903,6 mm
Design condition [By power]			
Design speed:			12,00 kt
Reference power:			950,0 kW
Design point:			0,970
Reference RPM:			200,0
Design point:			1,000
Max prop diam:			2500,0 mm
Review			
Tip speed:			23,59 m/s

Size Save report OK Cancel Help

Ilustración 24

Con un ratio de área expandida de 0,409 y un EFFE de 0,6581 que se puede consultar en el anexo.

5.4. Elección de la hélice más adecuada

En base a los resultados obtenidos, escogemos una **hélice de 4 palas** con un EFFE igual a 0,6667, si bien es cierto que no hay una gran diferencia en el rendimiento de las distintas hélices de 4, 5 y 6 palas.

6. CROQUIS DEL CODASTE

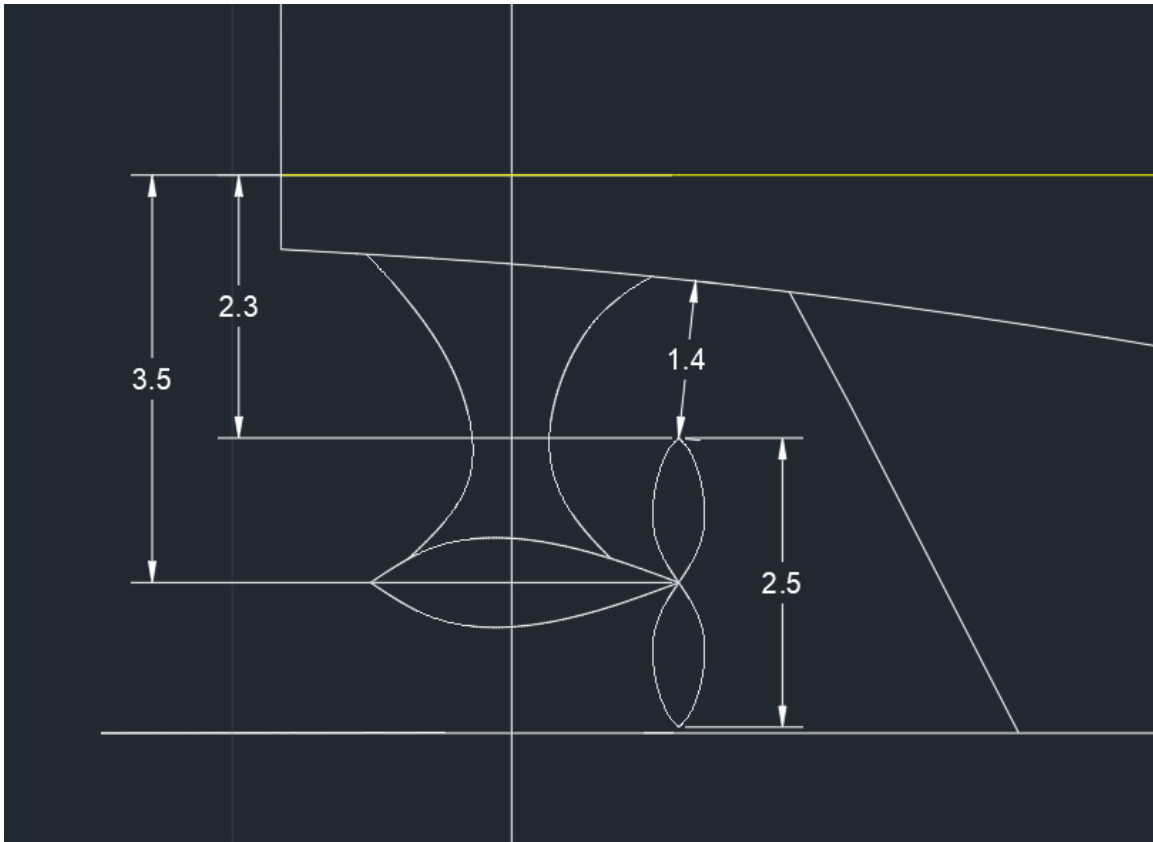


Ilustración 25: croquis del codaste

7. BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes de asignatura “*Proyecto de buques y artefactos marinos II*”, Vicente Díaz Casás, Basilio Puente Varela, Javier Bouza Fernández, Sara Ferreiro González. Ingeniería Naval y Oceánica, Escola Politécnica Superior, Universidade da Coruña.
- Apuntes de asignatura “*Hidrodinámica del buque*”, Pablo Fariñas Alvariño, Ingeniería Naval y Oceánica, Escola Politécnica Superior, Universidade da Coruña.

ANEXO I

RESISTENCIA AL AVANCE

Resistance

9 may 2022 03:39

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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 [15%]
Hull form factor:	[On]	1,258	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	0,26	0,60	4,96	2,40	0,71
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-1,02

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
7,00	0,152	0,329	1,73e8	0,001928	1,255	0,001027	0,000000	0,000680	0,004127
8,00	0,174	0,377	1,97e8	0,001893	1,252	0,000999	0,000000	0,000680	0,004049
9,00	0,196	0,424	2,22e8	0,001862	1,248	0,001004	0,000000	0,000678	0,004006
10,00	0,218	0,471	2,47e8	0,001836	1,242	0,001061	0,000000	0,000676	0,004015
10,50	0,228	0,494	2,59e8	0,001824	1,237	0,001112	0,000000	0,000674	0,004043
11,00	0,239	0,518	2,71e8	0,001812	1,232	0,001179	0,000000	0,000673	0,004085
11,50	0,250	0,541	2,84e8	0,001801	1,227	0,001271	0,000000	0,000671	0,004153
+ 12,00 +	0,261	0,565	2,96e8	0,001791	1,221	0,001400	0,000000	0,000669	0,004255
13,00	0,283	0,612	3,21e8	0,001772	1,206	0,001735	0,000000	0,000666	0,004537
14,00	0,305	0,659	3,45e8	0,001755	1,189	0,002016	0,000000	0,000662	0,004764
RESISTANCE									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
7,00	26,66	2,80	0,89	0,00	0,00	0,00	4,55	34,90	
8,00	34,16	3,62	1,16	0,00	0,00	0,00	5,84	44,78	
9,00	42,78	4,54	1,47	0,00	0,00	0,00	7,32	56,10	
10,00	52,94	5,55	1,82	0,00	0,00	0,00	9,05	69,36	
10,50	58,76	6,10	2,00	0,00	0,00	0,00	10,03	76,89	
11,00	65,17	6,67	2,20	0,00	0,00	0,00	11,11	85,15	
11,50	72,40	7,26	2,40	0,00	0,00	0,00	12,31	94,38	
+ 12,00 +	80,78	7,88	2,62	0,00	0,00	0,00	13,69	104,98	
13,00	101,09	9,19	3,07	0,00	0,00	0,00	17,00	130,36	
14,00	123,09	10,60	3,56	0,00	0,00	0,00	20,59	157,84	
EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
7,00	96,0	125,7	0,01572	0,06317	0,00147				
8,00	140,6	184,3	0,01529	0,06197	0,00188				
9,00	198,1	259,8	0,01536	0,06132	0,00235				
10,00	272,3	356,8	0,01624	0,06146	0,00291				
10,50	317,4	415,3	0,01702	0,06188	0,00323				
11,00	368,8	481,8	0,01805	0,06253	0,00358				
11,50	428,3	558,4	0,01946	0,06356	0,00398				
+ 12,00 +	498,7	648,1	0,02143	0,06513	0,00444				
13,00	676,1	871,8	0,02655	0,06945	0,00556				
14,00	886,5	1136,8	0,03085	0,07292	0,00677				

Resistance

9 may 2022 03:39

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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:	57,000 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 4,957] 11,500 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,396] 4,800 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,575] 1855,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 3,025] 971,058 m²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,492] 28,052 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,413] 23,536 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,966] 53,300 m²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,808] 529,480 m²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	7,900 m²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	2,100 m	Max prop diameter:	2500,0 mm
Bulb nose fwd TR:	59,800 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,120] 6,400 m²	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 1,000] 11,500 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,125] 0,600 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	15,12 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL 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

Report ID:02220506-1539

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0530.U1002

Resistance

9 may 2022 03:39

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.hcnc

Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Component	Count:	1
Percent of hull drag:	0,00 %	Type:	Skeg
Planing influence		Mean length:	18,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,600 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	3,580 m
Shafting		Height mid:	1,580 m
Count:	2	Height fwd:	0,000 m
Max prop diameter:	2500,0 mm	Projected area:	29,700 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	70,200 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,000 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:	0,000 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	Projected area:	0,000 m2
Strut (per shaft line)		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	Bilge keel	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 mm	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 m2	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	1
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	1,700 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	0	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,000 m2
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Drag area:	0,000 m2
Span:	0,000 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,000		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	0,000 m2		
Wetted surface:	0,000 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:	54,400 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	1,800 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	211,550 m2	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Motor yacht		
Transverse area:	105,600 m2		
VCE above WL:	7,800 m		
Profile area:	239,500 m2		

Report ID:020220509-1539

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

Resistance

9 may 2022 03:39

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora
Description
File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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
 CTRLR = Telfer residuary resistance coefficient
 CRTL = Telfer total bare-hull resistance coefficient
 RBARE/W = Bare-hull resistance to weight ratio
 + = Design speed indicator
 * = Exceeds parameter limit

ANEXO II

PROPULSIÓN “BY THRUST”

Propulsion

9 may 2022 03:46

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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:	2500,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		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	0,26	0,60	4,96	2,40
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]
7,00	125,7	0,1169	0,1233	0,9685	103	100,1	0,0	---	---
8,00	184,3	0,1166	0,1233	0,9685	118	146,3	0,0	---	---
9,00	259,8	0,1164	0,1233	0,9685	132	206,0	0,0	---	---
10,00	356,8	0,1162	0,1233	0,9685	147	283,0	0,0	---	---
10,50	415,3	0,1161	0,1233	0,9685	154	329,8	0,0	---	---
11,00	481,8	0,1160	0,1233	0,9685	162	383,1	0,0	---	---
11,50	558,4	0,1160	0,1233	0,9685	170	445,0	0,0	---	---
+ 12,00 +	648,1	0,1159	0,1233	0,9685	178	518,2	0,0	---	---
13,00	871,8	0,1157	0,1233	0,9685	196	703,9	0,0	---	---
14,00	1136,8	0,1156	0,1233	0,9685	214	924,8	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
7,00	0,6734	0,6280	0,42097	19,91	34,90				
8,00	0,6754	0,6297	0,41833	25,54	44,78				
9,00	0,6765	0,6306	0,4168	32,00	56,10				
10,00	0,6764	0,6303	0,41693	39,56	69,36				
10,50	0,6758	0,6298	0,4177	43,85	76,89				
11,00	0,6749	0,6288	0,41895	48,56	85,14				
11,50	0,6734	0,6274	0,42095	53,83	94,38				
+ 12,00 +	0,6711	0,6252	0,42396	59,87	104,97				
13,00	0,6649	0,6193	0,43197	74,35	130,36				
14,00	0,6599	0,6146	0,43803	90,02	157,84				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
7,00	94	9,60	8,68	97,1	100,1	200,1	200,1	327,3	
8,00	106	12,34	11,17	142,0	146,3	292,7	292,7	255,8	
9,00	119	15,48	14,01	199,8	206,0	411,9	411,9	204,5	
10,00	133	19,14	17,31	274,5	283,0	566,0	566,0	165,3	
10,50	140	21,20	19,18	319,9	329,8	659,5	659,5	149,0	
11,00	147	23,45	21,22	371,6	383,1	766,2	766,2	134,4	
11,50	154	25,96	23,48	431,6	445,0	890,0	890,0	120,9	
+ 12,00 +	161	28,80	26,05	502,7	518,2	1036,5	1036,5	108,4	
13,00	178	35,53	32,15	682,8	703,9	1407,8	1407,8	86,4	
14,00	194	42,82	38,74	897,1	924,8	1849,7	1849,7	70,8	

Propulsion

9 may 2022 03:46

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.hcnc

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
7,00	25,99	17,31	3,15	12,24	0,105	9,85	2,0	2,0	2381,8
8,00	19,89	13,38	2,43	13,92	0,121	12,64	2,0	2,0	2388,4
9,00	15,71	10,63	1,93	15,62	0,140	15,84	2,0	2,0	2392,2
10,00	12,72	8,60	1,56	17,37	0,163	19,58	2,4	2,4	2391,9
10,50	11,53	7,78	1,41	18,26	0,175	21,70	2,8	2,8	2390,0
11,00	10,50	7,05	1,28	19,18	0,189	24,03	3,2	3,2	2386,8
11,50	9,61	6,40	1,16	20,13	0,205	26,64	3,7	3,7	2381,8
+ 12,00 +	8,82	5,81	1,06	21,13	0,223	29,63	4,4	4,4	2374,3
13,00	7,52	4,79	0,88	23,26	0,267	36,79	6,3	6,3	2354,0
14,00	6,48	4,03	0,74	25,36	0,314	44,55	8,6	8,6	2338,6
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
7,00	0,8161	0,2044	0,03943	0,30693	0,072541	0,7816	1,1984	4,54e6	
8,00	0,8203	0,2027	0,03919	0,30132	0,071008	0,76732	1,173	5,17e6	
9,00	0,8227	0,2018	0,03905	0,29814	0,070141	0,7592	1,1587	5,80e6	
10,00	0,8225	0,2019	0,03906	0,29841	0,070214	0,75988	1,1599	6,45e6	
10,50	0,8212	0,2023	0,03913	0,30001	0,070651	0,76398	1,1671	6,78e6	
11,00	0,8193	0,2031	0,03925	0,30264	0,071366	0,77066	1,179	7,12e6	
11,50	0,8161	0,2044	0,03943	0,30688	0,072526	0,78146	1,1981	7,47e6	
+ 12,00 +	0,8114	0,2063	0,03970	0,3134	0,07432	0,79808	1,2278	7,83e6	
13,00	0,7986	0,2115	0,04043	0,33153	0,079362	0,84425	1,311	8,61e6	
14,00	0,7889	0,2153	0,04097	0,34602	0,08345	0,88113	1,3786	9,37e6	

Report ID00220500-1548

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0530_U1002

Propulsion

9 may 2022 03:46

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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:	57,000 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 4,957] 11,500 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,396] 4,800 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,575] 1855,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 3,025] 971,058 m ²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,492] 28,052 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,413] 23,536 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,966] 53,300 m ²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,808] 529,480 m ²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	7,900 m ²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	2,100 m	Max prop diameter:	2500,0 mm
Bulb nose fwd TR:	59,800 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,120] 6,400 m ²	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 1,000] 11,500 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,125] 0,600 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	15,12 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL 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:	2	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:	0,4116 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	2500,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 1,1571] 2892,8 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	3500,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By thrust]	
Drive line:	Standard	Max prop diam:	2500,0 mm
Gear input:	Single engine	Design speed:	12,00 kt
Engine data:		Reference thrust:	59,87 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	200,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,105 [Size]		
Shaft efficiency:	0,970		

Report ID20220509-1546

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0530.U1002

Propulsion

9 may 2022 03:46

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora
Description
File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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 III

HÉLICE 4 PALAS

Propulsion

9 may 2022 03:48

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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:	2500,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		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	0,26	0,60	4,96	2,40
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]
7,00	125,7	0,1169	0,1233	0,9799	100	99,7	0,0	---	---
8,00	184,3	0,1166	0,1233	0,9799	114	145,9	0,0	---	---
9,00	259,8	0,1164	0,1233	0,9799	128	205,4	0,0	---	---
10,00	356,8	0,1162	0,1233	0,9799	142	282,2	0,0	---	---
10,50	415,3	0,1161	0,1233	0,9799	150	328,8	0,0	---	---
11,00	481,8	0,1160	0,1233	0,9799	157	381,8	0,0	---	---
11,50	558,4	0,1160	0,1233	0,9799	165	443,2	0,0	---	---
+ 12,00 +	648,1	0,1159	0,1233	0,9799	173	515,7	0,0	---	---
13,00	871,8	0,1157	0,1233	0,9799	191	698,5	0,0	---	---
14,00	1136,8	0,1156	0,1233	0,9799	208	916,0	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
7,00	0,6683	0,6306	0,41779	19,91	34,90				
8,00	0,6697	0,6317	0,41479	25,54	44,78				
9,00	0,6705	0,6323	0,41308	32,00	56,10				
10,00	0,6704	0,6321	0,41323	39,56	69,36				
10,50	0,6700	0,6316	0,4141	43,85	76,89				
11,00	0,6694	0,6310	0,41551	48,56	85,15				
11,50	0,6683	0,6300	0,41775	53,83	94,38				
+ 12,00 +	0,6667	0,6284	0,42118	59,87	104,98				
13,00	0,6622	0,6240	0,43025	74,35	130,36				
14,00	0,6586	0,6205	0,43714	90,02	157,84				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
7,00	105	8,63	9,01	96,7	99,7	199,3	199,3	328,7	
8,00	119	11,10	11,60	141,5	145,9	291,7	291,7	256,6	
9,00	134	13,93	14,55	199,3	205,4	410,8	410,8	205,0	
10,00	149	17,22	17,99	273,8	282,2	564,5	564,5	165,8	
10,50	156	19,07	19,93	318,9	328,8	657,6	657,6	149,4	
11,00	164	21,09	22,04	370,4	381,8	763,6	763,6	134,8	
11,50	172	23,33	24,37	429,9	443,2	886,3	886,3	121,4	
+ 12,00 +	181	25,87	27,02	500,2	515,7	1031,3	1031,3	108,9	
13,00	199	31,85	33,28	677,6	698,5	1397,1	1397,1	87,1	
14,00	217	38,33	40,04	888,5	916,0	1832,0	1832,0	71,5	

Propulsion

9 may 2022 03:48

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.hcnc

Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
7,00	25,99	13,77	2,57	13,72	0,111	11,63	2,0	2,0	2124,6
8,00	19,89	10,64	1,98	15,61	0,127	14,92	2,0	2,0	2130,1
9,00	15,71	8,45	1,57	17,52	0,146	18,69	2,0	2,0	2133,2
10,00	12,72	6,84	1,27	19,48	0,168	23,11	2,4	2,4	2133,0
10,50	11,53	6,19	1,15	20,48	0,181	25,62	2,8	2,8	2131,4
11,00	10,50	5,61	1,04	21,51	0,195	28,37	3,2	3,2	2128,8
11,50	9,61	5,09	0,95	22,57	0,211	31,44	3,8	3,8	2124,7
+ 12,00 +	8,82	4,62	0,86	23,68	0,229	34,98	4,5	4,5	2118,4
13,00	7,52	3,82	0,72	26,05	0,273	43,43	6,5	6,5	2101,8
14,00	6,48	3,22	0,60	28,40	0,320	52,59 !	9,0	9,0	2089,1
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
7,00	0,7280	0,1627	0,02820	0,30693	0,073094	0,7816	1,1935	4,26e6	
8,00	0,7316	0,1613	0,02803	0,3013	0,071604	0,76725	1,1692	4,85e6	
9,00	0,7336	0,1604	0,02794	0,29814	0,070773	0,7592	1,1556	5,45e6	
10,00	0,7334	0,1605	0,02795	0,29841	0,070843	0,75988	1,1568	6,06e6	
10,50	0,7324	0,1609	0,02800	0,30001	0,071266	0,76398	1,1637	6,37e6	
11,00	0,7307	0,1616	0,02807	0,30264	0,071959	0,77067	1,175	6,69e6	
11,50	0,7280	0,1626	0,02820	0,30686	0,073075	0,78141	1,1932	7,01e6	
+ 12,00 +	0,7240	0,1643	0,02839	0,31343	0,074819	0,79813	1,2217	7,36e6	
13,00	0,7131	0,1686	0,02889	0,33153	0,079679	0,84425	1,301	8,08e6	
14,00	0,7047	0,1718	0,02927	0,34603	0,083623	0,88116	1,3654	8,80e6	

Report ID:02020500-1548

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0530 U1002

Propulsion

9 may 2022 03:48

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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:	57,000 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 4,957] 11,500 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,396] 4,800 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,575] 1855,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 3,025] 971,058 m ²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,492] 28,052 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,413] 23,536 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,966] 53,300 m ²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,808] 529,480 m ²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	7,900 m ²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	2,100 m	Max prop diameter:	2500,0 mm
Bulb nose fwd TR:	59,800 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,120] 6,400 m ²	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 1,000] 11,500 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,125] 0,600 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	15,12 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL 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:	2	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:	0,3487 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	2500,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,9775] 2443,9 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	3500,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Standard	Max prop diam:	2500,0 mm
Gear input:	Single engine	Design speed:	12,00 kt
Engine data:		Reference power:	950,0 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	0,970
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	200,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	0,957 [Size]		
Shaft efficiency:	0,970		

Report ID:020220509-1548

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0530.U1002

Propulsion

9 may 2022 03:48

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora
Description
File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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 IV

HÉLICE 5 PALAS

Propulsion

9 may 2022 03:49

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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:	2500,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWLT
Value	0,26	0,60	4,96	2,40
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]
7,00	125,7	0,1169	0,1233	0,9729	100	101,2	0,0	---	---
8,00	184,3	0,1166	0,1233	0,9729	114	148,2	0,0	---	---
9,00	259,8	0,1164	0,1233	0,9729	128	208,6	0,0	---	---
10,00	356,8	0,1162	0,1233	0,9729	142	286,6	0,0	---	---
10,50	415,3	0,1161	0,1233	0,9729	150	333,9	0,0	---	---
11,00	481,8	0,1160	0,1233	0,9729	157	387,8	0,0	---	---
11,50	558,4	0,1160	0,1233	0,9729	165	450,1	0,0	---	---
+ 12,00 +	648,1	0,1159	0,1233	0,9729	173	523,8	0,0	---	---
13,00	871,8	0,1157	0,1233	0,9729	190	709,7	0,0	---	---
14,00	1136,8	0,1156	0,1233	0,9729	207	930,7	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
7,00	0,6628	0,6209	0,41428	19,90	34,90				
8,00	0,6641	0,6220	0,41138	25,54	44,78				
9,00	0,6649	0,6226	0,40968	32,00	56,10				
10,00	0,6649	0,6224	0,40982	39,56	69,36				
10,50	0,6645	0,6219	0,41067	43,85	76,89				
11,00	0,6638	0,6213	0,41207	48,56	85,15				
11,50	0,6628	0,6202	0,41427	53,82	94,37				
+ 12,00 +	0,6611	0,6186	0,41765	59,87	104,98				
13,00	0,6566	0,6143	0,42657	74,35	130,36				
14,00	0,6529	0,6107	0,43334	90,02	157,84				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
7,00	96	9,53	9,10	98,2	101,2	202,4	202,4	323,7	
8,00	109	12,26	11,71	143,7	148,2	296,3	296,3	252,6	
9,00	122	15,38	14,70	202,4	208,6	417,2	417,2	201,9	
10,00	136	19,01	18,17	278,0	286,6	573,3	573,3	163,2	
10,50	143	21,06	20,12	323,9	333,9	667,8	667,8	147,1	
11,00	150	23,29	22,25	376,1	387,8	775,6	775,6	132,7	
11,50	157	25,76	24,62	436,6	450,1	900,2	900,2	119,6	
+ 12,00 +	165	28,56	27,29	508,1	523,8	1047,6	1047,6	107,2	
13,00	182	35,18	33,61	688,4	709,7	1419,3	1419,3	85,7	
14,00	198	42,33	40,45	902,8	930,7	1861,4	1861,4	70,4	

Report I020220509-1549

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0538.U1002

Propulsion

9 may 2022 03:49

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.hcnc

Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
7,00	25,99	16,52	3,02	12,53	0,113	10,66	2,0	2,0	2326,5
8,00	19,89	12,76	2,33	14,26	0,131	13,69	2,0	2,0	2332,5
9,00	15,71	10,13	1,85	16,00	0,153	17,14	2,1	2,1	2336,0
10,00	12,72	8,20	1,50	17,79	0,178	21,19	2,6	2,6	2335,7
10,50	11,53	7,42	1,35	18,70	0,192	23,50	3,0	3,0	2333,9
11,00	10,50	6,73	1,23	19,64	0,208	26,02	3,5	3,5	2331,1
11,50	9,61	6,11	1,12	20,61	0,226	28,84	4,1	4,1	2326,6
+ 12,00 +	8,82	5,54	1,01	21,63	0,246	32,08	4,8	4,8	2319,6
13,00	7,52	4,58	0,84	23,80	0,295	39,84	6,9	6,9	2301,2
14,00	6,48	3,86	0,71	25,94	0,348	48,24	9,4	9,4	2287,2
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
7,00	0,7972	0,1950	0,03734	0,30687	0,073692	0,78144	1,212	3,43e6	
8,00	0,8010	0,1934	0,03712	0,30135	0,072215	0,76737	1,1877	3,90e6	
9,00	0,8033	0,1924	0,03699	0,29814	0,071361	0,7592	1,1736	4,38e6	
10,00	0,8031	0,1925	0,03700	0,29841	0,071432	0,75988	1,1748	4,87e6	
10,50	0,8020	0,1930	0,03707	0,29999	0,071854	0,76393	1,1817	5,12e6	
11,00	0,8001	0,1938	0,03717	0,30264	0,072561	0,77067	1,1934	5,37e6	
11,50	0,7972	0,1950	0,03733	0,30686	0,073687	0,7814	1,2119	5,63e6	
+ 12,00 +	0,7927	0,1970	0,03759	0,31343	0,075452	0,79813	1,2409	5,91e6	
13,00	0,7807	0,2021	0,03825	0,33153	0,080367	0,84425	1,3218	6,49e6	
14,00	0,7715	0,2060	0,03874	0,34603	0,084355	0,88116	1,3873	7,07e6	

Report ID:0220509-1549

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0530 U1002

Propulsion

9 may 2022 03:49

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora
Description
File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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:	57,000 m	LCG fwd TR:	[XCGALP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 4,957] 11,500 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,398] 4,800 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,575] 1855,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 3,025] 971,058 m ²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,492] 28,052 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,413] 23,536 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,968] 53,300 m ²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,808] 529,480 m ²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	7,900 m ²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	2,100 m	Max prop diameter:	2500,0 mm
Bulb nose fwd TR:	59,800 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,120] 6,400 m ²	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 1,000] 11,500 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,125] 0,600 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	15,12 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL 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:	2	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:	0,3802 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	2500,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 1,0887] 2721,9 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	3500,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Standard	Max prop diam:	2500,0 mm
Gear input:	Single engine	Design speed:	12,00 kt
Engine data:		Reference power:	950,0 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	0,970
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	200,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,047 [Size]		
Shaft efficiency:	0,970		

Report ID:020220500-1549

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0530.U1002

Propulsion

9 may 2022 03:49

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora
Description
File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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

HÉLICE 6 PALAS

Propulsion

9 may 2022 03:50

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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:	2500,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m ³
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m ² /s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,26	0,60	4,96	2,40
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]
7,00	125,7	0,1169	0,1233	0,9683	101	102,2	0,0	---	---
8,00	184,3	0,1166	0,1233	0,9683	114	149,6	0,0	---	---
9,00	259,8	0,1164	0,1233	0,9683	128	210,6	0,0	---	---
10,00	356,8	0,1162	0,1233	0,9683	143	289,4	0,0	---	---
10,50	415,3	0,1161	0,1233	0,9683	150	337,1	0,0	---	---
11,00	481,8	0,1160	0,1233	0,9683	158	391,5	0,0	---	---
11,50	558,4	0,1160	0,1233	0,9683	165	454,4	0,0	---	---
+ 12,00 +	648,1	0,1159	0,1233	0,9683	174	528,7	0,0	---	---
13,00	871,8	0,1157	0,1233	0,9683	191	716,1	0,0	---	---
14,00	1136,8	0,1156	0,1233	0,9683	208	939,0	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
7,00	0,6597	0,6150	0,41237	19,90	34,90				
8,00	0,6610	0,6161	0,40944	25,54	44,78				
9,00	0,6618	0,6167	0,40771	32,00	56,10				
10,00	0,6617	0,6165	0,40786	39,56	69,36				
10,50	0,6613	0,6160	0,40872	43,85	76,89				
11,00	0,6607	0,6154	0,41013	48,56	85,15				
11,50	0,6597	0,6144	0,41235	53,83	94,38				
+ 12,00 +	0,6581	0,6129	0,41573	59,87	104,97				
13,00	0,6537	0,6087	0,42471	74,35	130,36				
14,00	0,6501	0,6053	0,43153	90,02	157,84				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
7,00	91	10,11	9,11	99,1	102,2	204,3	204,3	320,6	
8,00	103	13,01	11,72	145,1	149,6	299,2	299,2	250,3	
9,00	116	16,32	14,70	204,3	210,6	421,2	421,2	200,0	
10,00	129	20,18	18,18	280,7	289,4	578,8	578,8	161,7	
10,50	135	22,35	20,13	327,0	337,1	674,2	674,2	145,7	
11,00	142	24,72	22,27	379,7	391,5	782,9	782,9	131,5	
11,50	149	27,34	24,63	440,8	454,4	908,8	908,8	118,4	
+ 12,00 +	156	30,31	27,31	512,8	528,7	1057,3	1057,3	106,2	
13,00	172	37,33	33,63	694,6	716,1	1432,2	1432,2	84,9	
14,00	187	44,92	40,47	910,9	939,0	1878,1	1878,1	69,8	

Propulsion

9 may 2022 03:50

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.hcnc

Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
7,00	25,99	18,43	3,32	11,86	0,117	9,91	2,0	2,0	2457,5
8,00	19,89	14,24	2,56	13,50	0,138	12,71	2,0	2,0	2463,6
9,00	15,71	11,31	2,03	15,15	0,161	15,93	2,1	2,1	2467,3
10,00	12,72	9,15	1,65	16,84	0,189	19,69	2,6	2,6	2466,9
10,50	11,53	8,27	1,49	17,71	0,205	21,83	3,0	3,0	2465,1
11,00	10,50	7,50	1,35	18,59	0,222	24,17	3,5	3,5	2462,2
11,50	9,61	6,81	1,23	19,51	0,242	26,80	4,0	4,0	2457,5
+ 12,00 +	8,82	6,19	1,12	20,48	0,264	29,80	4,8	4,8	2450,4
13,00	7,52	5,11	0,93	22,52	0,318	37,01	6,7	6,7	2431,5
14,00	6,48	4,31	0,78	24,54	0,377	44,81	9,1	9,1	2417,0
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
7,00	0,8421	0,2176	0,04421	0,30691	0,074047	0,78154	1,2236	2,93e6	
8,00	0,8461	0,2157	0,04395	0,30135	0,072558	0,76737	1,199	3,33e6	
9,00	0,8485	0,2146	0,04379	0,29812	0,071699	0,75916	1,1848	3,74e6	
10,00	0,8483	0,2147	0,04381	0,29841	0,071775	0,75988	1,186	4,16e6	
10,50	0,8471	0,2153	0,04388	0,30001	0,072201	0,76396	1,1931	4,37e6	
11,00	0,8451	0,2162	0,04401	0,30264	0,072904	0,77067	1,2047	4,59e6	
11,50	0,8421	0,2176	0,04421	0,30688	0,074038	0,78146	1,2234	4,81e6	
+ 12,00 +	0,8374	0,2198	0,04451	0,31341	0,075795	0,7981	1,2525	5,05e6	
13,00	0,8249	0,2256	0,04531	0,33152	0,080714	0,84421	1,3338	5,54e6	
14,00	0,8153	0,2300	0,04591	0,34602	0,084707	0,88113	1,3997	6,03e6	

Report ID:02020500-1550

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0530.U1002

Propulsion

9 may 2022 03:50

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora

Description

File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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:	57,000 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 4,957] 11,500 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,398] 4,800 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,575] 1855,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 3,025] 971,058 m ²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,492] 28,052 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,413] 23,536 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,988] 53,300 m ²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,808] 529,480 m ²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	7,900 m ²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	2,100 m	Max prop diameter:	2500,0 mm
Bulb nose fwd TR:	59,800 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,120] 6,400 m ²	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 1,000] 11,500 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,125] 0,600 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	15,12 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL 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:	2	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:	0,4092 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	2500,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 1,1815] 2903,6 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	3500,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Standard	Max prop diam:	2500,0 mm
Gear input:	Single engine	Design speed:	12,00 kt
Engine data:		Reference power:	950,0 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	0,970
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	200,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,110 [Size]		
Shaft efficiency:	0,970		

Report ID:020220506-1550

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0530.U10102

Propulsion

9 may 2022 03:50

HydroComp NavCad 2018

Project ID Oceanográfico Mar Aurora
Description
File name Oceano Mar Aurora Nuevo.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