



TRABAJO FIN DE GRADO



BUQUE PARA LA INSTALACIÓN DE PARQUES EÓLICOS OFFSHORE

Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

AUTOR:	Alejandro Caridad Bouza
TUTOR:	D. Luís Carral Couce
ESCUELA:	Escuela Politécnica Superior Ferrol
UNIVERSIDAD:	Universidad de A Coruña
Nº DE CUADERNO:	6
FECHA:	Febrero 2015



Escuela Politécnica Superior

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

NÚMERO: 13-P9.

TIPO DE BUQUE: BUQUE PARA LA INSTALACIÓN DE PARQUES EÓLICOS OFFSHORE.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:
GERMANISHER LLOYD, SOLAS, MARPOL.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 12 AEROGENERADORES DE 3,6 MW.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 13 NUDOS AL 80% DE MCR CON UN 15% DE MARGEN DE MAR Y AUTONOMÍA DE 35 DÍAS.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: GRÚA PRINCIPAL DE 1.200 T DE CAPACIDAD DE IZADO CON UN RADIO DE 40 M.

PROPULSIÓN: DIÉSEL ELÉCTRICA.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 110 TRIPULANTES.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: LAS HABITUALES EN ESTE TIPO DE BUQUES.

Índice

1. Introducción	1
2. Estimación de potencia	2
2.1. Proceso de estimación de potencia mediante programa NavCad	2
3. Método y resultados del cálculo del propulsor	4
3.1. Calculo del propulsor mediante el programa NavCad.....	4
4. Especificación de los propulsores.....	12
5. Bibliografía	13
Anexo 1 Resistencia y Propulsión	14

1. Introducción

En este cuaderno se procederá al cálculo de los propulsores para esto se deberá determinar en primer lugar la potencia necesaria a desarrollar por nuestro buque.

Para realizar los cálculos, se utilizará el programa NavCad, que permite realizar análisis de resistencia y de propulsión.

En cuanto a lo relacionado con el dimensionamiento del timón y del servomotor no será necesario realizar ningún cálculo pues al elegir propulsores tipo Pod para la propulsión serán estos los que se ocupen de dirigir el buque. Este tipo de propulsión se ha elegido en base a las necesidades de posicionamiento dinámico, rendimiento y de disponer del máximo espacio de carga disponible.

La realización de este cuaderno presenta importantes dificultades pues el buque que se está diseñando posee tres condiciones diferenciadas de requerimientos de potencia según se encuentre en navegación, elevación u operación.

El cálculo de la potencia propulsora a instalar en buque supone otra dificultad sobreañadida, pues el programa NavCad no tiene en consideración el uso de Pods. Este problema se solventará realizando un estudio a partir de las opciones permitidas por el NavCad y extrapolando los resultados para conseguir un dimensionamiento lo más adecuado posible.

2. Estimación de potencia

Lo primero que hay que hacer para dimensionar y escoger el propulsor y planta propulsora es conocer la potencia que será necesaria.

En el caso en cuestión el buque tendrá tres vertientes en lo relacionado con la potencia requerida: Una en navegación, otra en elevación y la tercera en elevación.

Como es de conocimiento, existirá un propulsor y un motor óptimo para cada buque y cada velocidad de servicio. Este es el motivo por el que se suelen dimensionar los propulsores para la condición de operación más frecuente, esto es, su velocidad de servicio. Pese a todo lo que se intentará es que tanto el motor como el propulsor sean lo más eficientes posibles en todas las condiciones, por lo que se buscará una solución de compromiso entre todas las condiciones para conseguir la selección óptima.

Teniendo todo esto en consideración, se calculará la potencia para la condición de navegación a la velocidad de servicio pues es la que se mantendrá la mayor parte del tiempo. Por tanto con el programa NavCad se estudiara la potencia requerida para diferentes velocidades operacionales prestando especial atención a la velocidad de servicio.

2.1. Proceso de estimación de potencia mediante programa NavCad

En este apartado se detallarán los pasos realizados para obtener la potencia requerida mediante el programa NavCad:

- 1- Lo primero que ha de hacerse es establecer el sistema de unidades que se empleará para realizar los cálculos. En este caso se escoge el SI (Sistema Internacional).
- 2- A continuación se introducen los datos de estudio de buque, es decir, velocidades de operación, entre las que se encuentra la velocidad de servicio requerida en la RPA, y la densidad del agua.
- 3- Se introducen los datos del casco requeridos por el programa.
- 4- Se indican los datos sobre apéndices pues estos aumentarán la resistencia al avance del buque. En este caso el aumento de resistencia vendrá dado por las aperturas de las patas, los túneles de los Thruster de proa y por los propios propulsores. Como no se disponen de datos para un mejor cálculo se aplica que los apéndices ocupan un 5% de la superficie del casco.
- 5- Se introducen los datos climatológicos del trabajo del buque, que en este caso será estado de calma.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

- 6- Se indican los márgenes de trabajo del buque. Se tomará un margen de adaptabilidad de un 15%.
- 7- Una vez introducidos todos los datos necesarios para la realización del análisis, solo faltan especificar las condiciones para dicho análisis.

Vessel drag		ITTC -78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Predition	Appendage:	[Calc] Percentage
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Off]
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/cannel:	[Off]
Expansion:		Custom	Margin:	[Calc] Hull drag only [15%]
Friction line:		ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	[Off]		Water type:	Salt
Speed corr:			Density:	1026,00 kg/m3
Spray drag corr:	[Off]		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Corr allowance:		0,000395		
Roughness [mm]:		[Off]		

Tabla1: Parámetros resistencia, NavCad.

Lo más importante de este paso es seleccionar el método de predicción más adecuado, para esto se han seguido las recomendaciones dadas por el propio programa el cual indicaba que el método óptimo era el Holtrop.

Los resultados se han incluido en el Anexo 1 “Resistencia y Propulsión”, pero a continuación se muestran los datos obtenidos en función de la velocidad:

RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED	RBARE	RAPP	RWIND	RSEAS	RCHAN	RMARGIN	RTOTAL	PEBARE	PETOTAL
[Kt]	[KN]	[KN]	[KN]	[KN]	[KN]	[KN]	[KN]	[KW]	[KW]
1,00	5,89	0,29	0,00	0,00	0,00	0,88	7,07	3,0	3,6
3,00	93,94	4,70	0,00	0,00	0,00	14,09	112,72	145,0	174,0
5,00	247,30	12,36	0,00	0,00	0,00	37,9	296,76	636,1	763,3
7,00	465,65	23,28	0,00	0,00	0,00	69,85	558,78	1.676,9	2.012,2
9,00	743,91	37,20	0,00	0,00	0,00	111,59	892,69	3.444,3	4.133,2
11,00	1.078,11	53,94	0,00	0,00	0,00	161,81	1.294,47	6.104,4	7.325,2
+13,00+	1.473,11	73,66	0,00	0,00	0,00	220,97	1.767,73	9.851,8	11.822,2
15,00	1.944,35	97,22	0,00	0,00	0,00	291,65	2.333,22	15.003,9	18.004,7
17,00	2.529,76	126,49	0,00	0,00	0,00	379,46	3.035,71	22.124,2	26.549,0
19,00	3.308,94	165,45	0,00	0,00	0,00	496,34	3.970,73	32.343,1	38.811,7

Tabla 2: Resultados test de resistencia, NavCad.

Como se aprecia en la tabla anterior se ha de desarrollar una potencia efectiva de 11.822,20 kW para poder alcanzar una velocidad de 13 nudos.

Todos los datos relacionados con los cálculos se encuentran en el Apartado 1 “Resistencia” del Anexo 1 “Resistencia y Propulsión”.

3. Método y resultados del cálculo del propulsor

Una vez realizado el análisis de resistencia y hallada la potencia efectiva que ha de realizar cada propulsor es el momento de realizar el análisis del mismo.

El cálculo del propulsor se realizará mediante el programa NavCad para un propulsor tipo Pod, una vez realizados los cálculos preliminares se estudiarán diferentes empresas con la finalidad de maximizar la eficiencia de este sistema y minimizar los costes asociados.

3.1. Cálculo del propulsor mediante el programa NavCad

- 1- En primer lugar se predefine el propulsor en función de la potencia obtenida en el análisis de resistencia. Para ello se seleccionan los siguientes datos:
 - **Cavitation Criteria:** 5%.
 - **Analysis type:** Free run.
 - **Prediction: Holtrop.** Por ser el método que más se ajusta a las características del buque y recomendado, por el profesor Vicente Díaz Casas en la asignatura de “Proyectos de propulsión”.
- 2- Se define el propulsor. Para ello se fijan los siguientes parámetros:
 - **Número de propulsores:** 4. Se eligió este número de propulsores por:
 - a- Diseño más habitual en buques similares.
 - b- Elevada capacidad de posicionamiento dinámico.
 - c- Al poseer varios propulsores se aumenta la posibilidad de que estos
 - d- funciones próximos a su régimen óptimo.
 - e- Desde el punto de vista eléctrico es preferible disponer de varios consumidores pequeños que de uno de gran potencia
 - **Propeller series:** B series.
 - **Número de palas:** Se establecerán de forma que los parámetros de los propulsores tales como la cavitación se mantengan dentro de los límites aceptables.
 - **Tipo de paso:** FPP (Paso fijo).
 - **Gear efficiency:** 1.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

- **Shaft efficiency:** 0,90. Este valor al igual que el anterior se ha definido en base a la ayuda aportada por el profesor Vicente Díaz Casas en la asignatura de “Proyectos de Propulsión”.
- 3- Como no se cuenta con un propulsor de referencia, se procede a su dimensionamiento. En este caso los únicos datos que han sido introducidos manualmente son los de la condición de diseño. Los parámetros de análisis y de dimensionamiento serán calculados por el programa.

Datos de diseño:

- **Reference power:** 11.822,20 kW. Se ha decidido tomar como base para la caracterización del propulsor la potencia efectiva que este ha de realizar para poder avanzar a la velocidad de servicio.
 - **Velocidad de diseño:** 13 Nudos, por ser la especificada en la RPA.
 - **R.P.M. de referencia:** Se toman 125 r.p.m. por ser un régimen de revoluciones que poseen todos los Pods estudiados.
 - **Diámetro máximo del propulsor:** 4.000 mm. Este valor se ha obtenido mediante la medición en AutoCad del diámetro de las hélices de los buques de la base de datos.
 - **Punto de diseño:** 80%.
- 4- Una vez definidas las características iniciales del propulsor se realiza el test de propulsión del cual se obtienen unos valores estimados de la potencia al freno de cada propulsor.

SPEED [Kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE	
	PETOTAL [KW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBTOTAL [KW]
1,00	3,6	0,2503	0,237	1,0064	11	2,0
3,00	174,0	0,2454	0,237	1,0064	31	42,0
5,00	763,3	0,2431	0,237	1,0064	50	175,5
7,00	2012,2	0,2419	0,237	1,0064	69	451,8
9,00	4133,2	0,2410	0,237	1,0064	87	917,7
11,00	7325,2	0,2404	0,237	1,0064	106	1625,5
+13,00+	11822,2	0,2398	0,237	1,0064	125	2671,6
15,00	18004,7	0,2394	0,237	1,0064	146	4287,9
17,00	26549,0	0,2390,	0,237	1,0064	170	6977,6
19,00	38811,7	0,2387	0,237	1,0064	204	12282,2

Tabla 3: Resultados test de propulsión, NavCad.

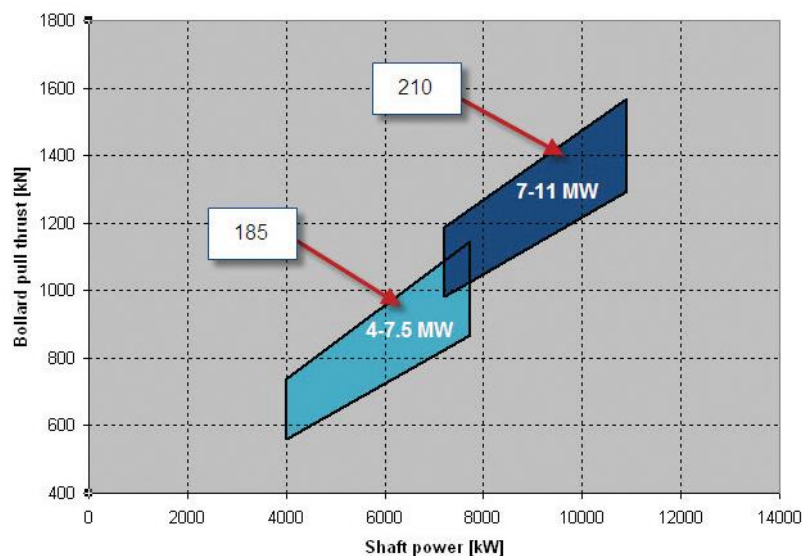
Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

- 5- Una vez calculados estos primeros valores es hora de buscar en el mercado el propulsor que mejor se ajuste a los requisitos calculado. Para esto se estudiarán las posibilidades que ofrecen ABB, Siemens y Rolls – Royce pues son las tres mayores compañías en lo referido a la fabricación de propulsores de tipo Pod.

En primer lugar se estudiarán las posibilidades que ofrece Siemens. La búsqueda llevada a cabo concluyó que el único propulsor que ofrece esta compañía es el contra-rotativo que aunque presenta grandes cualidades, como un elevado rendimiento, se descarta pues tomando como referencia la base de datos se observa que ninguno de los buques que conforman dicha base no disponen de este tipo de propulsor.

Rolls-Royce en su serie Mermaid posee una amplia gama de propulsores en función de la potencia en el eje, pero debido que la menor potencia disponible es de 4.000 kW no es factible la opción de instalar 4 propulsores de esta potencia pues además de que la potencia instalada sería muy superior a la necesaria el régimen de funcionamiento de estos propulsores también sería malo.



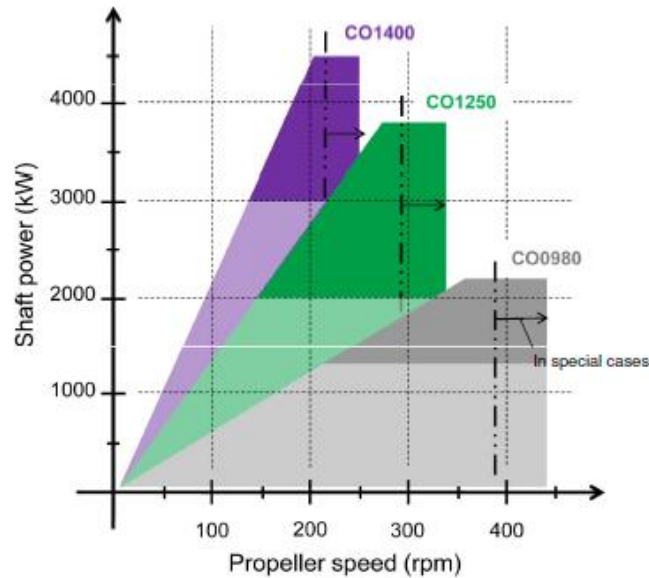
Gráfica 1: Empuje vs potencia en eje de propulsores Mermaid.

ABB también dispone de una alta gama de propulsores pero en este caso la potencia mínima en eje abarca desde cero hasta valores muy superiores a los necesarios en este trabajo (Gráfica 5: Parámetros de funcionamiento del motor) con lo que es posible la instalación de 4 propulsores.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Azipod® CO - Sizes



ABB

Gráfica 2: Parámetros de funcionamiento del motor.

Una vez estudiadas las diferentes posibilidades se tomará como solución final el Azipod CO 1400 de ABB, pues puede desarrollar perfectamente la potencia en el eje necesaria a las revoluciones óptimas (ver Tabla 6 “: Resultados potencia, test de propulsión NavCad).

SPEED [Kt]	POWER DDELIVERY						
	RPMPROP [RPM]	QPROP [KN*m]	PDPROP [KW]	PSPROP [KW]	PSTOTAL [KW]	PBTOTAL [KW]	TRANSP
1,00	11	1,31	1,5	1,6	6,6	7,9	---
3,00	31	9,82	31,4	34,8	139,4	167,9	---
5,00	50	25,28	131,1	145,7	582,7	7022,0	---
7,00	69	47,24	337,5	375,0	1.500,1	1.807,4	577,3
9,00	87	75,47	685,5	761,7	3.406,7	3.670,7	365,5
11,00	106	110,19	1.214,2	1.349,1	5.396,5	6.501,8	252,2
+13,00+	125	153,38	1.995,7	2.217,4	8.869,7	10.686,4	181,3
15,00	146	210,98	3.203,3	3.558,9	14.235,7	17.151,4	130,4
17,00	170	294,42	5.212,2	5.791,4	23.165,5	27.910,2	90,8
19,00	204	432,07	9.174,8	10.194,2	40.777,0	49.128,9	57,6

Tabla 4: Resultados potencia, test de propulsión NavCad.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Para conseguir los datos del motor eléctrico que se encuentra en el interior de la vaina se solicita información a ABB pues las demás posibilidades fueron descartadas. Así pues los datos para el test de propulsión son los siguientes:

- Modelo: Azipod CO 1400 (Proporcionado por la empresa).
- Motor: 3.000 kW (Proporcionado por la empresa).
- Revoluciones motor: 125 r.p.m. (Proporcionado por la empresa).
- Número de palas: 4 (Nº de palas que proporciona el mayor rendimiento (Resultado obtenido mediante NavCad)).
- Diámetro: 4.000 mm (Obtenido mediante medición en AutoCad).

Shipyards:	
Owner:	
Type of ship:	
Main dimensions of the ship:	Lpp= T= B= GT/DWT =
Block coefficient or displacement:	
Estimate of the resistance (naked hull):	
Speed of the ship:	
Classification society:	
Special notations (Ice class, DP, etc.):	
Number of Propulsion Modules per ship:	
Estimated Propulsion Module power:	
Estimated propeller diameter and rpm:	
Bollard pull requirement:	
Main generator sets: (type, rpm, number and power of units)	
Main switchboard voltage and frequency:	
Auxiliary switchboard voltage:	
Bow thruster power:	
Ship's electrical auxiliary and hotel load:	
Number of ships to be built:	
Delivery time for the equipment:	
Delivery time of the ship:	
Attachments: (GA drawing, etc...)	

Figura 1: Documentos ABB.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

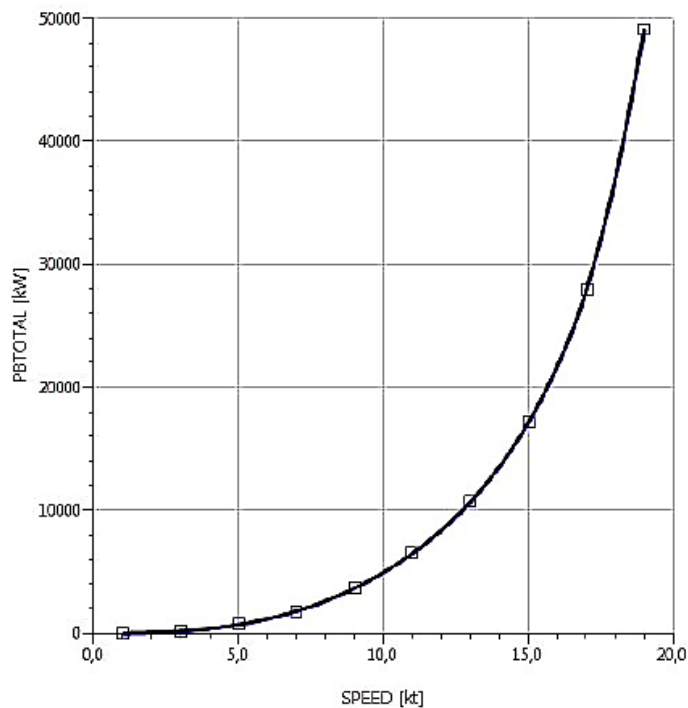
Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Realizando el test con estos datos las dimensiones características obtenidas para el propulsor son:

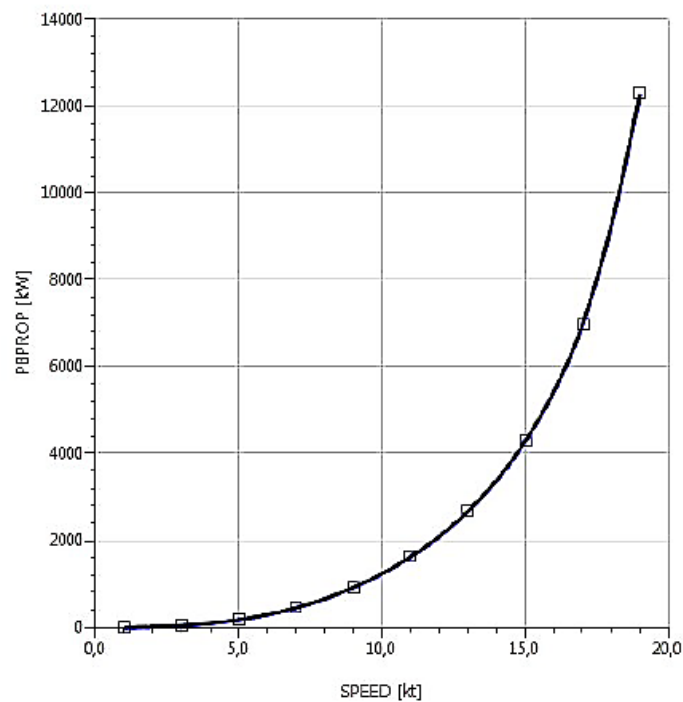
Propulsor			Engine/gear	
Count:	4		Engine data:	Motor
Propulsor type:	Propeller series		Rated RPM:	125 RPM
Propeller type:	FPP		Rated power:	3000,0 KW
Propeller series:	B Series		Gear efficiency:	1,00
Propeller sizing:	By power		Gear ratio:	0,830 [Size]
KTKQ file:			Shaft efficiency:	0,90
Blade count:	4		Design condition	
Expanded area ratio:	0,5500	[Size]	Max prop diam:	4000,0 mm
Propeller diameter:	4000,0 mm	[Size]	Design speed:	13 kt
Propeller mean pitch:	[P/D 0,9750]	3900,0 mm [Size]	Reference power:	3000,0 KW
Hub immersion:	4315,0 mm		Design point:	80,000
			Reference RPM:	125,0
			Design point:	1,000

Tabla 5: Condiciones diseño propulsor, NavCad.

A continuación a modo de ilustración de muestran las gráficas PBTOTAL vs SPEED y PBPROP vs SPEED:

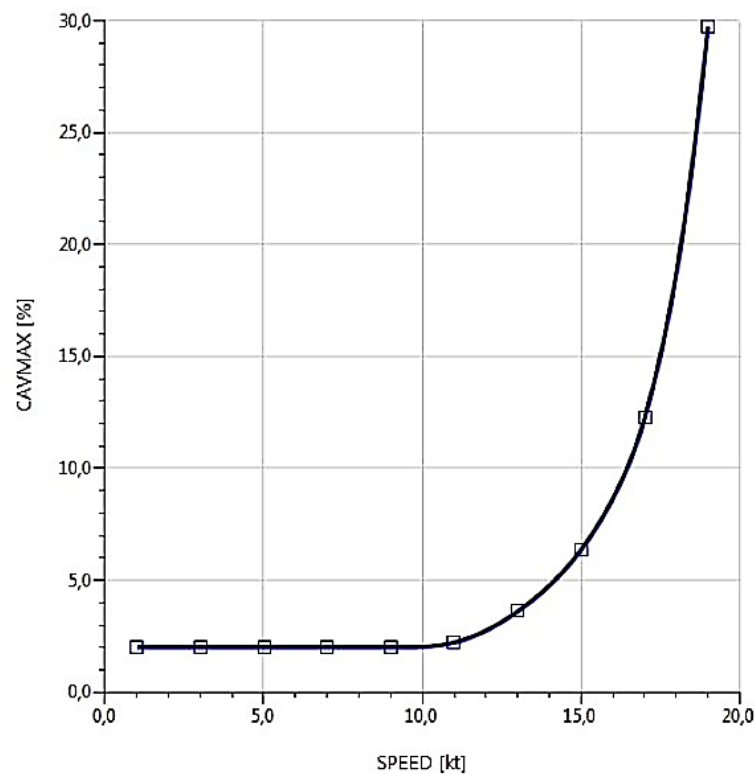


Gráfica 3: PBTOTAL vs SPEED.



Gráfica 4: PROP vs SPEDD.

Para terminar con este paso se tiene que comprobar que todos los datos se ajustan a los requerimientos de funcionamiento exigidos. Para ello se estudian el porcentaje de cavitación pues es un factor muy relevante para la determinación del correcto funcionamiento de propulsor.



Gráfica 5: CAVMAX [%] vs SPEDD.

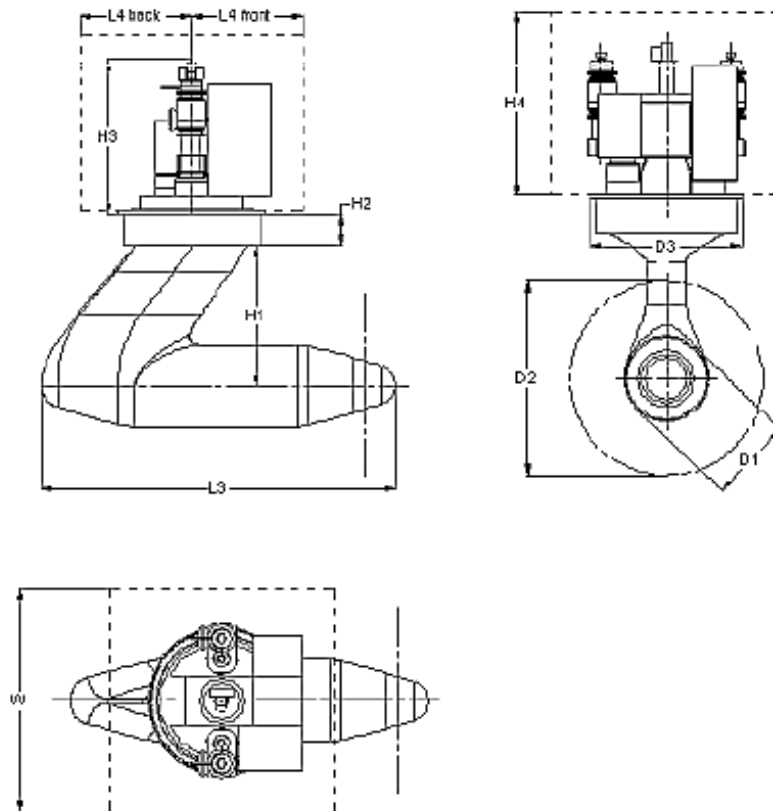
Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Como se aprecia en la gráfica anterior el porcentaje de cavitación se mantiene por debajo del límite establecido hasta una velocidad de 14 nudos, superior a la de servicio, por lo que los datos son validos (otros datos que confirman la validez de los datos obtenidos pueden verse en el apartado 2 del Anexo 1 “Resistencia y Propulsión”).

4. Especificación de los propulsores

Una vez estudiadas las dos vías propuestas se llegó a la conclusión de que la adecuada es la primera, es decir, la que utiliza el programa NavCad para la selección de un Pod de la casa ABB. Dado que la diferencia entre la potencia calculada por el “Método del las regresiones” y la obtenida usando el NavCad es de un 10% se darán por válidos los resultados obtenidos en este cuaderno. A continuación se indican todos los datos relacionados con los propulsores.



D1 [mm]	1470	L4 front [mm]	2250
D2 [mm]	2700-4000	W [mm]	4000
D3 [mm]	2780	M1 [ton]	60
L3 [mm]	6200	M2 [ton]	11
H1 [mm]	3090	M3 [ton]	49
H2 [mm]	650	V [knots]	11
H3 [mm]	1980	v [knots]	21
H4 [mm]	2300	R [mm]	3350
L4 back [mm]	1700		

Figura 2: Dimensiones Azipod CO 1400.

5. Bibliografía

1. Azipod Product Platform Selection Guide. Power and productivity for a better world ABB. [En línea]. [Acceso el 25-05-2014]. Disponible en:
http://www05.abb.com/...nsf/.../azipod_c_presentation.pdf
2. Azipod C Propulsion and Thruster Units for 1300-4500 kW. Power and productivity for a better world ABB. [En línea] [Acceso el 26-05-2014] Disponible en:
<http://www.abb.es/industries/db0003db002805/c12571f4002ab83dc1256fdf003b2929.aspx>
3. Azipod CZ 1400 Product Introduction. Power and productivity for a better world ABB. [En línea] 4-11-2012. [Acceso el 24-05-2014]. Disponible en:
<http://www.rcgroups.com/forums/attachment.php?attachmentid=5279640>
4. MermaidTM Push, Azimuthing electrical podded propulsor. Rolls-Royce. [En línea]. [Acceso 24-05-2014]. Disponible en:
http://www.rolls-royce.com/Images/17.PropSyst_2p_04.09.12_tcm92-37529.pdf
5. Siemens Propulsion, Marine & Shipbuilding. Siemens. [En línea]. [Acceso 24-05-2014]. Disponible en:
http://www.industry.siemens.com/verticals/global/en/marine/special_vessels/propulsion/pages/default.aspx

Anexo 1

Resistencia y Propulsión

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Apartado 1: Resistencia:

Resistance

1 jun 2014 07:27

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name Resistencia.hcnc

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)		Added drag	
Technique:	[Calc] Prediction			Appendage:	[Calc] Percentage
Prediction:	Holtrop			Wind:	[Off]
Reference ship:				Seas:	[Off]
Model LWL:				Shallow/channel:	[Off]
Expansion:	Custom			Margin:	[Calc] Hull drag only [15%]
Friction line:	ITTC-57			Water properties	
Hull form factor:	[Off]			Water type:	Salt
Speed corr:				Density:	1026,00 kg/m3
Spray drag corr:	[Off]			Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Corr allowance:	0,000395				
Roughness [mm]:	[Off]				

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,18	0,88	3,31*	6,77*	1,17*
Range	0,06--0,24	0,55--0,85	3,90--14,90	2,10--4,00	0,01--1,01

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
1,00	0,014	0,030	5,82e7	0,002257	1,000	0,004157	0,000000	0,000395	0,006809
3,00	0,042	0,089	1,75e8	0,001925	1,000	0,009748	0,000000	0,000395	0,012067
5,00	0,071	0,148	2,91e8	0,001795	1,000	0,009247	0,000000	0,000395	0,011437
7,00	0,099	0,208	4,07e8	0,001717	1,000	0,008876	0,000000	0,000395	0,010987
9,00	0,127	0,267	5,24e8	0,001661	1,000	0,008562	0,000000	0,000395	0,010618
11,00	0,156	0,326	6,40e8	0,001619	1,000	0,008293	0,000000	0,000395	0,010307
+ 13,00 +	0,184	0,386	7,56e8	0,001585	1,000	0,008098	0,000000	0,000395	0,010078
15,00	0,212	0,445	8,73e8	0,001557	1,000	0,008039	0,000000	0,000395	0,009991
17,00	0,241	0,504	9,89e8	0,001533	1,000	0,008193	0,000000	0,000395	0,010121
19,00	0,269	0,564	1,11e9	0,001512	1,000	0,008691	0,000000	0,000395	0,010598
RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
1,00	5,89	0,29	0,00	0,00	0,00	0,88	7,07	3,0	3,6
3,00	93,94	4,70	0,00	0,00	0,00	14,09	112,72	145,0	174,0
5,00	247,30	12,36	0,00	0,00	0,00	37,09	296,76	636,1	763,3
7,00	465,65	23,28	0,00	0,00	0,00	69,85	558,78	1676,9	2012,2
9,00	743,91	37,20	0,00	0,00	0,00	111,59	892,69	3444,3	4133,2
11,00	1078,72	53,94	0,00	0,00	0,00	161,81	1294,47	6104,4	7325,2
+ 13,00 +	1473,11	73,66	0,00	0,00	0,00	220,97	1767,73	9851,8	11822,2
15,00	1944,35	97,22	0,00	0,00	0,00	291,65	2333,22	15003,9	18004,7
17,00	2529,76	126,49	0,00	0,00	0,00	379,46	3035,71	22124,2	26549,0
19,00	3308,94	165,45	0,00	0,00	0,00	496,34	3970,73	32343,1	38811,7
OTHER									
SPEED [kt]	CTLR	CTLT							
1,00	0,06184	0,10129							
3,00	0,14501	0,17952							
5,00	0,13756	0,17014							
7,00	0,13204	0,16345							
9,00	0,12738	0,15797							
11,00	0,12338	0,15334							
+ 13,00 +	0,12047	0,14993							
15,00	0,11960	0,14863							
17,00	0,12188	0,15056							
19,00	0,12929	0,15766							

Report ID20140601-1927

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Figura 1.1.1: Analysis parameters, Prediction method check and Prediction results.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Resistance

1 jun 2014 07:27
HydroComp NavCad 2012

Project ID
Description
File name Resistencia.hcnc

Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Percentage	Count:	0
Percent of hull drag:	5,00 %	Type:	Skeg
Planing influence		Mean length:	0,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,000 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	0,000 m
Shafting		Height mid:	0,000 m
Count:	4	Height fwd:	0,000 m
Max prop diam:	0,0 mm	Projected area:	0,0 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,0 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,0 m2	Root chord:	0,000 m
Strut bossing length:	0,000 m	Tip chord:	0,000 m
Bossing diameter:	0,000 m	Span:	0,000 m
Wetted surface:	0,0 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	Projected area:	0,0 m2
Strut (per shaft line)		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	Bilge keel	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 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:	0,0 m2	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	0	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,0 m2
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Drag area:	0,0 m2
Span:	0,000 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,000	Environment data	
LE sweep:	0,00 deg	Wind	
Projected area:	0,0 m2	Wind speed:	0,00 kt
Wetted surface:	0,0 m2	Angle off bow:	0,00 deg
Environment data		Gradient correction:	Off
Wind		Exposed hull	
Wind speed:	0,00 kt	Transverse area:	0,0 m2
Angle off bow:	0,00 deg	VCE above WL:	0,000 m
Gradient correction:	Off	Profile area:	0,0 m2
Exposed hull		Superstructure	
Transverse area:	0,0 m2	Superstructure shape:	Cargo ship
VCE above WL:	0,000 m	Transverse area:	0,0 m2
Profile area:	0,0 m2	VCE above WL:	0,000 m
Superstructure		Profile area:	0,0 m2
Superstructure shape:	Cargo ship	Seas	
Transverse area:	0,0 m2	Significant wave ht:	0,000 m
VCE above WL:	0,000 m	Modal wave period:	0,0 sec
Profile area:	0,0 m2	Shallow/channel	
Seas		Water depth:	0,000 m
Significant wave ht:	0,000 m	Type:	Shallow water
Modal wave period:	0,0 sec	Channel width:	0,000 m
Shallow/channel		Channel side slope:	0,00 deg
Water depth:	0,000 m	Hull girth:	0,000 m
Type:	Shallow water		
Channel width:	0,000 m		
Channel side slope:	0,00 deg		
Hull girth:	0,000 m		

Environment data

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

Report ID20140601-1927

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Figura 1.1.2: Appendage data and Environment data.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Resistance		Project ID	
1 jun 2014 07:27		Description	
HydroComp NavCad 2012		File name	Resistencia.hcnc
Hull data			
General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	143,400 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 3,309] 40,650 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 6,775] 6,000 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,878] 29546,74 t	Chine beam:	0,000 m
Wetted surface:	[CWS 6,781] 6459,6 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Deadrise:	0,00 deg
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,500] 71,700 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,000] 0,000 m	Chine beam:	0,000 m
Max section area:	[CX 0,999] 228,9 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,943] 5156,7 m2	Deadrise:	0,00 deg
Bulb section area:	0,0 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Propeller diameter:	0,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Transom area:	[ATR/AX 0,894] 217,9 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 1,000] 40,650 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,893] 5,360 m		
Half entrance angle:	61,65 deg		
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0		
Stem shape factor:	[WL flow] 1,0		

Figura 1.1.3: Hull data.

Resistance		Project ID	
1 jun 2014 07:27		Description	
HydroComp NavCad 2012		File name	Resistencia.hcnc
Symbols and values			
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			
RMARGIN = Resistance margin			
RTOTAL = Total vessel resistance			
CTLR = Teller residuary resistance coefficient			
CTLT = Teller total bare-hull resistance coefficient			
PEBARE = Bare-hull effective power			
PETOTAL = Total effective power			
+ = Design speed indicator			
* = Exceeds parameter limit			

Figura 1.1.4: Symbols and values.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Apartado 2: Propulsión:

Propulsion

1 jun 2014 07:27
HydroComp NavCad 2012

Project ID
Description
File name Resistencia.hcnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	5% cav line
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	4000,0 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]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,18	0,88	3,31*	6,77*
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE			
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]
1,00	3,6	0,2503	0,2370	1,0064	11	2,0	---	0,1
3,00	174,0	0,2451	0,2370	1,0064	31	42,0	---	1,4
5,00	763,3	0,2431	0,2370	1,0064	50	175,5	---	5,8
7,00	2012,2	0,2419	0,2370	1,0064	69	451,8	---	15,1
9,00	4133,2	0,2410	0,2370	1,0064	87	917,7	---	30,6
11,00	7325,2	0,2404	0,2370	1,0064	106	1625,5	---	54,2
+ 13,00 +	11822,2	0,2398	0,2370	1,0064	125	2671,6	---	89,0
15,00	18004,7	0,2394	0,2370	1,0064	146	4287,9	---	142,9
17,00	26549,0	0,2390	0,2370	1,0064	170	6977,6	---	232,5
19,00	38811,7	0,2387	0,2370	1,0064	204	12282,2	---	409,4
SPEED [kt]	POWER DELIVERY							
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kW]	PDPROP [kN-m]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
1,00	11	1,31	1,5	1,6	6,6	7,9	---	
3,00	31	9,82	31,4	34,8	139,4	167,9	---	
5,00	50	25,28	131,1	145,7	582,7	702,0	---	
7,00	69	47,24	337,5	375,0	1500,1	1807,4	577,3	
9,00	87	75,47	685,5	761,7	3046,7	3670,7	365,5	
11,00	106	110,19	1214,2	1349,1	5396,5	6501,8	252,2	
+ 13,00 +	125	153,38	1995,7	2217,4	8869,7	10686,4	181,3	
15,00	146	210,98	3203,0	3558,9	14235,7	17151,4	130,4	
17,00	170	294,42	5212,2	5791,4	23165,5	27910,2	90,8	
19,00	204	432,07	9174,8	10194,2	40777,0	49128,9	57,6	
SPEED [kt]	EFFICIENCY		THRUST					
	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
1,00	0,5401	0,4978	2,09	6,38				
3,00	0,5710	0,5227	15,47	47,21				
5,00	0,5836	0,5328	39,55	120,70				
7,00	0,5913	0,5390	73,57	224,53				
9,00	0,5967	0,5433	117,15	357,52				
11,00	0,6004	0,5462	170,66	520,83				
+ 13,00 +	0,6011	0,5464	237,46	724,69				
15,00	0,5964	0,5419	327,56	999,67				
17,00	0,5841	0,5304	460,38	1405,01				
19,00	0,5441	0,4939	675,15	2060,48				

Figura 1.2.1: Propulsion. Analysis parameters and Prediction method check

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Propulsion

1 jun 2014 07:27
HydroComp NavCad 2012

Project ID
Description
File name Resistencia.hcnc

Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS							
	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP
1,00	0,5309	0,2412	0,03774	0,85586	0,25221	2,1794	4,0098	1,75e6
3,00	0,5696	0,2252	0,03576	0,69429	0,19353	1,768	3,0768	4,95e6
5,00	0,5860	0,2183	0,03489	0,63559	0,17335	1,6185	2,7559	8,06e6
7,00	0,5964	0,2139	0,03434	0,60131	0,16185	1,5312	2,5732	1,11e7
9,00	0,6039	0,2107	0,03394	0,57791	0,15414	1,4716	2,4506	1,41e7
11,00	0,6089	0,2086	0,03367	0,56261	0,14915	1,4327	2,3712	1,72e7
+ 13,00 +	0,6099	0,2082	0,03362	0,5597	0,1482	1,4252	2,3562	2,03e7
15,00	0,6034	0,2109	0,03396	0,57924	0,15457	1,475	2,4575	2,36e7
17,00	0,5867	0,2180	0,03485	0,63321	0,17254	1,6124	2,7431	2,75e7
19,00	0,5470	0,2222	0,03555	0,74277	0,21726	1,8914	3,4542	3,29e7

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
1,00	1714,24	0,00	0,00	2,28	0,090	0,30	2,0	2,0	2955,1
3,00	187,88	0,00	0,00	6,43	0,169	2,24	2,0	2,0	3034,3
5,00	67,28	0,00	0,00	10,44	0,232	5,72	2,0	2,0	3068,7
7,00	34,22	0,00	0,00	14,38	0,291	10,64	2,0	2,0	3090,6
9,00	20,65	0,00	0,00	18,28	0,350	16,95	2,0	2,0	3106,4
11,00	13,80	0,00	0,00	22,18	0,414	24,69	2,2	2,2	3117,1
+ 13,00 +	9,87	0,00	0,00	26,19	0,492	34,36	3,6	3,6	3119,2
15,00	7,40	0,00	0,00	30,56	0,599	47,39	6,4 !!	6,4	3105,5
17,00	5,76	0,00	0,00	35,63	0,767	66,61 !!	12,2 !!	12,2	3070,2
19,00	4,61	0,00	0,00	42,74	1,060	97,69 !!	29,7 !!	29,7	2954,1

Report ID20140601-1927

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Figura 1.2.2: Prediction results.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Propulsion

1 Jun 2014 07:27
HydroComp NavCad 2012

Project ID
Description
File name Resistencia.hcnc

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	143,400 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 3,309] 40,650 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 6,775] 6,000 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,878] 29546,74 t	Chine beam:	0,000 m
Wetted surface:	[CWS 6,781] 6459,6 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Deadrise:	0,00 deg
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,500] 71,700 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,000] 0,000 m	Chine beam:	0,000 m
Max section area:	[CX 0,999] 228,9 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,943] 5447,6 m2	Deadrise:	0,00 deg
Bulb section area:	0,0 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Propeller diameter:	0,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Transom area:	[ATR/AX 0,894] 217,9 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 1,000] 40,650 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,893] 5,360 m		
Half entrance angle:	61,65 deg		
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0		
Stem shape factor:	[WL flow] 1,0		

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	4	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
KTKQ file:		Scale correction:	None
Blade count:	4	KT multiplier:	1,00
Expanded area ratio:	0,5500 [Size]	KQ multiplier:	1,00
Propeller diameter:	4000,0 mm [Size]	Blade T/C [D.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,9750] 3900,0 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	4315,0 mm	Cav breakdown:	On
Engine/gear		Nozzle L/D:	0,50
Engine data:	Motor	Design condition	
Rated RPM:	125 RPM	Max prop diam:	4000,0 mm
Rated power:	3000,0 kW	Design speed:	13,00 kt
Gear efficiency:	0,83	Reference power:	3000,0 kW
Gear ratio:	1,000 [Size]	Design point:	80,000
Shaft efficiency:	0,90	Reference RPM:	125,0
		Design point:	1,000

Report ID:00140801-1927

HydroComp NavCad 2012 12.00.0019.51002.539

Figura 1.2.3: Hull data and Propulsor data.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Propulsion

1 jun 2014 07:27
HydroComp NavCad 2012

Project ID
Description
File name Resistencia.hcnc

Symbols and values

SPEED = Vessel speed
FN = Froude number [LWL]
FV = Froude number [VOL]
PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency
RPMENG = Engine RPM
PBPROP = Brake power per propulsor
QPROP = Propulsor open water torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor
FUEL = Fuel rate per engine
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM
RPMPROP = Propulsor RPM
EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust
NETTOW = Total vessel net tow pull
CPPITCH = Operational pitch of CPP
J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio
KQJ3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R
KTN = Nozzle thrust coefficient
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

Report ID20140601-1927

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.51002.539

Figura 1.2.4: Propulsion. Symbols and values.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Propulsion

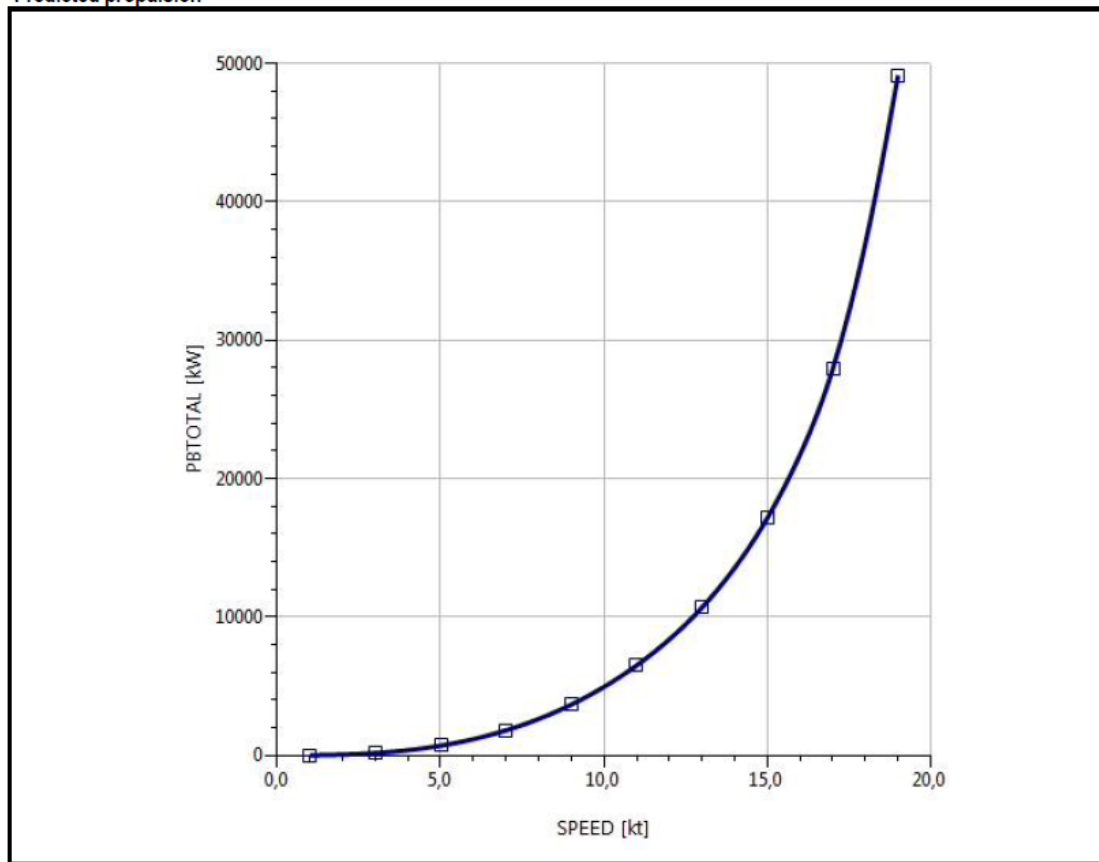
1 jun 2014 07:31
HydroComp NavCad 2012

Project ID
Description
File name Resistencia.hcnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	5% cav line
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	4000,0 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]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Predicted propulsion



Report ID:20140601-1931

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Gráfica 1.2.1: PBTOTAL vs SPEED.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Propulsion

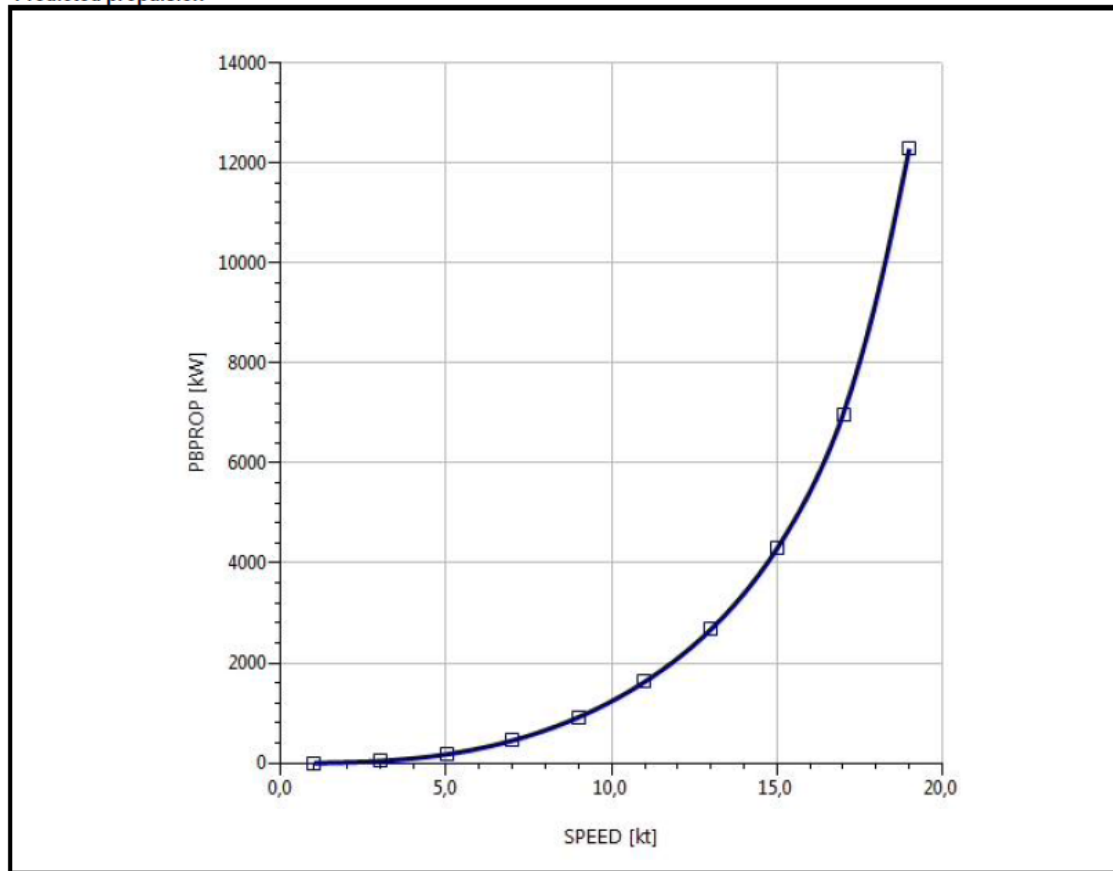
1 jun 2014 07:29
HydroComp NavCad 2012

Project ID
Description
File name Resistencia.hcnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	5% cav line
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	4000,0 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]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Predicted propulsion



Report ID20140601-1929

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.51002.539

Gráfica 1.2.2: PBPROP vs SPEED.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Propulsion

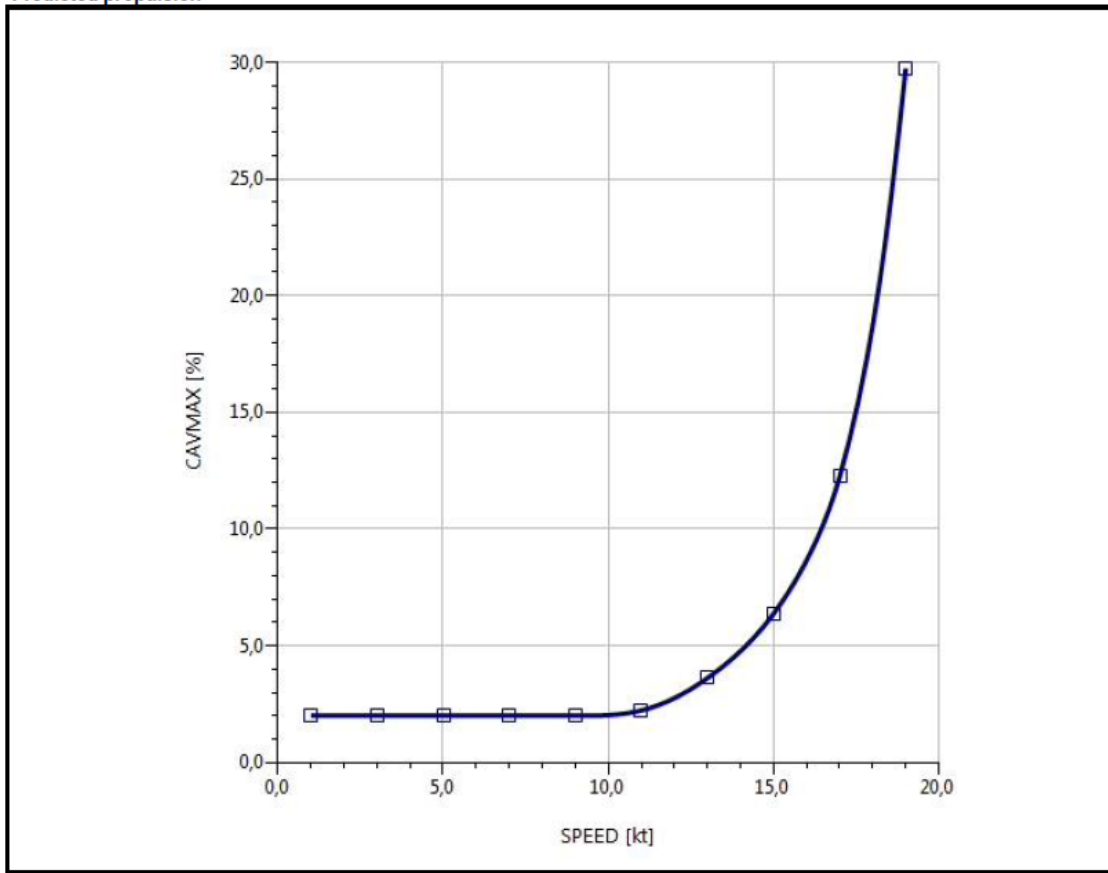
1 jun 2014 07:30
HydroComp NavCad 2012

Project ID
Description
File name Resistencia.hcnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	5% cav line
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	4000,0 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]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Predicted propulsion



Report ID20140601-1930

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019 51002.539

Gráfica 1.2.3: CAVMAX [%] vs SPEED.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Propulsion

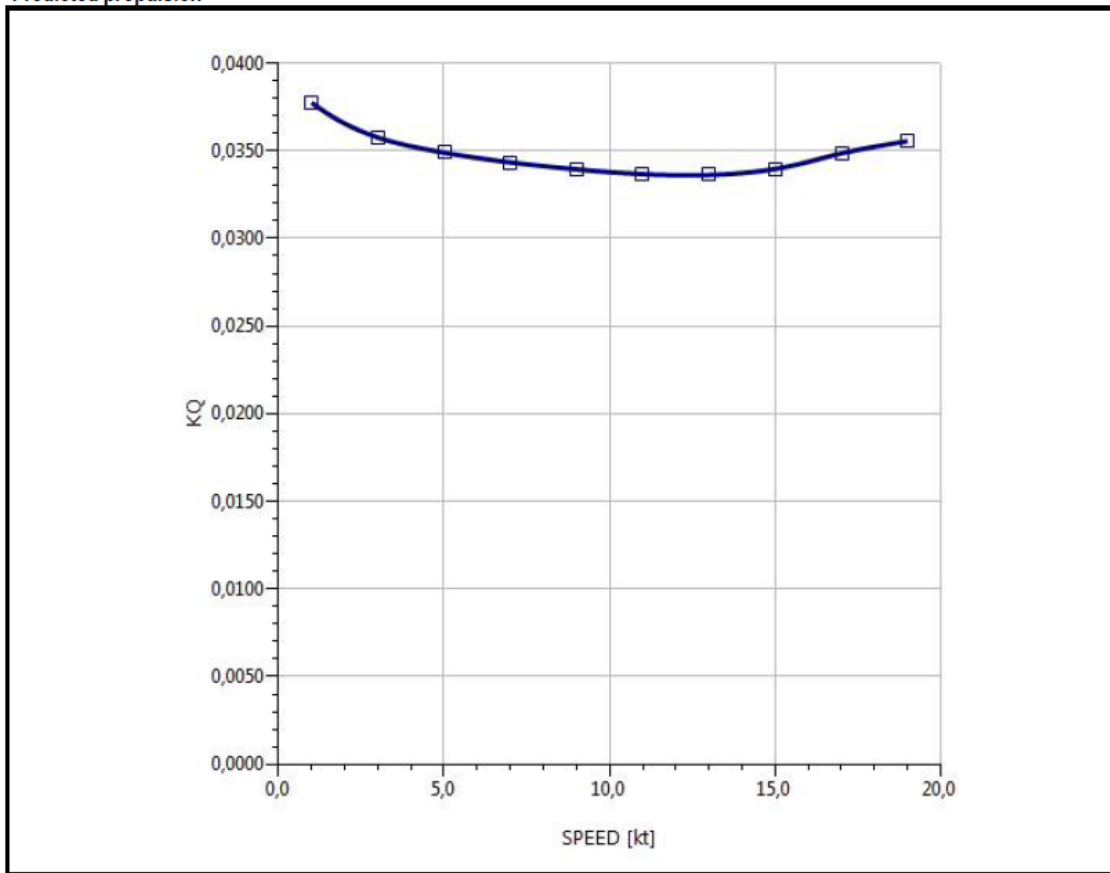
1 jun 2014 07:31
HydroComp NavCad 2012

Project ID
Description
File name Resistencia.hcnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	5% cav line
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	4000,0 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]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Predicted propulsion



Report ID20140601-1931

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Gráfica 1.2.4: KQ vs SPEED.

Proyecto 13-P9: Buque para la instalación de parques eólicos offshore

Cuaderno 6: Predicción de potencia y diseño de propulsores y timones

Propulsion

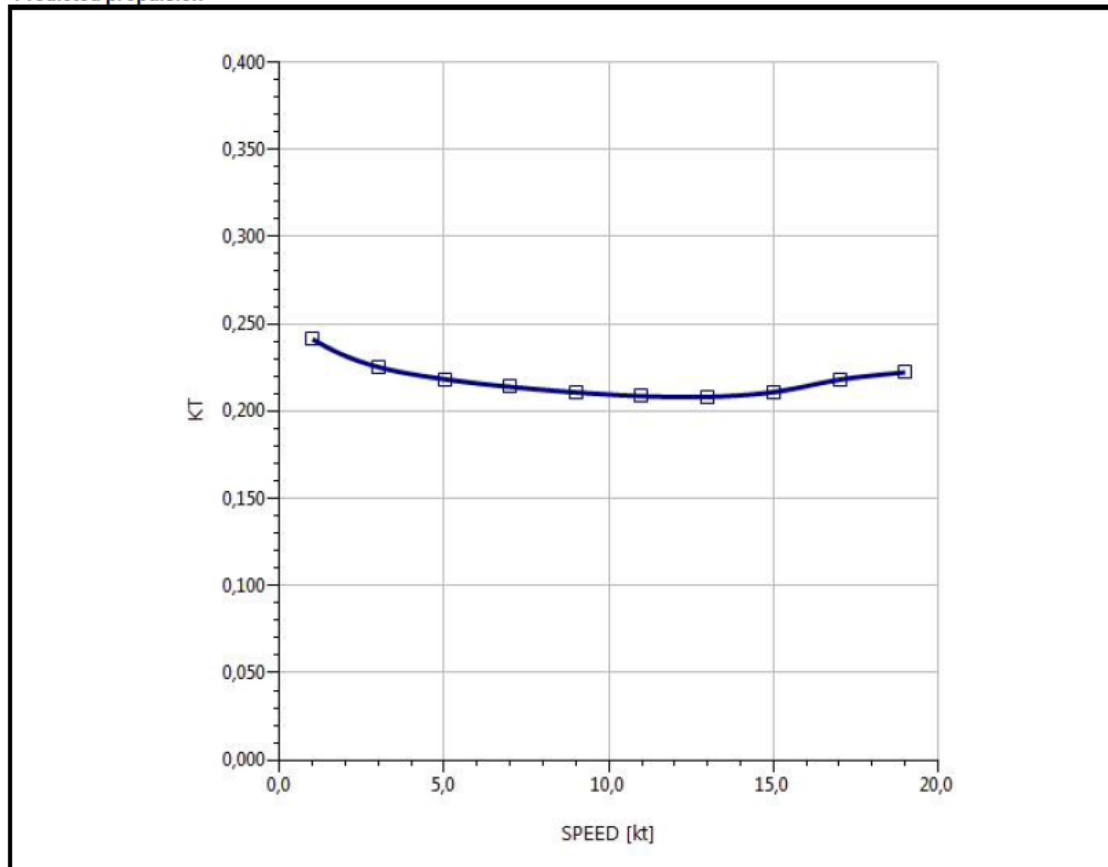
1 jun 2014 07:30
HydroComp NavCad 2012

Project ID
Description
File name Resistencia.hcnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	5% cav line
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	4000,0 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]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Predicted propulsion



Report ID20140601-1930

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

Gráfica 1.2.5: Kt vs SPEED.