



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2019/20

OFFSHORE JACK-UP INSTALLATION VESSEL

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Antonio Melo Bello

TUTOR

Marcos Míguez González

FECHA

Septiembre 2020

1 RESUMEN

1.1 Castellano

A lo largo del presente trabajo se muestra el proceso de diseño, construcción y evaluación económica de un buque dedicado a la explotación del medio marino, en este caso es el de transporte e instalación de aerogeneradores en parques eólicos offshore.

El buque dispondrá de unas “patas” que estarán movidas hidráulicamente (con un doble anillo) para elevar el buque del agua y así poder operar con la grúa en la maniobra de instalación de los aerogeneradores.

1.2 Gallego

Ao longo do presente traballo móstrase o proceso de deseño, construción e avaliación económica dun buque dedicado á explotación do medio mariño, neste caso é o de transporte e intalación de aeroxeradores en parques eólicos mariños offshore.

O buque disporá dunhas “patas” que estarán movidas hidráulicamente (cun dobre anelo) para elevar o buque do auga e así poder operar coa grúa na manobra de instalación de aeroxeradores.

1.3 Inglés

Along the following work, it is shown the desing process, construction and the economic evaluation about a seabed exploitation ship, in this case, the transport and the installation of wind turbines in offshore wind farms.

The ship will dispose “legs” that will be moved by hidraulic bombs (With a double ring) to elevate the ship from the water and the vessel will be able to operate with the crane in the installation maneuver.

2 RPA

PROYECTO NÚMERO 1920-28

TIPO DE BUQUE:

OFFSHORE JACK-UP INSTALLATION VESSEL

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:

DNV GL 1 A 1 SELF-ELEVATING WIND TURBINE INSTALLATION, SOLAS, MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:

AEROGENERADORES

8000 TPM

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:

10KN- VELOCIDAD DE TRÁNSITO (85% MCR, 10% MM)

12KN-MÁXIMA

30 DÍAS en operación

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:

GRÚA PARA IZAMIENTO DE LA CARGA

JACK UP SYSTEM- DOBLE ANILLO PARA CONTINUAR OPERACIÓN

PROPULSIÓN:

PRINCIPAL: 4 AZIMUTH THRUSTERS

PROPULSIÓN DIÉSEL ELÉCTRICA

BOW TUNNEL THRUSTERS: 3

TRIPULACIÓN Y PASAJE:

90 OPERARIOS

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:

HELIPUERTO, AUXILIAR DE IZAMIENTO



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2019/20**

OFFSHORE JACK-UP INSTALLATION VESSEL

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 1

DIMENSIONAMIENTO Y CIFRA DE MÉRITO

Índice

1 Resumen	2
1.1 Castellano.....	2
1.2 Gallego	2
1.3 Inglés.....	2
2 RPA	3
3 Preámbulo	8
3.1 Importancia de la Eólica Offshore	8
3.2 Rutas	9
3.3 Consideraciones “Resolución MSC.266(84)”	11
4 Buques de referencia	12
5 obtención del buque base. Dimensionamiento Básico	15
5.1 Determinación de la Eslora (L).....	15
5.2 Determinación de la Eslora entre Perpendiculares (Lpp)	16
5.3 Determinación de la Manga (B).....	17
5.4 Determinación del Puntal (D)	18
5.4.1 L/D vs L	18
5.4.2 B/D vs B	19
5.4.3 Conclusión.....	19
5.5 Cálculo del Calado (T)	20
5.5.1 L/T vs L.....	20
5.5.2 B/T vs B.....	21
5.5.3 D/T vs D	22
5.5.4 Conclusión.....	22
5.6 Cálculo de BHP	23
5.6.1 BHP vs Carga útil	23
5.6.2 BHP vs Lpp.....	24
5.6.3 Conclusión.....	24
5.7 Cálculo del Desplazamiento (Δ).....	25
5.7.1 Desplazamiento (Δ) vs L.....	25
5.7.2 Cálculo con Cb	25
5.7.3 Conclusión.....	26
5.8 Cálculo de coeficientes	26
5.8.1 Número de Froude.....	26
5.8.2 Coeficiente de bloque (Cb)	26

5.8.3 Coeficiente de la sección Maestra (C_M).....	28
5.8.4 Coeficiente Prismático (C_p)	29
5.8.5 Coeficiente de Flotación (C_f).....	29
5.9 Cálculo Potencia de los Grupos Generadores	30
5.10 Resultados Buque Base.....	31
5.11 Disposición general y Sección Maestra.....	31
6 CIFRA DE MÉRITO	33
6.1 Generación de alternativas	33
7 Estudio preliminar de pesos	38
7.1 Peso Muerto	38
7.1.1 Consumos	38
7.1.2 Tripulación	39
7.1.3 Pertrechos	39
7.1.4 Carga útil	40
7.2 Peso en Rosca	40
8 Cálculo del Francobordo	42
8.1 REGLA 2: “APLICACIÓN”	42
8.2 REGLA 3: “DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS USADOS EN LOS ANEXOS”	42
8.2.1 REGLA 3.1: “ESLORA”	42
8.2.2 REGLA 3.3: “CENTRO DEL BUQUE”	42
8.2.3 REGLA 3.4: “MANGA”	42
8.2.4 REGLA 3.6: “PUNTAL DE FRANCOBORDO”	42
8.2.5 REGLA 3.7: “COEFICIENTE DE BLOQUE”	43
8.2.6 REGLA 3.9: “CUBIERTA DE FRANCOBORDO”	43
8.2.7 REGLA 3.10: “SUPERESTRUCTURA”	43
8.3 REGLA 27: “TIPO DE BUQUE”	44
8.4 Regla 27. Tipos de Buques.....	44
8.5 Regla 28. Tablas de Francobordo.....	45
8.6 Regla 30. Corrección por Coeficiente de Bloque.....	45
8.7 Regla 31. Corrección por Puntal	46
8.8 Regla 33. Altura normal de las superestructuras.....	46
8.9 Regla 34/35. Longitud Efectiva de las Superestructuras	46
8.10 Regla 37. Reducción por superestructura y troncos.....	47
8.11 Regla 38. Arrufo.....	48
8.12 Regla 39.1 Altura mínima de proa y flotabilidad de reserva	48
8.13 Regla 40. Francobordos mínimos	49
8.14 Cálculos.....	51

9 Estimación de potencia propulsora	55
9.1 Cálculo de la Resistencia.....	55
9.2 Cálculo de la Potencia	60
9.3 Glosario de Abreviaturas.....	63
10 ANEXOS.....	65
10.1 Disposición	65
10.1.1 Perfil	66
10.1.2 Planta	67
10.1.3 Planta Compartimentado	68
10.1.4 Sección en Cámara de Máquinas	69
10.2 Base de datos.....	70

3 PREÁMBULO

A lo largo de este proyecto se va a hacer el diseño de un buque destinado al transporte e instalación de aerogeneradores.

Este tipo de buques permite la instalación segura de los componentes de los aerogeneradores en parques eólicos de alta mar. El buque proyecto está equipado con patas que permite la elevación del buque sobre el nivel del mar, para así facilitar la instalación de los aerogeneradores y pueda funcionar de manera estable, sin verse afectado por las olas.

Los parques eólicos a los cuales está destinado el suministro de los aerogeneradores son los parques eólicos marinos de Reino Unido. El número de aerogeneradores que se pueden transportar e instalar, dependerá de la potencia de los aerogeneradores, puesto que, dependiendo de la potencia, los aerogeneradores tendrán diferentes dimensiones y pesos. Las características de la carga se especificarán más en profundidad en cuadernos posteriores. Las potencias de los aerogeneradores para el cual el buque proyecto se diseña, es para aerogeneradores de 5MW de 1000t cada uno. Los aerogeneradores están definidos en cuadernos posteriores y se detallarán las partes de los aerogeneradores con sus peso, dimensiones y centros de gravedad y sus disposiciones.

3.1 Importancia de la Eólica Offshore

Para poder solucionar los problemas medioambientales, satisfacer la necesidad de vivir en un entorno más sano y alojar una población creciente, debemos reducir considerablemente la dependencia de los combustibles fósiles. El desafío reside en la necesidad de mantener la eficiencia en cuanto a costes durante la producción de energía.

Existe una fuente que cuenta con las propiedades necesarias para ofrecer una solución viable a los desafíos energéticos: la energía eólica offshore. En los últimos años, la energía eólica offshore ha pasado de ser una fuente secundaria a ser un recurso de carácter global a través de una capacidad creciente de las turbinas aisladas de 30 kW a 10 MW en solo 30 años y una capacidad general a nivel de proyecto de 5 MW a más de 600 MW. En pocas palabras, se ha convertido en el pilar principal de la industria de las energías renovables.

La energía eólica offshore es una energía prácticamente libre de CO₂ que da respuesta a los problemas medioambientales del cambio climático y que es inagotable. Además, no tiene costes asociados a los combustibles y no hace falta importarla.

La sociedad en su conjunto se beneficia de la industria de la energía eólica offshore por encima del producto final, y es que además contribuye en la creación de empleo, lo que fomenta la economía en términos generales. Según la asociación Wind Europe , en 2017 en Europa se destinaron inversiones por un valor de 7500 millones de euros para la energía eólica offshore. Disminuye la necesidad de importar combustibles fósiles y representa una gran oportunidad para realizar exportaciones.

Pero para darnos cuenta del potencial de la energía eólica offshore y convertirlo en un activo viable, debemos superar los retos que nos depara el futuro. Entre ellos se encuentra el tamaño creciente de los parques eólicos, que se deberán instalar más lejos de la costa y en aguas más profundas para que tengan acceso constante a vientos más fuertes. Esto interpone obstáculos a la hora de efectuar las instalaciones, trabajar y realizar las tareas de mantenimiento.

Las duras condiciones de estos emplazamientos marinos demandan productos resistentes y fiables capaces de resistir factores de presión medioambiental, como viento, olas y sal en cantidades importantes. Desarrollar productos de este tipo sin que se incrementen los costes requiere la incorporación de soluciones técnicas innovadoras. Por tanto, el principal desafío al que se enfrenta la industria de energía eólica es la reducción de los costes de producción, tanto ahora como en el futuro.

3.2 Rutas

En este apartado se van a definir los diferentes destinos (parques eólicos) a los cuales el buque es capaz de aportar suministro de aerogeneradores.

El puerto de origen que se ha decidido tomar como referencia será el puerto de Ferrol mientras que los parques eólicos a los que va destinada la carga es a los siguientes posibles destinos:

- WALNEY EXTENSION. REINO UNIDO
- LONDON ARRAY. REINO UNIDO
- GWYNT Y MÔR. REINO UNIDO
- RACE BANK. REINO UNIDO
- GREATER GABBARD. REINO UNIDO
- DUDGEON. REINO UNIDO

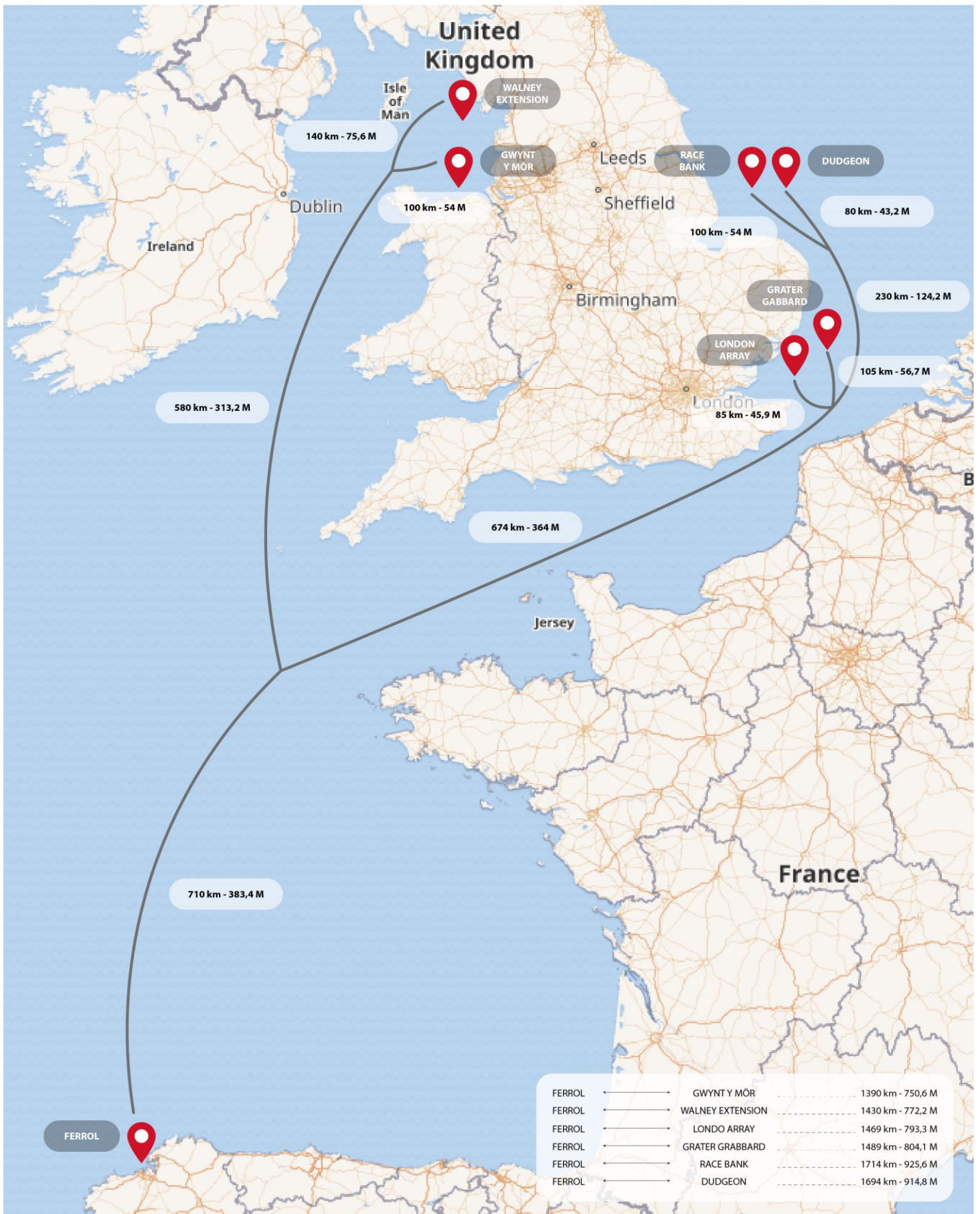
Cuánta más distancia del puerto de origen al parque eólico, menos tiempo para la instalación de los aerogeneradores se tendrá de margen, puesto que estará más tiempo en navegación que en la operación de instalación. Como el puerto de origen estimado está a una distancia considerable, se estimará que el buque podrá reabastecerse en alta mar sin necesidad de volver a puerto mediante buques que sean capaces de transportar los aerogeneradores.

A continuación, se explica el proceso de operación del buque:

- Salida puerto (Ferrol, A coruña, España)
- Navegación hasta el “Wind Farm” (Una de las mencionadas previamente)
- Instalación de Aerogeneradores
 - Funcionamiento del DP mientras bajan las patas
 - Las patas tocan el fondo y perforan por el propio peso el fondo marino
 - Elevación de la plataforma
 - Instalación del aerogenerador
 - Bajada de la plataforma
 - Subida de las patas y funcionamiento DP
 - Desplazamiento hasta el lugar de instalación de otro aerogenerador

- Reabastecimiento de Aerogeneradores
 - Funcionamiento del DP mientras bajan las patas
 - Las patas tocan el fondo y perforan por el propio peso el fondo marino
 - Elevación de la plataforma
 - Desplazamiento y disposición del aerogenerador en cubierta
 - Bajada de la plataforma
 - Subida de las patas y funcionamiento DP
- Navegación a puerto (Ferrol, A Coruña, España)

A continuación, se muestra un mapa aproximado de las diferentes rutas con sus distancias desde Ferrol hasta los parques eólicos de destino:



3.3 Consideraciones “Resolución MSC.266(84)”

Para poder realizar ciertas consideraciones a lo largo de todo el proyecto, es preciso conocer el tipo de buque que es considerado el buque proyecto.

En el “Código de Seguridad Aplicable a los Buques para Fines Especiales” se establece según el punto 1.3.8, que un pasajero es toda persona que no sea el capitán, un tripulante u otra persona empleada u ocupada a bordo en cualquier cometido relacionado con las actividades del buque; y un niño de menos de un año.

El buque tiene 36 personas a bordo (en el Cuaderno 7 se desglosan las diferentes ocupaciones de las personas a bordo) que no serían consideradas tripulación debido a que no tiene un cometido relacionada con las actividades del buque de forma directa, es decir, su presencia no influye para la navegación del buque.

Por otra parte, se establece en dicho Código la consideración según el punto 1.3.11 de Personal Especial. Este personal especial es toda persona que, no siendo pasajero, tripulante ni niño de menos de un año, va a bordo por estar relacionado con las funciones especiales propias del buque o con la realización de alguna tarea especial que se esté llevando a cabo a bordo del mismo.

Se supone que el personal especial tendrá la debida aptitud física y un buen conocimiento de la disposición del buque y habrá recibido alguna formación en cuanto a procedimientos de seguridad y manipulación del equipo de seguridad del buque antes de salir de puerto.

Para considerarse buque para fines especiales, en el punto 1.3.12 del Código se establece que es un buque de propulsión mecánica autónoma que, dadas las funciones a las que está destinado, lleva a bordo un contingente de personal especial de más de 12 miembros (lleva 36 miembros destinado para el desempeño de las funciones de instalación de aerogeneradores).

Como se supone que el personal especial tendrá la debida aptitud física, un buen conocimiento de la disposición del buque y habrá recibido alguna formación en cuanto a procedimientos de seguridad y manipulación del equipo de seguridad del buque, los buques para fines especiales que lleven ese personal no necesitan ser considerados ni tratados como buques de pasaje.

El buque para cálculos y disposiciones de cuadernos posteriores será considerado buque de carga, pero en algunas ocasiones, se considerará como buque de pasaje, como se explicará.

4 BUQUES DE REFERENCIA

Para poder hacer un dimensionamiento preliminar del buque proyecto, es necesario tener una buena base de datos donde se recojan dimensiones y características de buques con el mismo propósito al que se quiere obtener. Para ellos, se han buscado buques que, en primer lugar, cumplieran con la misma función al buque que se busca, es decir, la instalación de aerogeneradores con un sistema hidráulico capaz de elevar al buque sobre la superficie marina para una fácil instalación de los aerogeneradores.

Como se puede ver en la tabla de base de datos, las dimensiones y características de los buques varían de manera considerable dependiendo de la capacidad de aerogeneradores a transportar, es por ello, que en pasos posteriores se utilizarán buques que tengan características más cercanas al buque proyecto, puesto que en la RPA se tiene que el buque ha de tener un peso muerto de 8000 toneladas, se utilizarán buques que tengan un peso muerto similar para ciertos cálculo que se explicarán más adelante.

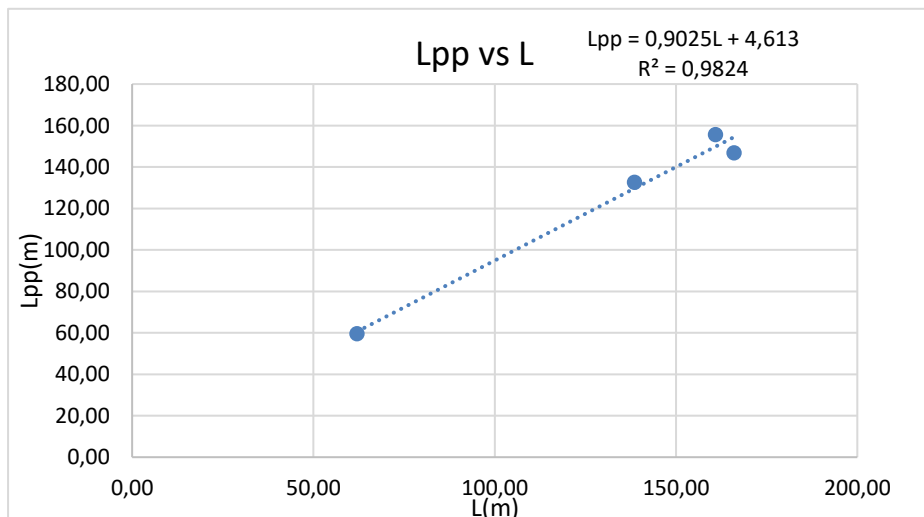
BUQUE	L(m)	Lpp(m)	B(m)	D(m)	T(m)	DWT(t)	vservicio(kn)	BKw(Kw)	Cb	Despla.(t)	Carga Útil(t)	BHP(KW)
VOLE AU VENT	140,40		41,00	9,50	6,30	8000,00	10,00	24000,00			6500,00	10400,00
TRAILLEVENT	138,55		40,80	10,00	5,22	6000,00	11,70	15360,00			6000,00	9750,00
IHC	79,80		38,20	7,00	5,20		8,30					8400
DP2 INNOVATION	147,50		42,00	11,00	7,00	11166,00		28620,00			8000,00	14000
BRAVE TERN	132,00		39,00	9,00	5,60		12,00	17100,00			7600,00	11400,00
PACIFIC OPCA	160,30	155,60	49,00	10,40	5,50	9890,00	13,00	24192,00	0,78	37545,00	6600,00	13600,00
ZARATAN	81,00		41,00	7,00	4,50		8,80			13900		
NG-14000X	139,00		50,00	11,00	6,00		12,00	20040,00				19500
NG-9000C	132,00		39,00	9,00	5,50		12,00	16600,00				10500
INNOVATION	166,00	146,8	42,00	11,00	7,00	9323,00		28620,00	0,7534	35537		
MPIADVENTURE	138,55	132,54	40,80	10,00	5,50	8313,00	12,50	13500,00		25999,00		9750,00
SEAJACKS KRAK	62,00	59,52	38,00	13,23	7,00					15392	1683	6000

Tabla 1: Base de datos

Como se puede ver en la tabla, hay muchos datos que faltan, y esto es debido a que es un sector que no posee mucha flota y es un sector muy competitivo, y por ello, no hay mucha información sobre los buques.

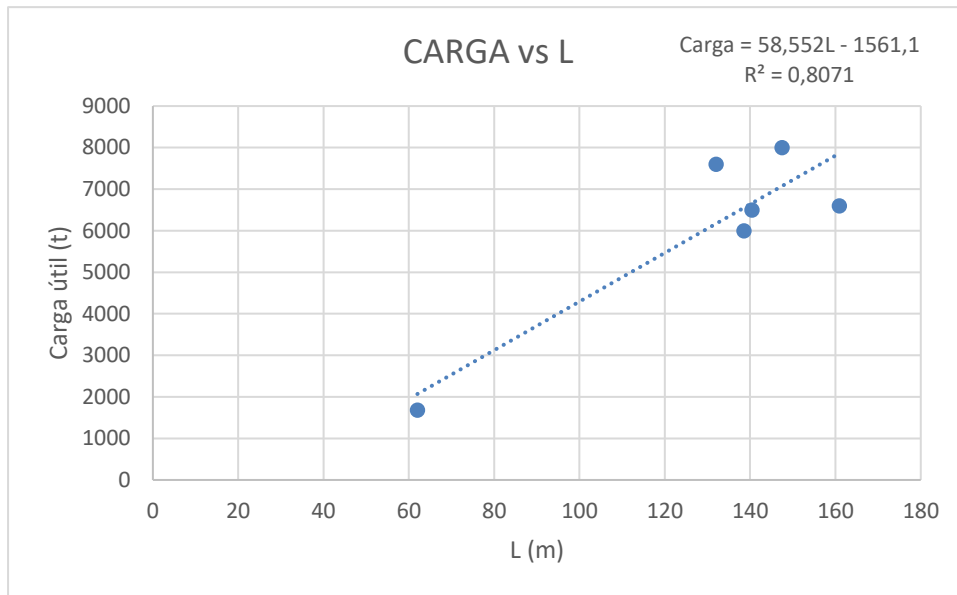
A continuación, se muestra el cálculo mediante rectas de regresión para obtener algunos de los datos que faltan en la **Tabla 1**:

En primer lugar, se calculan las esloras entre perpendiculares en función de la eslora total, para este cálculo, se hace una regresión de las esloras de todos los buques de los que se tienen los datos de esloras entre perpendiculares y se tiene la siguiente gráfica:



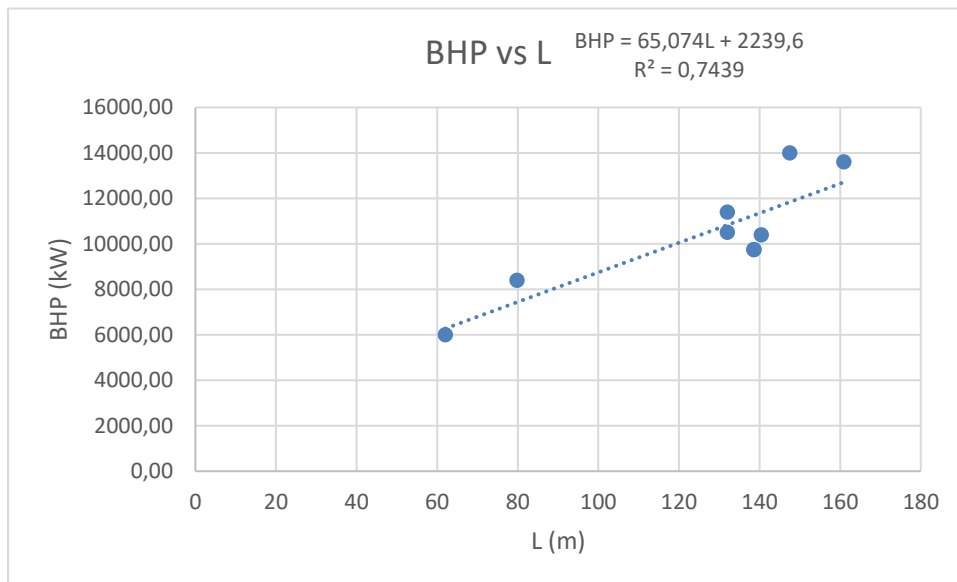
Gráfica 1: Lpp vs. L

En segundo lugar, se realiza una regresión de la carga útil en función de la eslora total, en este caso, se utiliza la eslora total para esta regresión puesto que la eslora total se tiene en todos los buques de la base de datos, por tanto, se utilizan para esta regresión, los buques de los que se dispone de la información de la carga útil:



Gráfica 2: Carga útil vs L

Por último, se calcula la potencia de propulsión de los buques de la base de datos mediante la eslora del mismo, la eslora no tiene por qué ser un dato determinante en la potencia de propulsión, pero como se explicó antes, la eslora es el dato que se tiene en todos los buques, por tanto, sería el dato que nos puede relacionar todos los buques, de modo, que se tiene la siguiente recta:



Gráfica 3: BHP vs L

Con estas regresiones obtenemos las siguientes fórmulas:

- Lpp vs L

$$L_{pp} = 0,9025L + 4,613$$

$$R^2 = 0,9824$$

En este caso, la recta de regresión tiene un coeficiente de correlación casi igual a 1 ($R^2 = 0,9824$), lo que significa que la eslora y la eslora entre perpendiculares están muy relacionadas y se podrán obtener esloras entre perpendiculares muy aproximadas a las reales a partir de las esloras totales.

- Carga vs L

$$\text{Carga} = 58,552L - 1561,1$$

$$R^2 = 0,8071$$

En el caso de la carga, como se puede comprobar por el coeficiente de correlación, la relación entre la carga y la eslora es bastante elevada puesto que se tiene un coeficiente de correlación de 0,81 aproximadamente, pero al alejarse un poco de 1, lo que significa que la carga obtenida en función de la eslora será la carga útil de ese buque, pero sí será una carga útil muy aproximada a la que tendrá realmente.

- BHP vs L

$$\text{BHP} = 65,074L + 2239,6$$

$$R^2 = 0,7439$$

Como se ha explicado previamente, la potencia de propulsión no depende de manera lineal a la eslora del buque, puesto que dependerá de más dimensiones del mismo. Como se puede comprobar con el coeficiente de correlación, que es de 0,744 la potencia está relacionada con la potencia de propulsión, pero usar la eslora para calcular la potencia de propulsión no dará un resultado de la potencia muy preciso, pero, aun así, servirá de referencia para cálculos posteriores, puesto que, a pesar de ser un coeficiente de correlación algo bajo, sigue siendo un coeficiente de correlación bastante bueno para el cálculo.

Con las fórmulas indicadas previamente obtenidas mediante las regresiones lineales, se calculan los datos de la eslora entre perpendiculares, carga útil y potencia de propulsión de los buques que no se tenían dichos datos, de modo que se tiene:

BUQUE	L(m)	Lpp(m)	B(m)	D(m)	T(m)	DWT(t)	Vservicio(kn)	BKW(Kw)	Cb	Despla.(t)	Carga útil(t)	BHP(KW)
VOLE AU VENT	140,4	131,324	41	9,5	6,3	8000	10	24000	0	0	6500	10400,00
TRAILLEVENT	138,55	129,654375	40,8	10	5,22	6000	11,7	15360	0	0	6000	9750,00
IHC	79,8	76,6325	38,2	7	5,2	0	8,3	0	0	0	3111,3496	8400,00
DP2 INNOVATION	147,5	137,73175	42	11	7	11166	0	28620	0	0	8000	14000,00
BRAVE TERN	132	123,743	39	9	5,6	0	12	17100	0	0	7600	11400,00
PACIFIC ORCA	160,9	155,6	49	10,4	5,5	9890	13	24192	0,78	37545	6600	13600,00
ZARATAN	81	77,7155	41	7	4,5	0	8,8	0	0	13900	3178,612	7510,59
NG-14000X	139	130,0605	50	11	6	0	12	20040	0	0	6574,628	19500,00
NG-9000C	132	123,743	39	9	5,5	0	12	16600	0	0	6164,764	10500,00
INNOVATION	166	146,8	42	11	7	9323	0	28620	0,7594	35537	8155,532	13041,88
MPI ADVENTURE	138,55	132,54	40,8	10	5,5	8313	12,5	13500	0	25999	6548,2796	9750,00
SEAJACKS KRAKEN	62	59,52	38	13,23	7	0	0	0	0	15392	1683	6000,00

Tabla 2: Base de datos aplicando las regresiones

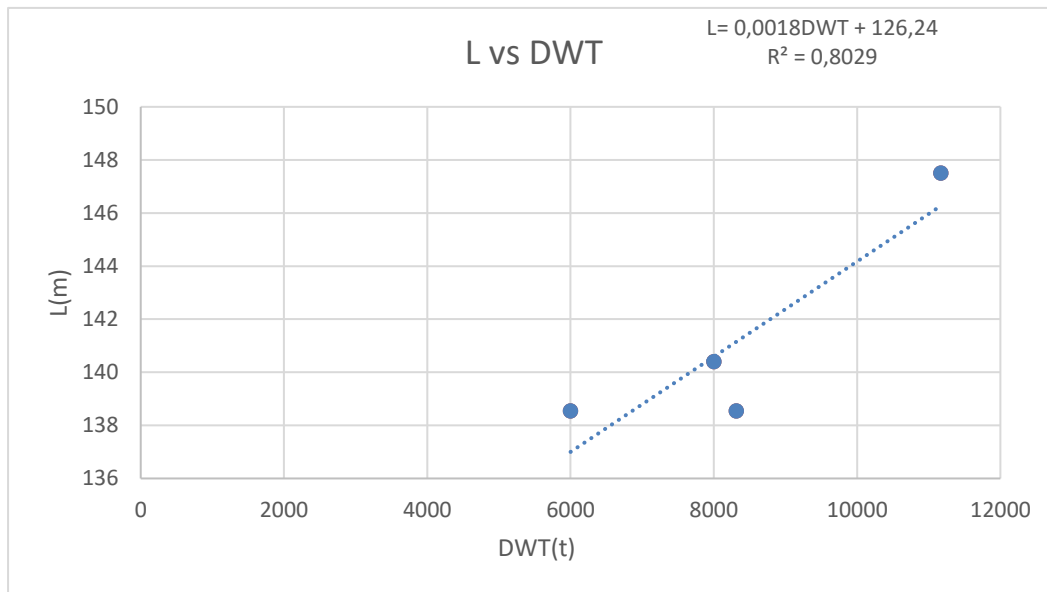
5 OBTENCIÓN DEL BUQUE BASE. DIMENSIONAMIENTO BÁSICO

A continuación, se va a realizar una serie de cálculos mediante rectas de regresión a partir de los buques de nuestra base de datos para así obtener el dimensionamiento básico de nuestro buque base.

5.1 Determinación de la Eslora (L)

Para el cálculo de la eslora (L) se van a utilizar los datos de peso muerto (DWT) ya que es el dato más importante del buque, reflejado en la RPA.

De este modo, vamos a calcular la recta de regresión de DWT vs L de los buques que se tienen datos de dicho peso muerto, y se usa también la eslora, ya que no se ha obtenido de forma matemática como la eslora entre perpendiculares (Lpp), lo que podría generar un error.



Gráfica 4: L vs DWT

$$L = 0,0018DWT + 126,24$$

$$R^2 = 0,8029$$

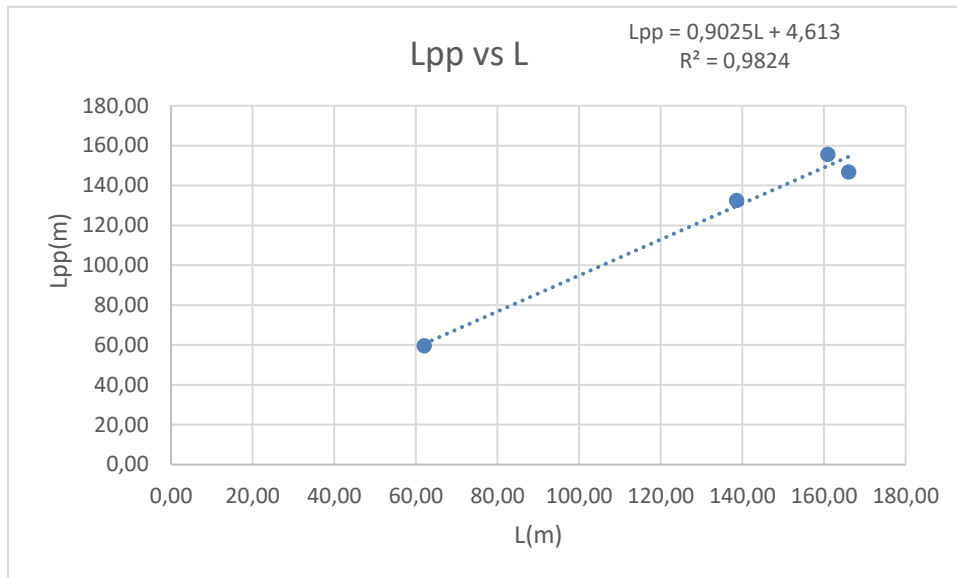
R^2 es el coeficiente de correlación, es una medida la cual nos permite conocer el grado de asociación lineal entre nuestras variables cuantitativas, en nuestro caso, L y DWT, por tanto, cuanto mayor sea nuestro coeficiente, vamos a tener un grado de asociación lineal mucho mayor, lo que nos proporcionaría un resultado mucho más preciso.

Dada la ecuación, con nuestro dato de 8000DWT, obtenemos una eslora de:

$$L = 0,0018DWT + 126,24 = 0,0018 * 8000 + 126,24 = 140,64m$$

5.2 Determinación de la Eslora entre Perpendiculares (Lpp)

Para el cálculo de la Eslora entre Perpendiculares vamos a utilizar los buques de la base de datos, los cuales tengan esloras entre perpendiculares, para así, del mismo modo que en el apartado anterior, se pueda obtener la Lpp del buque base de una manera más exacta puesto que si se usan las esloras entre perpendiculares obtenidas mediante las regresiones anteriores en este cálculo, podrían originar un error.



Gráfica 5: Regresión Lpp vs L

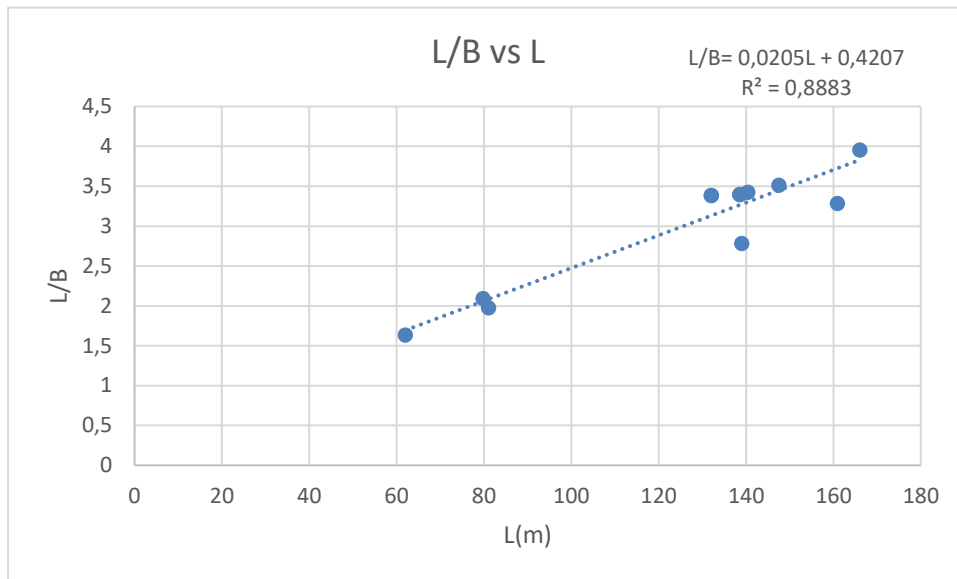
$$Lpp = 0.9025 * L + 4.613 = 0.9025 * 140.64 + 4.613 = 131.54m$$

$$R^2 = 0.9824$$

Como se puede ver, el coeficiente de correlación es muy próximo a uno, lo cual nos indica que las variables tienen un alto grado de asociación.

5.3 Determinación de la Manga (B)

Para este apartado, se va a calcular la manga del buque base utilizando la eslora de los buques y la manga, de modo que la regresión se realiza de la siguiente manera:



Gráfica 6: Regresión L/B vs L

El coeficiente de correlación tiene un valor elevado, cerca de 0,9, lo que se significa que la manga y la eslora están muy relacionadas.

$$\frac{L}{B} = 0,0205L + 0,4207 = 0,0205 * 140,64 + 0,4207 = 3,3082$$

$$R^2 = 0,8883$$

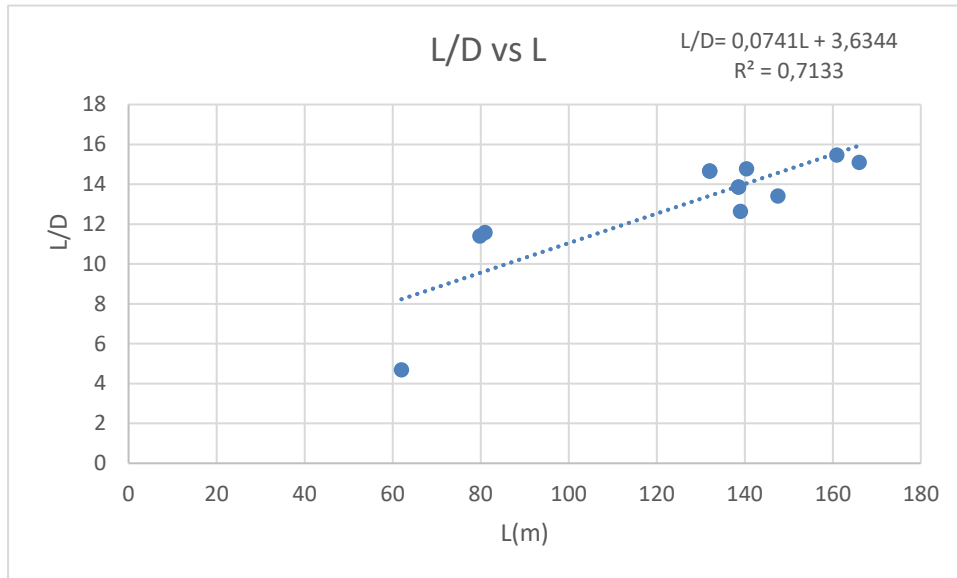
$$B = \frac{140,64}{3,3082} = 42,57m$$

5.4 Determinación del Puntal (D)

Para este apartado, se va a calcular el puntal del buque de dos maneras distintas:

5.4.1 L/D vs L

Para este cálculo se va a usar L/D y la Eslora de los buques de la base de datos:



Gráfica 7: Regresión L/D vs L

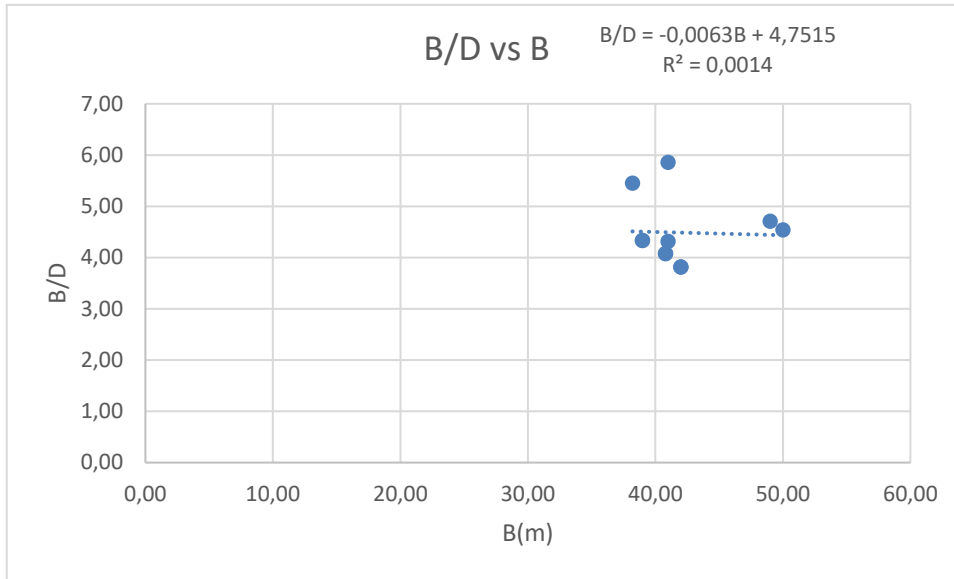
$$\frac{L}{D} = 0,0741L + 3,6344 = 0,0741 * 140,64 + 3,6344 = 14,06$$

$$D = \frac{L}{14,055824} = \frac{140,64}{14,055824} = 10,01m$$

$$R^2 = 0,7133$$

5.4.2 B/D vs B

Para este cálculo se va a usar B/D y la manga de los buques de la base de datos:



Gráfica 8: B/D vs B

$$\frac{B}{D} = -0,0063B + 4,7515 = -0,0063 * 42,57 + 4,7515 = 4,38$$

$$D = \frac{B}{4,38} = \frac{42,57}{4,38} = 9,72m$$

$$R^2 = 0,0014$$

5.4.3 Conclusión

Para saber cuál de los dos puntales escoger, se debe mirar el coeficiente de correlación de ambas opciones:

$$R^2 (L/D) = 0,7133$$

$$R^2 (B/D) = 0,0014$$

Como se puede ver, el coeficiente de correlación mayor, lo tiene la primera opción, por tanto, el puntal que se escoge es:

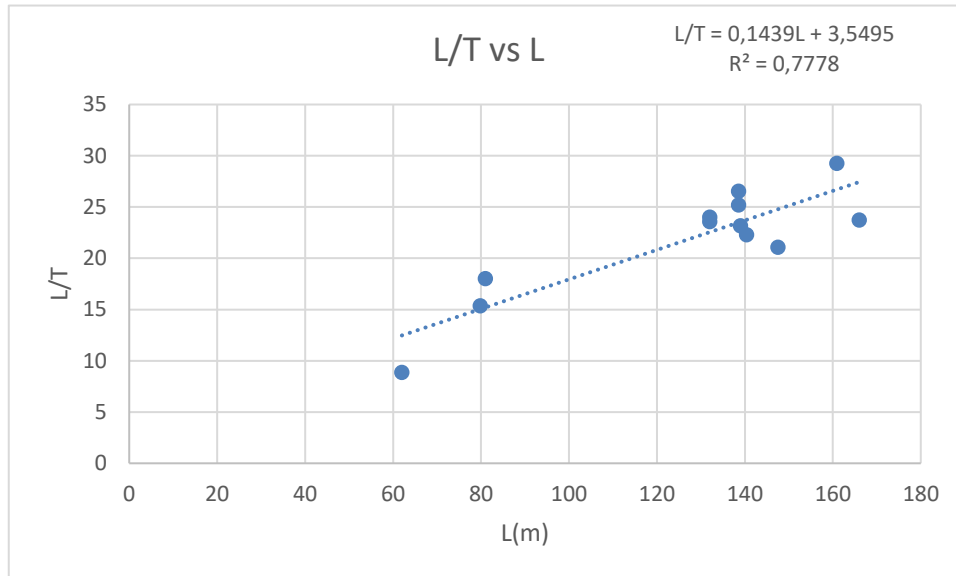
$$D = \frac{L}{14,055824} = \frac{140,64}{14,055824} = 10,01m$$

5.5 Cálculo del Calado (T)

Para este apartado se va a calcular el calado del buque de tres formas distintas:

5.5.1 L/T vs L

Para este cálculo se va a usar L/T y la eslora:



Gráfica 9: L/T vs L

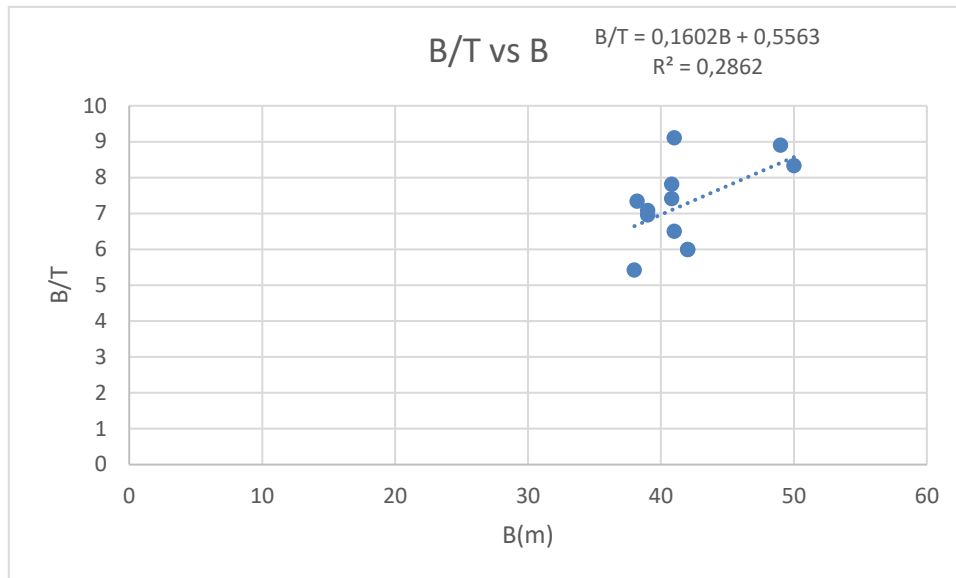
$$\frac{L}{T} = 0,1439L + 3,5495 = 0,1439 * 140,64 + 3,5495 = 23,79$$

$$T = \frac{L}{23,79} = \frac{140,64}{23,79} = 5,53m$$

$$R^2 = 0,7778$$

5.5.2 B/T vs B

Para este cálculo se va a usar B/T y la manga:



Gráfica 10: B/T vs B

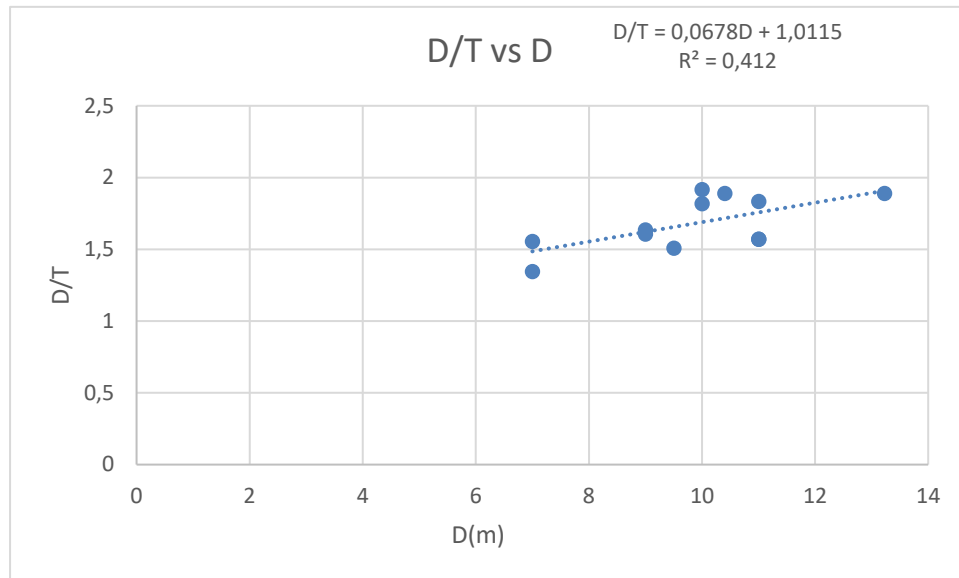
$$\frac{B}{T} = 0,1602B + 0,5563 = 0,160 * 42,57 + 0,5563 = 7,38$$

$$T = \frac{B}{7,38} = \frac{42,57}{7,38} = 5,77m$$

$$R^2 = 0,2862$$

5.5.3 D/T vs D

Para este cálculo vamos a usar D/T y el puntal:



Gráfica 11: D/T vs D

$$\frac{D}{T} = 0,0678D + 1,0115 = 0,0678 * 10,01 + 1,0115 = 1,74$$

$$T = \frac{D}{1,74} = \frac{10,01}{1,74} = 5,75m$$

$$R^2 = 0,412$$

5.5.4 Conclusión

Para saber cuál de las tres opciones es la más adecuada, se tienen que comparar sus coeficientes de correlación:

$$R^2 = 0,7778$$

$$R^2 = 0,2862$$

$$R^2 = 0,412$$

De los tres coeficientes se escoge el primero porque tiene el mayor coeficiente de correlación de las tres regresiones calculadas, que corresponde con:

$$T = \frac{L}{23,79} = \frac{140,64}{23,79} = 5,92m$$

5.6 Cálculo de BHP

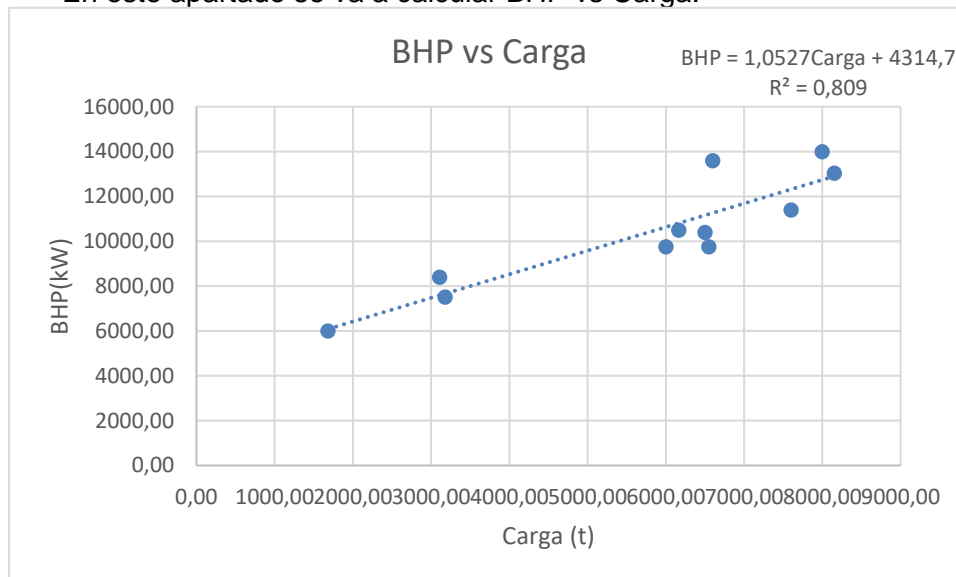
Puesto que el buque proyecto tendrá propulsión diésel eléctrica, según como se establece en la RPA, en este apartado se calculará la potencia de propulsión del buque.

La potencia de propulsión es un consumidor más del buque, es decir, la potencia de los generadores principales ha de ser capaz de suministrar potencia a todos los consumidores incluyendo los motores para la propulsión, En este apartado, como se mencionó previamente, se calcula la potencia que demandan los propulsores de popa del buque en función de diferentes características del mismo:

5.6.1 BHP vs Carga útil

Se calcula la potencia de propulsión en función de la carga útil. Parte de estos datos han sido calculados previamente por rectas de regresión, por tanto, las cargas útiles y las potencias obtenidas de los buques no tiene por qué ser las reales, pero la regresión que se calcula en este apartado servirá para obtener de manera aproximativa una potencia para el buque base.

En este apartado se va a calcular BHP vs Carga:



Gráfica 12: BHP vs Carga

Como primer paso, se debe calcular la carga útil, con la fórmula de la carga obtenida anteriormente:

$$Carga = 58,552L - 1561,1 = 58.552 * 140.64 - 1561.1 = 6673.65t$$

A continuación, empleamos este dato en la ecuación de la recta:

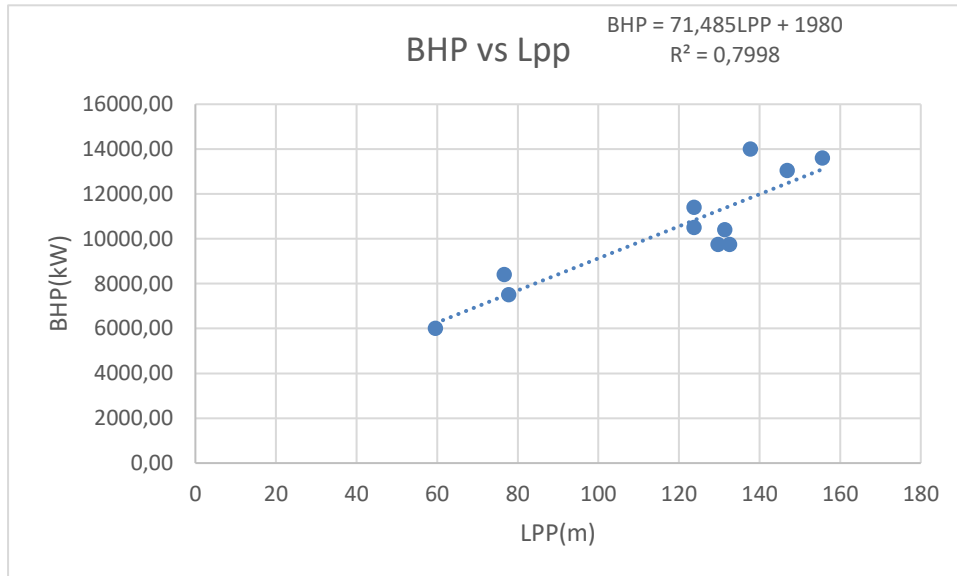
$$BHP = 1,0527Carga + 4314,7 = 1.0527 * 6673.65 + 4314.7 = 11340.05kW$$

$$R^2 = 0,809$$

5.6.2 BHP vs Lpp

De la misma manera que en el apartado anterior, se calcula la potencia de propulsión, pero en este caso, en función de la eslora entre perpendiculares. La eslora entre perpendiculares también ha sido calculada previamente por rectas de regresión, pero el resultado que se obtiene de la potencia en función de la eslora dará un resultado aproximado para el buque base.

En este apartado se va a calcular la potencia en función de la eslora entre perpendiculares:



Gráfica 13: BHP vs Lpp

$$BHP = 71,485LPP + 1980 = 71,485 * 131,54 + 1980 = 11383,18kW$$

$$R^2 = 0,7998$$

5.6.3 Conclusión

Como se ha podido observar, se tienen dos coeficientes de relación muy parecidos, lo que causa que tengamos dos resultados de la potencia:

$$R^2 = 0,809$$

$$R^2 = 0,7998$$

Del mismo modo que se ha realizado con anterioridad, se escoge el resultado de la potencia que corresponde con el mayor coeficiente de correlación:

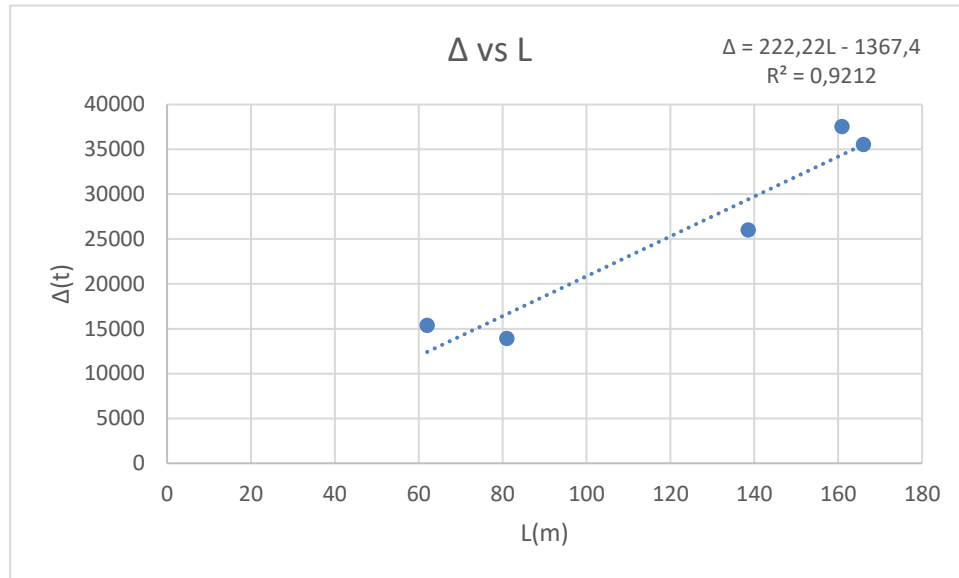
$$BHP = 1,0527Carga + 4314,7 = 1,0527 * 6673,65 + 4314,7 = 11340,05kW$$

5.7 Cálculo del Desplazamiento (Δ)

Para el cálculo del desplazamiento se van a usar dos métodos distintos:

5.7.1 Desplazamiento (Δ) vs L

Para este cálculo se va a usar el desplazamiento Vs la eslora:



Gráfica 14: Δ vs L

Para esta regresión, se ha utilizado los buques de la base de datos de los que se posee el dato del desplazamiento sin realizar regresiones, puesto que si utilizamos los desplazamientos calculados mediante regresiones, puede originar un error, y de los que se tenga el desplazamiento, se utilizarán los buques con desplazamiento que estén en un rango cercano al buque base.

$$\Delta = 222,22L - 1367,4 = 222,22 * 140,64 - 1367,4 = 29885,62t$$

$$R^2 = 0,9212$$

5.7.2 Cálculo con C_b

Para este cálculo se va a utilizar el coeficiente de bloque (C_b), que se explicará su cálculo en el próximo apartado.

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

$$C_b = \frac{\Delta}{L * B * T * \rho}$$

$$\Delta = C_b * L * B * T * \rho$$

$$\Delta = 0,8 * 140,64 * 42,57 * 5,53 * 1,026 = 27212,77 t$$

5.7.3 Conclusión

De los dos resultados obtenidos del desplazamiento, se tendrá en cuenta el obtenido mediante el coeficiente de bloque, ya que se calcula con las dimensiones ya obtenidas anteriormente del buque.

$$\Delta = 27212.77 \text{ t}$$

5.8 Cálculo de coeficientes

5.8.1 Número de Froude

Es un número adimensional que relaciona el efecto de las fuerzas de inercia y las fuerzas de gravedad que actúan sobre el fluido.

$$Fr = \frac{V * 0.5144 \left(\frac{m}{s}\right)}{\sqrt{9.81 * L}} = \frac{10 * 0.5144}{\sqrt{9.81 * 140.64}} = 0.138$$

5.8.2 Coeficiente de bloque (C_b)

Es la relación entre el volumen de la carena y el paralelepípedo que los contiene.

El coeficiente de bloque se puede calcular de varias formas, y se han utilizado las siguientes:

5.8.2.1 Cálculo por Alexander

$$C_b = 1.08 - 1.68 * Fr = 1.08 - 1.68 * 0.138 = 0.85$$

5.8.2.2 Cálculo por Towsin

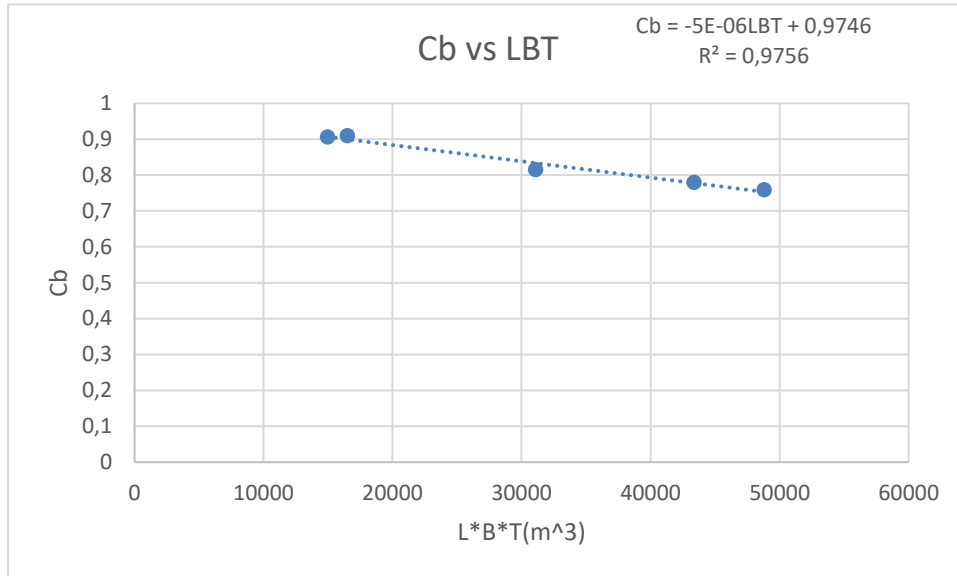
$$C_b = 0.7 + 0.125 * \tan^{-1}(25 * (0.23 - Fr)) = 0.7 + 0.125 * \tan^{-1}(25 * (0.23 - 0.138)) = 0.85$$

5.8.2.3 Cálculo por Katsovilis

$$\begin{aligned} C_b &= 0.8217 * f * L^{0.42} * B^{-0.3072} * T^{0.1721} * V^{-0.6135} = \\ &= 0.8217 * 1 * 140.64^{0.42} * 42.57^{-0.3072} * 5.53^{0.1721} * 10^{-0.6135} = 0.68 \end{aligned}$$

5.8.2.4 Coeficiente de bloque (Cb) vs LBT

En este caso se muestra cómo se obtiene el coeficiente de bloque mediante la recta de regresión obtenida por la siguiente gráfica:

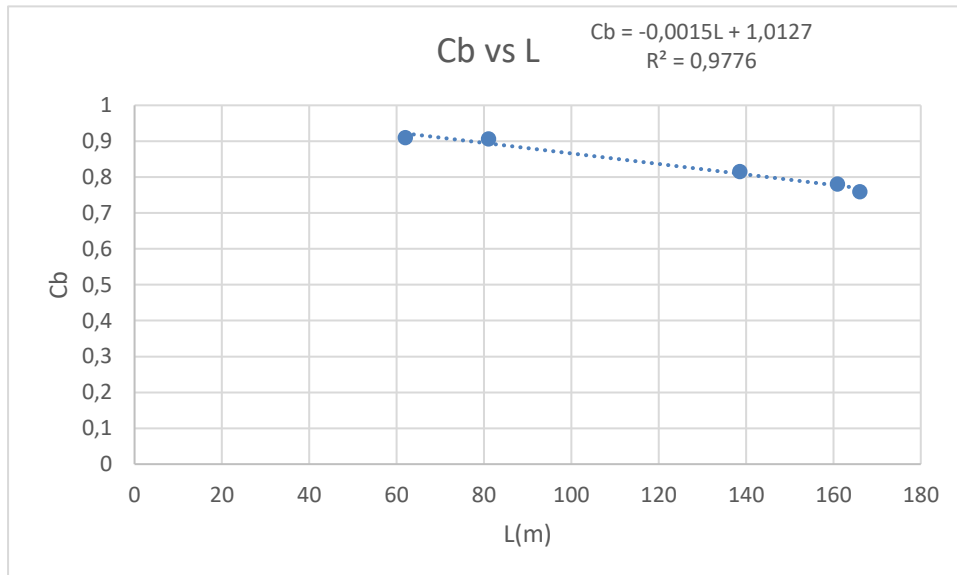


Gráfica 15: Cb vs L*B*T

$$C_b = -5E - 06LBT + 0,9746; C_b = -5E - 06 * 33106.30 + 0,9746 = 0.81$$

5.8.2.5 Coeficiente de bloque (Cb) vs Eslora (L)

En este caso se muestra cómo se obtiene el coeficiente de bloque en función de la eslora:



Gráfica 16: Cb vs L

$$C_b = -0,0015L + 1,0127 = -0,0015 * 140.64 + 1,0127 = 0.8$$

5.8.2.6 Conclusión

De todos los coeficientes de bloque obtenidos, se puede apreciar que son muy parecidos, y para escoger uno, se realizará la media de todos, obteniendo así el siguiente resultado:

C_b	Alexander	0,85	0,79
	Towsin	0,85	
	Katsovalis	0,68	

De los coeficientes de bloque obtenidos mediante formulación se ve que son valores algo dispersos, ya que varían entre 0'68 y 0'85, por tanto, no se tendrán en cuenta para la media.

Cb(LBT)	Cb(Fórmula)	Cb(L)	Cb(media)
0,81	0,79	0,80	0,80

La media de los coeficientes de bloque obtenidos por rectas de regresión es de 0'8. A pesar de que la media de los coeficientes de bloque obtenidos por formulación está cerca de los 0'8, no se tendrá en cuenta por lo mencionado previamente, por tanto, el coeficiente de bloque es el siguiente:

$$C_b = 0.8$$

5.8.3 Coeficiente de la sección Maestra (C_M)

Se define como la relación entre las áreas de la sección maestra y la del rectángulo que la circunscribe.

Hay varias formas de calcularlo, y las elegidas son las siguientes:

5.8.3.1 Cálculo de Kerlen

$$C_M = 1.006 - 0.0056 * C_b = 1.006 - 0.0056 * 0.8 = 0.99$$

5.8.3.2 Cálculo HSVA

$$C_M = \frac{1}{1 + (1 - C_b)^{3.5}} = \frac{1}{1 + (1 - 0.8)^{3.5}} = 0.996$$

5.8.3.3 Conclusión

De los dos métodos utilizados anteriormente, para elegir un coeficiente de la sección maestra, se va a realizar la media de los dos métodos, obteniendo así:

$$C_M = 0.995$$

5.8.4 Coeficiente Prismático (C_p)

Es la relación entre el volumen de carena y el volumen de un prisma cuya base tiene igual área que la sección maestra y de longitud la eslora.

5.8.4.1 Cálculo C_b/C_m

Una de las maneras del cálculo del coeficiente prismático:

$$C_P = \frac{C_b}{C_M} = \frac{0.8}{1} = 0.81$$

5.8.5 Coeficiente de Flotación (C_f)

Se define como la relación entre las áreas de la sección maestra y la del rectángulo que la circunscribe.

Hay varias formas de calcular este coeficiente:

5.8.5.1 Cálculo de Schneekluth

$$C_f = 0.297 + 0.743 * C_b = 0.297 + 0.743 * 0.8 = 0.89$$

5.8.5.2 Cálculo de Torroja

$$\begin{aligned} C_f &= 0.248 + 0.049 * 1 + (0.77 - 0.035 * 1) * C_b = \\ &= 0.248 + 0.049 * 1 + (0.77 - 0.035 * 1) * 0.8 = 0.89 \end{aligned}$$

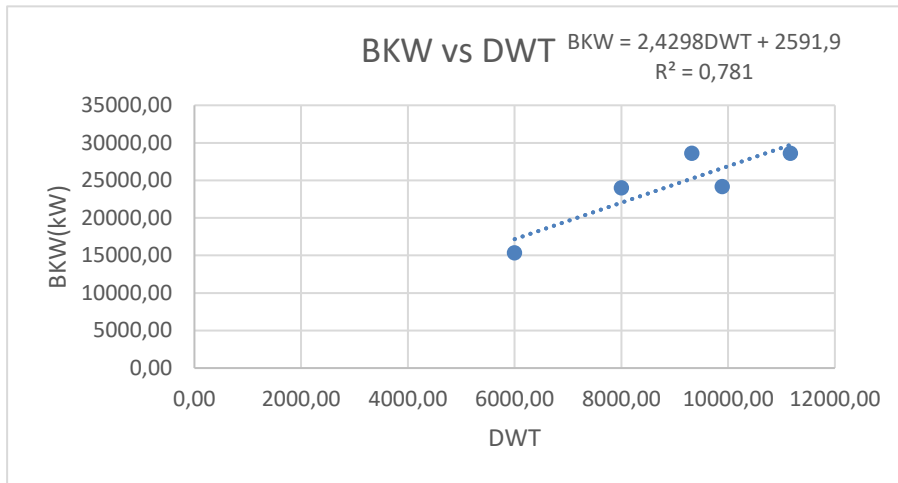
5.8.5.3 Conclusión

Como se puede ver, los coeficientes han salido con el mismo valor, por tanto, si hacemos la media, nos va a salir que el coeficiente vale:

$$C_f = 0.89$$

5.9 Cálculo Potencia de los Grupos Generadores

Para este apartado se ha calculado previamente la potencia total en función de los buques de la base de datos con la siguiente regresión:



Gráfica 17: BKW vs DWT

Utilizando la fórmula obtenida de la regresión:

$$BKW = 2,4298DWT + 2591,9$$

Como el dato de RPA es que el buque tiene que tener 8000 DWT:

$$BKW = 2,4298 * 8000 + 2591,9 = 22030,3kW$$

5.10 Resultados Buque Base

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS		
L(m)	140,64	m
Lpp(m)	131,54	m
B(m)	42,57	m
D(m)	10,01	m
T(m)	5,53	m
BHP(KW)	11340,05	kW
V(kn)	10	kn
Δ (t)	27212,77	t
Cb	0,80115174	
Cp	0,80710602	
Cm	0,99508806	
Cf	0,89011934	

Tabla 3: Tabla Buque Base

5.11 Disposición general y Sección Maestra

A continuación, se muestra una disposición general básica sobre unos de los buques de la base de datos que se toma como referencia.

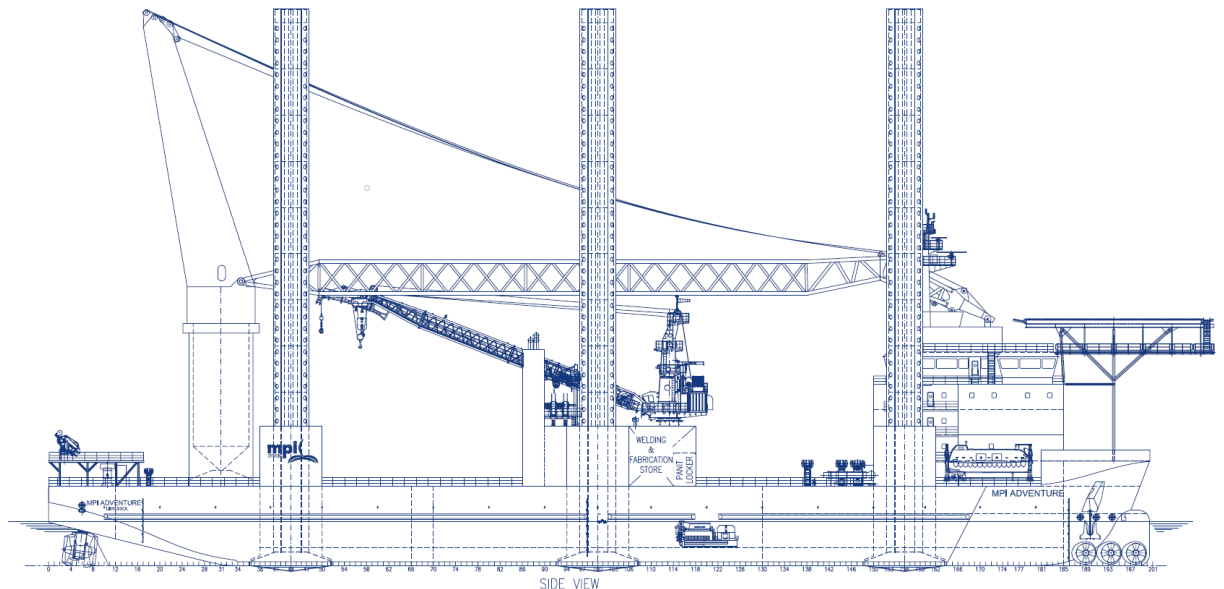


Imagen 3: MPI Adventure. Vista Lateral

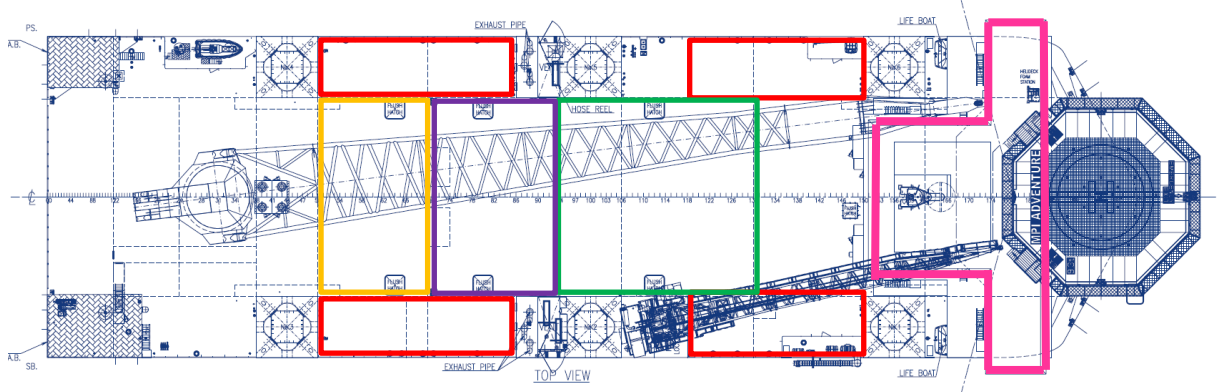


Imagen 4: MPI Adventure. Vista de Planta

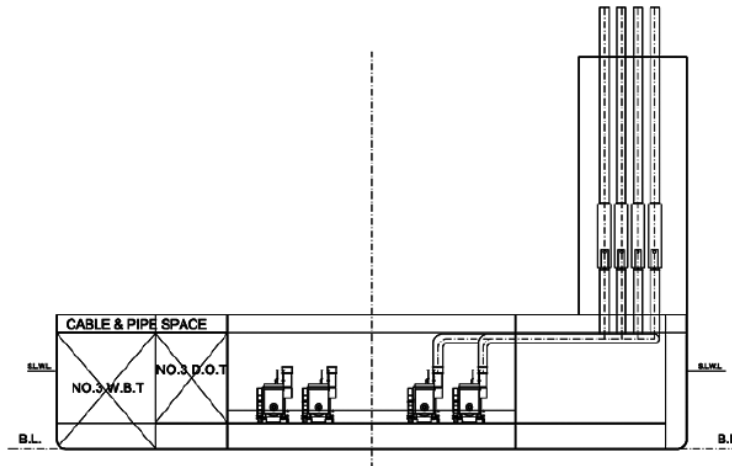


Imagen 5: Pacific Orca. Sección transversal

Se ha realizado una disposición general básica para hacer una primera aproximación de la disposición de las principales necesidades:

- Tanques de lastre, agua dulce, Combustible...
- Cámara central de control de las patas (bombas hidráulicas...)
- Cámara de bombas
- Cámara de máquinas
- Acomodación, puente de mando...

Esta disposición es una disposición preliminar que se realiza previamente de conocer las dimensiones definitivas del buque, como se verá, esta disposición propuesta sufrirá unas modificaciones.

Se adjuntan en el anexo las imágenes.

6 CIFRA DE MÉRITO

En este apartado se realizará una generación de alternativas para escoger las dimensiones más adecuadas, es decir, que cumplan con todas las restricciones y que a mayores sea la más económica. Para que sea la más económica se seleccionará un criterio de evaluación económica, es decir, se escogerá una “Cifra de Mérito”.

Para esta evaluación económica se ha de seleccionar una “Cifra de Mérito” que se crea conveniente, las posibles “Cifras de Mérito” son las siguientes:

- Coste de Construcción
- Inversión total
- Coste de ciclo de vida
- Flete requerido
- Tasa de recuperación del capital propio
- Tasa de rentabilidad interna

Para el caso presentado se selecciona la cifra de mérito de Coste de Construcción (CC).

Para el caso de Coste de Construcción, vamos a buscar minimizar esta cifra para que, de esta manera, el coste sea el mínimo posible de todas las alternativas que sean válidas dentro de todas las planteadas. Se ha considerado que realizar la cifra de mérito con el Coste de Construcción es el más favorable para nuestro caso, ya que hay pocos elementos que son aleatorios.

6.1 Generación de alternativas

En esta parte se va a realizar la generación de alternativas partiendo de las dimensiones del buque base utilizando el libro “Criterios de Evaluación Técnica y Económica” del profesor Fernando Junco Ocampo:

- I. $\pm 10\%L$
- II. $\pm 10\%B$
- III. A cada Eslora le asigno todas las Mangas, obteniendo de esta forma 441 posibles alternativas.
- IV. De las alternativas obtenidas anteriormente, se realiza una primera selección de aquellas que cumplen con la restricción de nuestra base de datos, en la base de datos, se tienen buques con unas dimensiones muy diferentes, como se ve en la siguiente relación:

$$1,63 \leq L/B \leq 3,95$$

Como esta restricción abarca a todos los buques de la base de datos, se decide optar por buques que tengan una relación de eslora y manga (L/B) mayor que 2, puesto que, si el valor es cercano a 2, el buque tendrá una forma más cuadrada, y se decide restringir esta relación en la busca de un buque menos cuadrado, por tanto, se escoge que el buque cumpla con la siguiente relación:

$$3 \leq L/B \leq 3,95$$

- V. Para el cálculo del puntal vamos a utilizar la igualdad de $L \cdot B \cdot D$ de nuestro buque base con $L_i \cdot B_i \cdot D_i$, siendo “i” el número de alternativa. Con esto se obtendrá D_i :

$$L \cdot B \cdot D = 59903,72 = L_i \cdot B_i \cdot D_i$$

Como L_i y B_i son el dato de cada alternativa, se podrá hallar de el puntal de cada alternativa.

- VI. Se calcula el Coeficiente de bloque (C_b) para cada alternativa con una de las fórmulas utilizadas con anterioridad:

$$C_{bi} = -0,0015 * Li + 1,0127$$

Se ha utilizado la fórmula del coeficiente de bloque obtenida por la recta de regresión de del apartado "4.8.2.5 Coeficiente de Bloque VS Eslora".

Siendo Li la alternativa en cada caso.

- VII. Para el cálculo de BHP (kW) se ha optado por recurrir de nuevo a las rectas de regresión iniciales ya que, debido al alto coeficiente de correlación de éstas, los datos obtenidos serán fiables.

La recta utilizada será la obtenida en la "Gráfica 3: BHP VS L"
De este modo tenemos la siguiente ecuación:

$$BHP_i = 65,074Li + 2239,6$$

Siendo Li la eslora de cada alternativa y BHP_i la potencia obtenida para cada alternativa.

- VIII. A continuación, se calcula el desplazamiento de cada alternativa en función del buque base, y de esta manera, se comprueba la diferencia de precio en ciertos aspectos representativos como son:

VIII.1 Peso de la maquinaria

El peso de la maquinaria se calcula con la expresión propuesta en los apuntes de Proyectos de Buques y Artefactos Marinos I

$$PQ_i = K_{pq} * BHP_i$$

Siendo $K_{pq} = 0,17$

$$\delta PQ_i = PQ_i - PQ_o$$

δPQ es la diferencia de peso de la maquinaria entre cada alternativa y la alternativa inicial (PQ_o)

VIII.2 Peso de la estructura

Para el peso de la estructura se utilizará la siguiente expresión:

$$PS_i = K * Li * Bi * Di * \left(\frac{Li}{Di}\right)^{0,5}$$

El valor K , es un valor que se puede calcular a partir de las dimensiones y peso de acero del buque de referencia. Puesto que el buque de referencia no da esos datos, una tabla de los apuntes de Fernando Junco Ocampo donde:

Siendo $K = 0,045$

K es un valor escogido un poco superior al más elevado de los propuestos, ya que es un buque diferente a los expuestos, de manera que se hace el coeficiente algo superior para tener un resultado más conservador.

<u>Tipo de buque</u>	<u>K</u>
Granelero	0,029 - 0,032
Granelero abierto	0,033 - 0,040
Petrolero casco sencillo	0,029 - 0,035
Quimiquero	0,036 - 0,037
Carga general	0,029 - 0,037
Costero	0,027 - 0,032
Frigorífico	0,032 - 0,035
Portacontenedores	0,033 - 0,040
Ro-Ro's0,038
Remolcadores, pesqueros0,044

A continuación, se muestra el cálculo de la diferencia de pesos estructurales de la alternativa a la alternativa inicial:

$$\delta PS_i = PS_i - PS_o$$

δPS es la diferencia entre el peso de la estructura de cada alternativa y la alternativa inicial.

VIII.3 Peso Equipos Restantes

$$PER_i = K * Li^{1,3} * Bi^{0,8} * Di^{0,3}$$

Los valores de K varían entre 0,03 y 0,05; No se escoge el valor más alto, pero se escogerá un valor un poco más alto del medio:

Siendo $K = 0,045$

$$\delta PER_i = PER_i - PER_o$$

δPER es la diferencia entre el peso de los quipos restantes de cada alternativa y la alternativa inicial.

Para el desplazamiento de cada alternativa, se realiza la siguiente operación:

$$\Delta i = \Delta o + \delta PQ + \delta PS + \delta PER$$

Donde Δo es el desplazamiento de la alternativa inicial.

- IX. A continuación, conociendo el Desplazamiento de cada alternativa, calculamos el calado (T) con la siguiente expresión:

$$Ti = \frac{\Delta i}{\rho * Cbi * Li * Bi}$$

Donde todos los datos son conocidos con anterioridad y $\rho = 1,026 t/m^3$

- X. Para poder seleccionar las posibles alternativas, es necesario descartar las que no son válidas numéricamente, es decir, que no cumplen con los criterios establecidos:

4,69	$\leq L/D \leq$	15,47
15,35	$\leq L/T \leq$	29,25
6,00	$\leq B/T \leq$	9,11
1,35	$\leq D/T \leq$	1,92

- XI. De los valores válidos comprobamos cual es la alternativa más económica, obteniendo la diferencia de coste de la siguiente manera:

$$\delta Costei = \delta PQi * cep + \delta PSi * ps + \delta PERi * ccs * ps$$

Siendo:

Los rangos de los calores son los siguientes:

$$1,05 < ccs < 1,10 - 1,50$$

$$300 < cep < 400 \text{ € / Kw}$$

$$ps \approx 450 \text{ €/t}$$

Se escogen los siguientes valores:

ccs	1,3
ps	450
cep	350

- XII. Finalmente obtenemos las alternativas más económicas de las alternativas válidas:

Alternativa	L(m)	B(m)	D(m)	L*B*D	T(m)	Fn	Cb	$\Delta(t)$	BHP(kw)
105	132,20	46,83	9,68	59903,7327	5,2139875	0,14283943	0,8143976	26969,67	10842,4869
106	133,61	38,31	11,70	59903,7327	6,10288761	0,14208565	0,812288	26035,16	10934,007
107	133,61	38,74	11,57	59903,7327	6,04881786	0,14208565	0,812288	26091,21	10934,007
108	133,61	39,16	11,45	59903,7327	5,99585311	0,14208565	0,812288	26146,96	10934,007
109	133,61	39,59	11,33	59903,7327	5,94395884	0,14208565	0,812288	26202,40	10934,007

Alternativa				Diferencia		
PQ	$PS=K*L*B*D*(L/D)^{0,5}$	$Per=k*L^{1,3}*B^{0,8}*D^{0,3}$		PQ	PS	PER
1843,22278	9963,66	1103,90		-84,58654121	-142,70	-15,81
1858,78119	9108,34	1009,13		-69,0281287	-998,01	-110,57
1858,78119	9158,81	1014,72		-69,0281287	-947,55	-104,98
1858,78119	9208,99	1020,28		-69,0281287	-897,36	-99,42
1858,78119	9258,91	1025,81		-69,0281287	-847,45	-93,89

Coste alternativa			TOTAL
PQ*cep	PS*ps	PER*ccs*ps	COSTE
-29605,2894	-64214,3374	-9248,782807	-103.068,41 €
-24159,845	-449105,097	-64684,54976	-537.949,49 €
-24159,845	-426397,141	-61413,92575	-511.970,91 €
-24159,845	-403813,615	-58161,22338	-486.134,68 €
-24159,845	-381352,496	-54926,15122	-460.438,49 €

Como se puede ver en la generación de alternativas válidas, la más económica es la nº107, con una diferencia de aproximadamente **-511.970,91€**

A continuación, se muestra una tabla con las dimensiones principales:

L	133,61	m
Lpp	125,19	m
B	38,74	m
T	6,05	m
D	11,57	m
Cb	0,81	
LBD	59903,73269	m ³

7 ESTUDIO PRELIMINAR DE PESOS

A continuación, se realiza una estimación de los pesos del buque, basándose en el libro “Proyectos de Buques y Artefactos” del profesor Fernando Junco Ocampo:

$$\Delta = PR + PM$$

$$PR = \text{Peso en Rosca} = PS + PER + PQ$$

$$PM = \text{Peso Muerto} = \text{Consumos} + \text{Carga útil} + \text{Tripulación} + \text{Pertrechos}$$

$$PM = 8000DWT \text{ (DATO RPA)}$$

7.1 Peso Muerto

Como se ha marcado anteriormente, nuestro dato principal es el peso muerto, de 8000DWT, por tanto, a partir de este dato, se calcularán las componentes de dicho peso muerto, ya indicadas:

$$PM = \text{Peso Muerto} = \text{Consumos} + \text{Carga útil} + \text{Tripulación} + \text{Pertrechos}$$

7.1.1 Consumos

7.1.1.1 Combustibles

Para este apartado se tendrá en cuenta la autonomía que ha de tener el buque, que en este caso es un dato ya marcado previamente en la RPA, junto con la velocidad también indicada. A mayores, se ha de utilizar la potencia BHP que se ha obtenido en la alternativa, y el consumo de combustible en $\frac{g}{KW \cdot h}$, dato que en el caso del diésel oscila entre $160 - 170 \frac{g}{KW \cdot h}$ (a pesar de que puede variar según el motor que se escoja), de modo que para este caso se escoge el valor más desfavorable, que será de $170 \frac{g}{KW \cdot h}$

$$\text{Consumo del motor (85\% MCR)} = 170 \frac{g}{KW \cdot h}$$

$$\text{Autonomía} = 30 \text{ días} \cdot 24 \text{ h} = 720 \text{ h}$$

$$\text{BHP} = 10934,007 \text{ KW} = 11000 \text{ kW}$$

Se utiliza el valor de la potencia de propulsión ya que será un valor más o menos constante, puesto que estará en condición de navegación la mayor parte del tiempo. Como esta potencia es una potencia de propulsión obtenida mediante regresiones, la potencia real del buque variará como se verá más adelante (tanto en este cuaderno como en otros). La potencia de propulsión será inferior a la calculada por regresiones, puesto que como no se conocen el resto de los consumidores que se tendrán, y este valor será superior al real, se puede utilizar este valor de la potencia de propulsión, como para suponer un valor medio de consumo del buque en la mayor parte de su régimen de trabajo.

$$\begin{aligned} \text{Peso Combustible} &= \text{Consumo motor} \cdot \text{Autonomía} \cdot \text{BHP} \cdot \frac{1}{10^6} \\ &= 170 \cdot 720 \cdot 10934,007 \cdot \frac{1}{10^6} = 1338,32 \text{ t} \end{aligned}$$

7.1.1.2 Aceite

Se estimará que el consumo del aceite es un 3% del total del consumo de combustible obtenido en el apartado anterior:

$$\text{Peso Aceite} = 3\% * \text{Peso Combustible} = 0,03 * 1338,32 = 40,14t$$

7.1.1.3 Agua Dulce

Para este apartado se va a tener en cuenta que Según la UNE-EN ISO 15748-2.” Embarcaciones y tecnología marina. Suministro de agua potable en buques y estructuras marinas. Parte 2: Método de cálculo “. Y considerando el buque como plataforma offshore se toma un consumo de 350 l/persona al día, y dado que el buque está como máximo 30 días en la mar y que la densidad del agua es de 1 kg/l se tiene que:

$$\text{Peso Agua Dulce} = n^{\circ} \text{ Tripulantes} * \text{Días} * 350 \frac{l}{\text{Persona} * \text{día}} * 10^{-3} \frac{t}{l}$$

Siendo:

$n^{\circ} \text{ Tripulantes} = 90$, dato reflejado en la RPA

$$\text{Peso Agua Dulce} = 90 * 350 * 30 * 10^{-3} = 945 t$$

Esta capacidad puede variar en el Cuaderno 12.

7.1.1.4 Víveres

Para este cálculo se estimarán 5kg por tripulante al día

$$\begin{aligned} \text{Peso Víveres} &= n^{\circ} \text{ Tripulantes} * 5 \frac{kg}{\text{Tripulante} * \text{Día}} * \text{Días} * 10^{-3} \frac{kg}{t} = \\ &= 90 * 5 * 30 * 10^{-3} = 13,5 t \end{aligned}$$

7.1.1.5 Total Consumos

$$\begin{aligned} \text{Peso Consumos} &= \text{Peso Combustible} + \text{Peso Aceite} + \text{Peso Agua Dulce} + \text{Peso Víveres} = \\ &= 1338,32 + 40,14 + 945 + 13,5 = 2336,96 t \end{aligned}$$

$$\text{Peso Consumos} \approx 2337 t$$

7.1.2 Tripulación

En este apartado, se supondrá un peso por tripulante de 125kg

$$\begin{aligned} \text{Peso Tripulación} &= n^{\circ} \text{ Tripulantes} * \text{Peso Por Tripulante} = \\ &= 90 * 125 = 11250kg = 11,25 t \end{aligned}$$

7.1.3 Pertrechos

Para este apartado, se tiene en cuenta que el peso de los pertrechos varía en función del tamaño del buque, entre 10-100 t, y para este caso se tomará el valor de 100 t como caso más desfavorable.

$$\text{Peso Pertrechos} = 100 t$$

7.1.4 Carga útil

Como se ha mencionado anteriormente, se tiene que:

$$PM = \text{Peso Muerto} = \text{Consumos} + \text{Carga útil} + \text{Tripulación} + \text{Pertrechos}$$

De modo que:

$$\begin{aligned} \text{Carga útil} &= PM - \text{Consumos} - \text{Tripulación} - \text{Pertrechos} = \\ &8000 - 2337 - 11,25 - 100 = 5551,75 \text{ t} \end{aligned}$$

7.2 Peso en Rosca

Para este cálculo vamos a utilizar los datos ya calculados previamente en la generación de alternativas de la siguiente manera:

$$PQi = Kpq * BHPi$$

$$PSi = K * Li * Bi * Di * \left(\frac{Li}{Di}\right)^{0,5}$$

$$PERi = K * Li^{1,3} * Bi^{0,8} * Di^{0,3}$$

Siendo:

$$Kpq = 0,17$$

$$K = 0,045$$

i = cada alternativa, por tanto, para nuestro caso sería la 107, por tanto, para L , B , D y BHP se cogen los valores para dicha alternativa:

PQ	PS=K*L*B*D*(L/D)^(0,5)	Per=k*L^1,3*B^0,8*D^0,3
1858,78119	9158,81	1014,72

$$Li = 133,61m$$

$$Bi = 38,74m$$

$$Di = 11,57m$$

$$BHPi = 10934,007 \text{ KW}$$

Como se ha mencionado anteriormente:

$$PR = \text{Peso en Rosca} = PS + PER + PQ = 1858,8 + 9158,81 + 1014,72 = 12032,31t$$

Con este dato, procedemos a comprobar si el Peso Muerto y el Peso en Rosca se corresponde con el desplazamiento obtenido previamente:

$$\Delta = PR + PM$$

$$26091,21 = 12032,31 + PM$$

$$PM = 26091,21 - 12032,31 = 14.058,9 \text{ TPM}$$

Como se puede ver, cumplimos con la condición de 8000TPM con bastante margen.

Se tiene un peso muerto muy superior al buscado, ya que en el momento de dimensionamiento en el que se encuentra el buque proyecto, no se han tenido en cuenta muchos pesos para el Peso en Rosca que se tendrán en cuenta en cuadernos posteriores, como pueden ser las grúas, el peso más específico de los equipos, pesos de la habilitación, etc. Además de no tener muy afinado el peso en rosca del buque proyecto, tampoco se tiene definida de forma precisa el desplazamiento del buque, por tanto, estos pesos se verán sometidos a modificaciones en el resto de los cuadernos, pero como se verá, el peso muerto del buque proyecto, será más próximo a las 8000TPM que se establecen en la RPA.

8 CÁLCULO DEL FRANCOBORDO

El francobordo tiene el objetivo de garantizar la flotabilidad del buque. Se va a realizar el cálculo del Francobordo con el “Convenio internacional sobre líneas de carga de 1966 y Protocolo de 1988”

Para este cálculo vamos a seguir los siguientes pasos:

8.1 REGLA 2: “APLICACIÓN”

- 1) A los buques de propulsión mecánica y a las barcasas, gabarras y otras embarcaciones sin medios propios de propulsión, se les asignarán francobordos de acuerdo con lo previsto en las reglas 1 a 40, inclusive.

8.2 REGLA 3: “DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS USADOS EN LOS ANEXOS”

8.2.1 REGLA 3.1: “ESLORA”

- b) En los buques sin mecha de timón, se tomará como eslora (L) el 96% de la flotación correspondiente al 85% del puntal mínimo de trazado.

$$D = 11,57 \text{ m}$$

$$D_{85\%} = 9,83 \text{ m}$$

$$L_{wl0,85} = 128,27 \text{ m}$$

$$L_{96\%} = 123,14 \text{ m}$$

Como no se tiene las formas del buque proyecto en esta fase de diseño, la eslora del buque en la línea de agua al 85% del puntal se ha supuesto el 96% de la total y para la eslora de francobordo, se supone el 96% de la eslora en la flotación.

8.2.2 REGLA 3.3: “CENTRO DEL BUQUE”

El centro del buque será el punto medio de la eslora (L).

El punto medio de la eslora será de:

$$\frac{L}{2} = 64,135 \text{ m}$$

8.2.3 REGLA 3.4: “MANGA”

A menos que se indique expresamente otra cosa, la manga (B) será la manga máxima del buque, medida en el centro del mismo hasta la línea de trazado de la cuaderna, en los buques de forro metálico, o hasta la superficie exterior del casco, en los buques con forro de otros materiales.

$$B = 38,74 \text{ m}$$

8.2.4 REGLA 3.6: “PUNTAL DE FRANCOBORDO”

- a) El puntal de francobordo (D) será el puntal de trazado en el centro del buque más el espesor de la cubierta de francobordo en el costado.

$$D = D_{\text{trazado}} + t_{\text{cubierta}} = 11,57 \text{ m}$$

8.2.5 REGLA 3.7: “COEFICIENTE DE BLOQUE”

a) El coeficiente de bloque (C_b) vendrá dado por la fórmula:

$$C_b = \frac{\nabla}{L * B * d_1}$$

Donde:

∇ será el volumen del desplazamiento de trazado del buque, excluidos los apéndices, en un buque de forro metálico, y el volumen de desplazamiento de la superficie exterior del casco en los buques con forro de cualquier otro material, ambos tomados a un calado de trazado d_1 ; siendo:

d_1 el 85% del puntal mínimo de trazado.

Se necesita conocer el valor del volumen al puntal mínimo de trazado calculado previamente. Para el cálculo del volumen a este puntal, se calcula de manera aproximada usando las dimensiones del buque, y se obtiene:

$$\nabla = 45000 \text{ m}^3$$

Los datos que se utilizarán son los siguientes:

$$L_{96\%} = 123,14 \text{ m}$$

$$B = 38,74 \text{ m}$$

$$d_1 = 9,835 \text{ m}$$

$$\nabla = 45000 \text{ m}^3$$

Por tanto:

$$C_b = \frac{45000}{123,14 * 38,74 * 9,835} = 0,92$$

8.2.6 REGLA 3.9: “CUBIERTA DE FRANCOBORDO”

a) La cubierta de francobordo será normalmente la cubierta completa más alta expuesta a la intemperie y a la mar, dotada de medios permanentes de cierre en todas las aberturas en la parte expuesta de la misma, y bajo la cual todas las aberturas en los costados del buque están dotadas de medios permanentes de cierre estanco.

La cubierta de francobordo del buque proyecto será la cubierta intemperie situada a 11,57 m. Esta cubierta intemperie es donde se situarán las diferentes partes de los aerogeneradores.

8.2.7 REGLA 3.10: “SUPERESTRUCTURA”

- a) Una superestructura será una construcción provista de techo y dispuesta encima de la cubierta de francobordo, que se extienda de banda a banda del buque o cuyo forro lateral no esté separado del forro del costado más de un 4% de la manga (B).
- d) La longitud de una superestructura (S) será la longitud media de la parte de superestructura situada dentro de la eslora (L).
- e) PUENTE. El puente será una superestructura que no se extienda hasta la perpendicular de proa, ni tampoco hasta la perpendicular de popa.

8.3 REGLA 27: “TIPO DE BUQUE”

- 1) Para el cálculo de francobordo los buques se dividirán en dos tipos: “A” y “B”.

BUQUES TIPO “A”

- 2) Buque de tipo “A” será el que:
 - a) Haya sido proyectado para transportar solamente cargas líquidas a granel;
 - b) Tenga una gran integridad en la cubierta expuesta y sólo pequeñas aberturas de acceso a los compartimentos de carga, cerradas por tapas de acero u otro material equivalente, estancas y dotadas de frisas; y
 - c) Tenga una baja permeabilidad de los espacios de carga llenos.

BUQUES TIPO “B”

- 5) Los buques que no se ajusten a lo dispuesto para los buques de tipo “A” se considerarán de tipo “B”.

Este buque, la carga para la que ha sido proyectado, como se ha explicado en cuadernos previos, es el transporte de aerogeneradores, por tanto, no está destinado para cargas líquidas a granel como se expone para los buques de tipo “A”. Como no se ajusta el buque proyecto a los requerimientos del buque tipo “A”, se trabajará como buque tipo “B”.

8.4 Regla 27. Tipos de Buques

Se escoge buque Tipo B ya que no es de transporte de carga líquida a granel (Tipo A)

8.5 Regla 28. Tablas de Francobordo

El Francobordo Tabular para los buques tipo B se determinará por medio de la siguiente tabla:

Eslora del buque (m)	Francobordo (mm)	Eslora del buque (m)	Francobordo (mm)	Eslora del buque (m)	Francobordo (mm)
24	200	65	644	106	1401
25	208	66	659	107	1421
26	217	67	674	108	1440
27	225	68	689	109	1459
28	233	69	705	110	1479
29	242	70	721	111	1500
30	250	71	738	112	1521
31	258	72	754	113	1543
32	267	73	769	114	1565
33	275	74	784	115	1587
34	283	75	800	116	1609
35	292	76	816	117	1630
36	300	77	833	118	1651
37	308	78	850	119	1671
38	316	79	868	120	1690
39	325	80	887	121	1709
40	334	81	905	122	1729
41	344	82	923	123	1750
42	354	83	942	124	1771
43	364	84	960	125	1793
44	374	85	978	126	1815
45	385	86	996	127	1837
46	396	87	1015	128	1859
47	408	88	1034	129	1880
48	420	89	1054	130	1901
49	432	90	1075	131	1921
50	443	91	1096	132	1940
51	455	92	1116	133	1959
52	467	93	1135	134	1979
53	478	94	1154	135	2000
54	490	95	1172	136	2021
55	503	96	1190	137	2043
56	516	97	1209	138	2065
57	530	98	1229	139	2087
58	544	99	1250	140	2109
59	559	100	1271	141	2130
60	573	101	1293	142	2151
61	587	102	1315	143	2171
62	601	103	1337	144	2190
63	615	104	1359	145	2209
64	629	105	1380	146	2229

Tabla 4: Francobordo Tabular-Tipo B

Para calcular el Francobordo Tabular se calcula entrando en la tabla mostrada con anterioridad y en función de la Eslora, se saca el valor del francobordo, es este caso, se ha de hacer una interpolación.

El valor de la eslora con el que se entra en la tabla es el valor de los 123,14 m

De este modo, se obtiene el siguiente valor obtenido:

$$FB_{tab} = 1753mm$$

8.6 Regla 30. Corrección por Coeficiente de Bloque

Se aplica corrección cuando el C_b es superior a 0,68. Por tanto, se aplica corrección en este caso.

El Francobordo Tabular calculado en la regla 28, después de ser modificado por reglas anteriores si procede, se multiplica por el factor de corrección de esta regla:

$$\frac{Cb + 0,68}{1,36}$$

$$\frac{0,921 + 0,68}{1,36} = 1,1772$$

$$\text{Regla 30} = 1,1772 * FB_{tab} - FB_{tab} = 1,1772 * 1798 - 1798 = 311mm$$

8.7 Regla 31. Corrección por Puntal

Cuando D exceda de L/15, el francobordo aumentará en:

$$\left(D - \frac{L}{15}\right) * R$$

Si $L \geq 120 \rightarrow R = 250$

Como nuestra eslora superior a 120m, vamos a utilizar $R = 250$, por tanto:

$$\left(11,57 - \frac{123,2}{15}\right) * 250$$

Se han utilizado los valores del puntal y la eslora indicados previamente.

$$\text{Regla 31} = 841mm$$

8.8 Regla 33. Altura normal de las superestructuras

La altura normal de una superestructura será la que se indica en la tabla siguiente:

Altura normal (en m)		
L (m)	Cubierta de saltillo	Todas las demás superestructuras
30 o menos	0,9	1,8
75	1,2	1,8
125 o más	1,8	2,3

Tabla 5: Alturas normales de Superestructura

Como la Eslora del buque es de más de 125m, las alturas de las superestructuras son de 2,3m

8.9 Regla 34/35. Longitud Efectiva de las Superestructuras

La longitud efectiva de una superestructura cerrada de altura normal será su longitud real.

En aquellos casos que la superestructura cerrada esté retranqueada con respecto a los costados del buque en la medida de lo permitido, su longitud efectiva será su longitud modificada por la relación b/Bs.

8.10 Regla 37. Reducción por superestructura y troncos

Cuando la longitud total efectiva de superestructuras y troncos sea inferior a 1L, la reducción será un porcentaje obtenido en la siguiente tabla:

	Longitud efectiva total de superestructuras y troncos										
	0	0,1L	0,2L	0,3L	0,4L	0,5L	0,6L	0,7L	0,8L	0,9L	1L
Porcentaje de reducción para todos los tipos de superestructuras	0	7	14	21	31	41	52	63	75,3	87,7	100

Tabla 6: Porcentaje de reducción para buques de los tipos "A" y "B"

Con la longitud efectiva de superestructuras obtenida, se calcula la reducción por interpolación.

Para poner a medir la superestructura, en primer lugar, es necesario definir qué se considera superestructura:

REGLA 3.10

a) Una superestructura será una construcción provista de techo y dispuesta encima de la cubierta de francobordo, que se extienda de banda a banda del buque o cuyo forro lateral no esté separado del forro del costado más de un 4% de la manga (B).

d) La longitud de una superestructura (S) será la longitud media de la parte de superestructura situada dentro de la eslora (L).

e) PUENTE. El puente será una superestructura que no se extienda hasta la perpendicular de proa, ni tampoco hasta la perpendicular de popa.

La superestructura y el puente se han medido de manera aproximada sobre el buque base, extrapolando las dimensiones medidas de la superestructura del buque base a las dimensiones del buque proyecto, por tanto, las dimensiones de la superestructura en este caso serán algo distintas a las reales, pero servirán como una primera aproximación

$$L_{efectiva} = 14,309m,$$

Este valor equivale a 0,1162 veces la eslora, interpolando en la "Tabla 6" obtenemos el 8% de reducción

$$Regla\ 37 = \%Reducción * Reducción_{FB}$$

$$\text{Como } L = 123,14\ m > 122m; Reducción_{FB} = 1070mm$$

$$Regla\ 37 = 8,2\% * 1070 = 88mm\ de\ reducción$$

8.11 Regla 38. Arrufo

Se ha de aumentar el francobordo debido a un defecto en el arrufo.

El aumento se calculará de la siguiente manera:

$$R38 = \left(0,75 - \left(\frac{S'}{2 * L} \right) \right) * \delta Arrufo$$

$$S' = \left(\frac{y * L'}{3 * L} \right)$$

Siendo:

Y=Diferencia entre la altura real y normal de la superestructura en la perpendicular de proa

La diferencia de altura de la superestructura es de 4719mm metros, puesto que, al medir la altura de la superestructura, se ha obtenido que tiene unos 7 metros de altura y a ellos se le resta la altura estándar de la superestructura, que es de 2281mm metros.

L'=Longitud media de la parte cerrada de la toldilla o castillo

L= Eslora del buque.

Se obtiene las siguientes correcciones:

A Popa: -3406mm (arrufo real-normal)

Variación de arrufo a popa: $\frac{-3406}{8} - 380 = -805mm$

El segundo sumando viene de un exceso de arrufo en popa.

A Proa: 6901mm (Arrufo real-normal)

Variación de arrufo en proa: $\frac{-6901}{8} + 184 = -667mm$

El segundo sumando viene por el exceso del arrufo en proa por un castillo.

Variación media de arrufo:

$$\delta Arrufo = \frac{-805 - 667}{2} = -736mm$$

$$S' = 14,403m = \text{Eslora de suprerestructuras cerradas}$$

$$L = 123,14 m = \text{Eslora de Francobordo}$$

$$R38 = \left(0,75 - \left(\frac{14,403}{2 * 123,14} \right) \right) * (-736)$$

$$\text{Regla 38} = -509mm$$

8.12 Regla 39.1 Altura mínima de proa y flotabilidad de reserva

La altura de proa (Fb), definida como la distancia vertical en la perpendicular de proa entre la línea de flotación correspondiente al francobordo de verano asignado y al asiento proyectado y a la parte superior de la cubierta de intemperie en el costado, no será inferior a:

$$Fb = \left(6075 * \left(\frac{L}{100} \right) - 1875 * \left(\frac{L}{100} \right)^2 + 200 * \left(\frac{L}{100} \right)^3 \right) * (2,08 + 0,609 * Cb - 1,603 * Cwf - 0,0129 * \left(\frac{L}{d1} \right))$$

Siendo:

Fb: Altura mínima de proa

L: Eslora= 123,14m

B: Manga= 38,74m

Cb: Coeficiente de bloque= 0,921

d1: Calado al 85% de D= 9,835m

Cwf: Coeficiente del área de flotación a L/2: $Cwf = \frac{Awf}{\frac{L}{2} * B}$

Awf: Área de flotación a proa de L/2 para d1= 2246m²

$$Fb = 20861mm$$

$$Altura\ de\ proa = 16m$$

La altura de proa es la medida desde la línea base hasta la cubierta principal (de francobordo) más la altura a la cubierta castillo, en este caso, el puntal es de 11,57m y se le suman 6 metros, la distancia hasta la cubierta castillo medida en el plano del buque base y extrapolando las medidas al buque proyecto, de modo que queda una altura de proa de 16 metros.

$$Minimum\ bow\ height\ freeboard = Fb - D * 1000 - Altura\ proa * 1000 = 4861mm$$

$$Salt\ water\ freeboard = Regla28 + Regla30 + Regla31 + Regla37 + Regla38 = 3326mm$$

Como 4861mm > 3326mm;

Como la altura mínima de proa es superior al francobordo, no corrige.

$$Regla39.1 = 0mm$$

8.13 Regla 40. Francobordos mínimos

Se calculará:

$$Salt\ water\ freeboard = 3326mm$$

$$Máximo\ calado\ de\ verano = 8244mm$$

-Francobordo de verano

$$T_{verano} = \text{mínimo entre calado de diseño y máximo calado de verano};$$

$$T_{verano} = 6050mm$$

$$Fb_{verano} = \text{mínimo francobordo de verano} + \text{máximo calado de verano} \\ - \text{calado de verano} = 3326 + 8244 - 6050 = 5520mm$$

Como el calado máximo de verano es superior al calado que se ha establecido en el buque proyecto, esto quiere decir, que se tendrá una reserva de flotabilidad, en este caso, una reserva de flotabilidad de:

8244-6050=2190mm, por tanto, si en algún momento del proyecto es necesario aumentar algo el calado, no habría problema.

-Francobordo tropical

$$Fb_{tropical} = 5520mm$$

-Francobordo de invierno

$$Fb_{invierno} = 5647mm$$

-Francobordo de invierno en el Atlántico Norte

$$F_{bian} = 5647mm$$

-Francobordo de agua dulce

$$F_{bad} = 3311mm$$

8.14 Cálculos

INTERNATIONAL CONVENTION ON LOAD LINES 1966/1988					
				128,2656	
Moulded Breadth (B)				38,74	m
Least Moulded Depth				11,57	m
85% Least Moulded Depth				9,835	m
Freeboard deck thickness at side				0	mm
Freeboard Depth (D)				11,57	m
Lenght of the waterline at 9,835 m of depth				123,14	m
Lenght betw. Perp. at 9,835 m of depth				123,14	m
Freeboard Lenght (L)				123,14	m
Volume without appendages at 9,835 m of depth				45000	m ³
Block coefficient				0,921	
Recess in freeboard deck, side to side, of <i>Upper line of the exposed deck is the freeboard deck</i>				0	m < 1m
R-27 Types of ships					<i>Applicable</i>
Type of ship (A,B,Br,B60)				B	
R-28 Tabular Freeboard					<i>Applicable</i>
<i>Table</i>					
<i>L</i>	<i>freeboard</i>	<i>L</i>	<i>freeboard</i>		
123	1750	123,14	1753		
124	1771			R-28	1753
R-29 Correction for ships under 100 m in lenght					<i>Not Applicable</i>
Effective lenght of superstructure (E)				14,403	m
Lenght of trunks				0	m
Effective lenght of superstructure (E1)				14,403	m
					R-29
R-30 Correction for block coefficient					<i>Applicable</i>
R-28	1753				
R-29		Factor		1,1772	
<i>freeboard</i>	1753				
					R-30
					311
R-31 Correction for depth					<i>Applicable</i>
Enclosed superstructure lenght					m
Height of superstructure					m
Standard Height				2,281	m
R	250	Standard Height correction			0
Correction	841				
					R-31
					841
R-32 Correction for position of deck line					<i>Not Applicable</i>
					R-32
R-32.1 Correction for recess in freeboard deck (not side to side)					<i>Not Applicable</i>
Volume of the recess					m ³
Waterplane area at 9,835 m draft					m ²
					R-32.1

Cuaderno 1: Dimensionamiento y cifra de mérito

Antonio Melo Bello- OFFSHORE JACK-UP INSTALLATION VESSEL-Proyecto 1920-28

R-38 Sheer				<i>Applicable</i>	
Standard Sheer Profile					
<i>Station</i>	<i>Ordinate</i>	<i>Factor</i>	<i>Product</i>		
After perpendicular	1276	1	1276		
1/6 L from A.P.	567	3	1701		
1/3 L from A.P.	143	3	429		
Amidships	0	1	0	After Sheer	3406
Amidships	0	1	0		
1/3 L from A.P.	286	3	858		
1/6 L from A.P.	1133	3	3399		
Forward perpendicular	2552	1	2552	Forward Sheer	6809
Sheer Profile					
<i>Station</i>	<i>Ordinate</i>	<i>Sum for Le=L</i>	<i>Total</i>	<i>Factor</i>	<i>Product</i>
After perpendicular	0	0	0	1	0
1/6 L from A.P.	0	0	0	3	0
1/3 L from A.P.	0	0	0	3	0
Amidships	0	0	0	1	0
Amidships	0	0	0	1	0
1/3 L from F.P.	0	0	0	3	0
1/6 L from F.P.	0	0	0	3	0
Forward perpendicular	0	0	0	1	0
				Forward Sheer	0
Forward and After corrections for Sheer be allowed					
Corrected After Product Difference		-3406			
Corrected Forward Product Difference		-6809			
Sheer credit for poop or forecastle					
	Real	Standard	Difference	s	
Forecastle	7000	2281	4719	184	
Poop	0	2281	-2281	-380	
After Sheer variation		-805			
Forward Sheer variation		-667			
Sheer variation		-736			
Total length of enclosed superstructures (S1)			14,403 m		
Extension in midships of superstructures (over L)			0 *L		
Factor	0,6915	Correction	509 mm		
Freeboard correction		509 mm			
				R-38	509

R-39.1 Minimum bow height				Applicable	
Waterplane area forward of L/2 at draught d1 (Awf)		2246,00	m2		
L	123,14	d1	9,835		
B	38,74	Cb	0,921		
		Cwf	0,9416		
Minimum bow height (Fb)		4861	mm		
Bow depth corrected for R39		16	m		
Minimum bow height freeboard		431	mm		
Salt water freeboard		3326	mm	R-39.1	0
R-39.2 Reserve of bouyancy				Applicable	
F0	1753	mm			
f1	1,1772				
f2	841	mm			
fmin	2905	mm			
Minimum projected area		78,8	m2		
Actual projected area		110,45	m2		
Freeboard correction		0	mm	R-39.2	0

Como conclusión, tenemos los siguientes datos obtenidos:

R-40 Minimum freeboards				Applicable	
Minimum freeboard without R-32		50	mm		
R-28	1753	mm	Freeboard in Salt Water	3326	mm
R-29		mm			
R-30	311	mm	Minimum Summer Freeboard	3326	mm
R-31	841	mm	Maximum Summer Draught	8244	mm
R-32.1		mm			
R-37	-88	mm	Maximum Scantling Draught	6050	mm
R-38	509	mm	Maximum Stability Draught	6050	mm
Sum	3326	mm			
R-39.1	0	mm	Summer Freeboard	5520	mm
R-39.2	0	mm	Summer Draught	6050	mm
Sum	3326	mm	Tropical Freeboard	5520	mm
			Winter Freeboard	5647	mm
R-32	0	mm	Winter N. Atlantic Freeboard	5647	mm
			Fresh Water	3311	mm
Displacement at 6,05 m	26091,21	ton			
TPCM at 6,05 m	43,12	ton/cm			

Como se puede ver, El calado máximo de verano es mucho superior al calado de escantillonado que se tiene como dato, lo que indica que se tiene reserva de flotabilidad:

$$\text{Máximo Calado de Verano} - \text{Máximo calado de escantillonado} = 8244 - 6050 = 2190\text{mm}$$

Por tanto, los 2190mm es lo que se tendrá de reserva de flotabilidad.

9 ESTIMACIÓN DE POTENCIA PROPULSORA

Para este apartado se va a emplear el Software NavCad:

9.1 Cálculo de la Resistencia

Para la parte de Resistencia se han utilizado los datos del buque obtenido en la alternativa, como se ha visto con anterioridad, como se puede ver en la parte del programa, se han utilizado:

Configuración “Monohull”, ya que estamos trabajando con un barco de un casco.

$L_{wl} = 125,19m$ es la eslora de la flotación, que como se carece de datos suficientes, se ha utilizado la eslora entre perpendiculares obtenida.

$B_{wl} = 38,74m$, de la misma manera que la eslora, en la manga se ha utilizado la manga total.

$T_{diseño} = 6,05m$, como en los datos anteriores que se carece de información ya que estamos en una etapa preliminar del diseño, se utiliza el calado obtenido en la alternativa.

$\Delta = 26091,21 t$ este es el desplazamiento obtenido en la generación de alternativas correspondiente a nuestra alternativa.

Centro de la Nariz del bulbo = $4m$, la nariz del bulbo, queda un poso por encima de la mitad del calado de diseño.

Distancia de popa a la nariz del bulbo = $L_{pp} = 125,19m$

LCB y LCF fwd TR son datos que proporciona el propio software

Área sección Máxima, corresponde con el área de la maestra, es un dato que proporciona el software.

Área de la sección del bulbo = $7\% * \text{Área sección Máxima} = 16,4 m^2$

Semiángulo de entrada, es un dato proporcionado por el programa también

$D_{máx} = 3200mm$ este es el diámetro máximo para el propulsor, es un dato que se ha tomado del buque de referencia para usar en la alternativa obtenida.

Como se puede observar, todos estos datos están incluidos en la parte de “Hull Data” para el cálculo de la Resistencia.

Resistance

19 oct 2019 12:52

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name offshore.honc

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m2
Length on WL:	125,190 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 3,232] 38,740 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 6,403] 6,050 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,867] 26091,21 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 3,113] 5554,100 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,480] 60,091 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,520] 65,099 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,999] 234,143 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,926] 4491,430 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	16,400 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	4,000 m	Max prop diameter:	3200,0 mm
Bulb nose fwd TR:	125,190 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,000 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	69,32 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 ID00191019-0052

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0639.U1002

Imagen 6: Datos del Casco-Resistencia

Resistance
19 oct 2019 12:52
HydroComp NavCad 2018

Project ID
Description
File name offshore.henc

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 diameter:	3200,0 mm	Projected area:	0,000 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,000 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:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	0	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,000 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	Environment data	
LE sweep:	0,00 deg	Wind	
Projected area:	0,000 m2	Wind speed:	0,00 kt
Wetted surface:	0,000 m2	Angle off bow:	0,00 deg
Environment data		Gradient correction:	Off
Wind		Seas	
Exposed hull		Significant wave ht:	7,350 m
Transverse area:	720,378 m2	Modal wave period:	6,0 sec
VCE above WL:	0,000 m	Shallow/channel	
Profile area:	877,662 m2	Water depth:	0,000 m
Superstructure		Type:	Shallow water
Superstructure shape:	Cargo ship	Channel width:	0,000 m
Transverse area:	480,252 m2	Channel side slope:	0,00 deg
VCE above WL:	0,000 m	Hull girth:	0,000 m
Profile area:	877,662 m2		

Imagen 7: Datos de Apéndice y Condiciones Meteorológicas-Resistencia

Para la parte de apéndices se ha supuesto un 5%, ya que es un valor bastante usual para este apartado.

Para las condiciones meteorológicas se ha supuesto que no hay viento ni se ha puesto una profundidad ni característica del mar, ya que se quiere obtener la resistencia en aguas libres.

Resistance 19 oct 2019 12:52 HydroComp NavCad 2018		Project ID Description File name offshore.henc																			
Analysis parameters																					
Vessel drag Technique: [Calc] ITTC-78 (CT) Prediction: [Off] Holtrop Reference ship: Model LWL: Expansion: Standard Friction line: [On] ITTC-57 Hull form factor: [Off] 1,778 Speed corr: [Off] Spray drag corr: [Off] Corr allowance: [Off] ITTC-78 (v2008) Roughness [mm]: [Off]		Added drag Appendage: [Calc] Percentage Wind: [Off] Seas: [Off] Shallowchannel: [Off] Towed: [Off] Margin: [Calc] Hull + added drag [15%] Water properties Water type: Salt Density: 1026,00 kg/m3 Viscosity: 1,18920e-6 m2/s																			
Prediction method check [Holtrop]																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parameters</th> <th>FN [design]</th> <th>CP</th> <th>LWL/BWL</th> <th>BWL/T</th> <th>Lambda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Value</td> <td>0,15</td> <td>0,87</td> <td>3,23°</td> <td>6,40°</td> <td>1,18°</td> </tr> <tr> <td>Range</td> <td>0,06-0,24</td> <td>0,55-0,85</td> <td>3,90-14,90</td> <td>2,10-4,00</td> <td>0,01-1,07</td> </tr> </tbody> </table>				Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda	Value	0,15	0,87	3,23°	6,40°	1,18°	Range	0,06-0,24	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-1,07
Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda																
Value	0,15	0,87	3,23°	6,40°	1,18°																
Range	0,06-0,24	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-1,07																
Prediction results																					
SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS																			
SPEED [kt]	FN	FV	RN	CF	[C/CF]	CR	dCF	CA	CT												
2,00 !	0,029	0,061	1,08e8	0,002039	1,778	0,000001	0,000000	0,000528	0,004191												
4,00 !	0,059	0,121	2,17e8	0,001868	1,778	0,000001	0,000000	0,000538	0,003861												
6,00	0,088	0,182	3,25e8	0,001789	1,778	0,000001	0,000000	0,000525	0,003671												
7,00	0,103	0,212	3,79e8	0,001733	1,778	0,000001	0,000000	0,000517	0,003599												
8,00	0,117	0,242	4,33e8	0,001703	1,778	0,000001	0,000000	0,000509	0,003538												
9,00	0,132	0,273	4,87e8	0,001677	1,778	0,000007	0,000000	0,000500	0,003489												
+ 10,00 +	0,147	0,303	5,42e8	0,001654	1,778	0,000027	0,000000	0,000492	0,003460												
11,00	0,162	0,333	5,96e8	0,001634	1,778	0,000078	0,000000	0,000484	0,003467												
12,00	0,176	0,364	6,50e8	0,001616	1,778	0,000189	0,000000	0,000477	0,003539												
13,00	0,191	0,394	7,04e8	0,001600	1,778	0,000398	0,000000	0,000469	0,003711												
RESISTANCE																					
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]													
2,00 !	12,64	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	1,99	15,26													
4,00 !	46,39	2,33	0,00	0,00	0,00	0,00	7,34	56,25													
6,00	99,65	4,98	0,00	0,00	0,00	0,00	15,70	120,33													
7,00	132,99	6,65	0,00	0,00	0,00	0,00	20,95	160,58													
8,00	170,73	8,54	0,00	0,00	0,00	0,00	26,89	206,16													
9,00	213,10	10,66	0,00	0,00	0,00	0,00	33,56	257,32													
+ 10,00 +	260,90	13,05	0,00	0,00	0,00	0,00	41,09	315,04													
11,00	316,38	15,82	0,00	0,00	0,00	0,00	49,83	382,03													
12,00	384,27	19,21	0,00	0,00	0,00	0,00	60,52	464,00													
13,00	472,93	23,65	0,00	0,00	0,00	0,00	74,49	571,06													
EFFECTIVE POWER																					
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBAREW																
2,00 !	13,0	15,7	0,00001	0,05730	0,00005																
4,00 !	95,9	115,8	0,00001	0,05279	0,00018																
6,00	307,6	371,4	0,00001	0,05019	0,00039																
7,00	478,9	578,3	0,00001	0,04921	0,00052																
8,00	702,7	848,5	0,00002	0,04837	0,00067																
9,00	986,7	1191,4	0,00010	0,04770	0,00083																
+ 10,00 +	1342,2	1620,7	0,00038	0,04730	0,00102																
11,00	1790,3	2151,8	0,00107	0,04740	0,00124																
12,00	2372,2	2864,5	0,00259	0,04838	0,00150																
13,00	3162,8	3819,1	0,00544	0,05073	0,00185																

Imagen 8: Tabla Resultados- Resistencia

Como se puede ver en las imágenes se ha estudiado la resistencia del buque a diferentes velocidades, pero las más representativas son la velocidad de 10kn y 12kn ya que una es la velocidad de tránsito y la otra la máxima, respectivamente. Aunque el buque vaya a navegar habitualmente a 10kn, se ha de tener en cuenta también la resistencia que va a tener a la velocidad máxima, ya que habrá momentos en los que vaya a esa velocidad.

$$R_{total_{10kn}} = 315,04kN$$

$$R_{total_{12kn}} = 464,00kN$$

Se puede apreciar en los resultados obtenidos que la resistencia para 12kn es considerablemente superior a la obtenida para 10kn, por tanto, se ha de tener en consideración la resistencia para 12kn.

A continuación, se muestra la gráfica de la resistencia total en función de las velocidades:

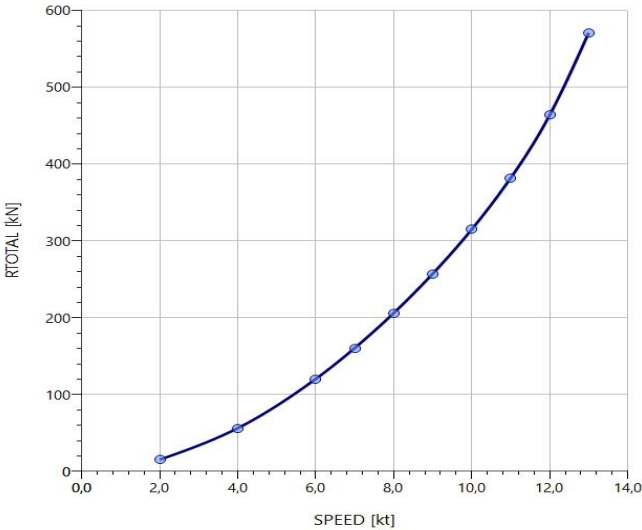


Imagen 9: Gráfica Resistencia Total

9.2 Cálculo de la Potencia

Para la parte de la potencia se han utilizado los datos ya mencionados en el apartado anterior en cuanto a “Hull Data”.

Para los datos del propulsor, se ha seleccionado en el propio programa la característica de “Size” y se han añadido los siguientes datos:

$$N^{\circ} \text{ de palas} = 4$$

Inmersión del eje = 2050mm, este dato se ha obtenido midiendo desde la línea de flotación al eje del propulsor.

Se ha utilizado para el cálculo el Método de Holtrop para “Hull-Propulsor interaction” (*Imagen 11*) y para la cavitación el método de Keller, ya que estos métodos eran los que le programa estimaba como más óptimos.

Propulsion		Project ID	
19 oct 2019 12:19		Description	
HydroComp NavCad 2018		File name offshore.henc	
Hull data			
General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m2
Length on WL:	125,190 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 3,232] 38,740 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 6,403] 6,050 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,867] 26091,21 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 3,113] 5554,100 m2	Chine beam:	0,000 m
ITC-78 (C1)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,480] 60,091 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,520] 65,099 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,999] 234,143 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,926] 4491,430 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	16,400 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	4,000 m	Max prop diameter:	3200,0 mm
Bulb nose fwd TR:	125,190 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,000 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	69,32 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:	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:	Kaplan 19A	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By thrust	KTKQ corrections:	Standard
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	4	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,5500 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	3200,0 mm [Size]	Blade T/C [0,7R]:	Standard
Propeller mean pitch:	[PID 1,3542] 4333,6 mm [Size]	Roughness:	Standard
Hub immersion:	2050,0 mm	Cav breakdown:	Off
		Nozzle L/D:	Standard
Engine/gear		Design condition [By thrust]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	3200,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	10,00 kt
Engine data:	Generic DC motor	Reference thrust:	103,94 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	90,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	106,7 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,980		

Imagen 10: Datos Casco y Propulsor-Propulsión

Propulsion

19 oct 2019 12:19

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name offshore.honc

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:	3200,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,778	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,00	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[On]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,15	0,87	3,23*	6,40*
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]
2,00 !	15,7	0,1513	0,2423	0,9874	22	7,5	0,0	---	---
4,00 !	115,8	0,1509	0,2423	0,9874	44	55,0	0,0	---	---
6,00	371,4	0,1500	0,2423	0,9874	65	176,4	0,0	---	---
7,00	578,3	0,1497	0,2423	0,9874	75	274,7	0,0	---	---
8,00	848,5	0,1494	0,2423	0,9874	86	403,1	0,0	---	---
9,00	1191,4	0,1491	0,2423	0,9874	96	566,1	0,0	---	---
+ 10,00 +	1620,7	0,1489	0,2423	0,9874	107	770,2	0,0	---	---
11,00	2161,8	0,1487	0,2423	0,9874	117	1027,6	0,0	---	---
12,00	2864,5	0,1486	0,2423	0,9874	129	1362,1	0,0	---	---
13,00	3819,1	0,1484	0,2423	0,9874	141	1817,9	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
2,00 !	0,6069	0,5243	0,54281	5,03	15,26				
4,00 !	0,6092	0,5260	0,52282	18,56	56,24				
6,00	0,6101	0,5263	0,51005	39,70	120,33				
7,00	0,6103	0,5263	0,50503	52,98	160,57				
8,00	0,6105	0,5262	0,50068	68,02	206,16				
9,00	0,6106	0,5261	0,49714	84,90	257,32				
+ 10,00 +	0,6106	0,5261	0,49498	103,94	315,04				
11,00	0,6106	0,5259	0,4954	126,04	382,02				
12,00	0,6105	0,5257	0,50029	153,09	464,00				
13,00	0,6100	0,5252	0,5118	188,41	571,06				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
2,00 !	22	3,08	3,08	7,3	7,5	29,9	29,9	---	
4,00 !	44	11,57	11,57	53,9	55,0	220,0	220,0	---	
6,00	65	25,09	25,09	172,9	176,4	705,8	705,8	---	
7,00	75	33,65	33,65	269,2	274,7	1098,8	1098,8	838,6	
8,00	86	43,40	43,40	395,0	403,1	1612,4	1612,4	653,1	
9,00	96	54,38	54,38	554,8	566,1	2264,4	2264,4	523,2	
+ 10,00 +	107	66,73	66,73	754,8	770,2	3080,9	3080,9	427,2	
11,00	117	80,88	80,88	1007,1	1027,6	4110,5	4110,5	352,3	
12,00	129	97,73	97,73	1334,9	1362,1	5448,5	5448,5	289,9	
13,00	141	118,85	118,85	1781,6	1817,9	7271,8	7271,8	235,3	

Imagen 11: Tabla de Resultados1- Propulsión

Propulsion
19 oct 2019 12:19
HydroComp NavCad 2018

Project ID
Description
File name offshore.honc

Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
2,00 !	307,42	163,25	30,42	3,76	0,060	0,95	2,0	2,0	3046,0
4,00 !	76,79	42,74	7,93	7,36	0,082	3,56	2,0	2,0	3070,9
6,00	34,05	19,51	3,61	10,89	0,119	7,69	2,0	2,0	3086,6
7,00	25,00	14,49	2,67	12,64	0,142	10,31	2,0	2,0	3092,8
8,00	19,13	11,19	2,06	14,38	0,168	13,28	2,2	2,2	3098,1
9,00	15,10	8,91	1,64	16,12	0,198	16,63	2,8	2,8	3102,4
+ 10,00 +	12,23	7,24	1,33	17,87	0,232	20,40	3,7	3,7	3105,0
11,00	10,10	5,98	1,10	19,67	0,271	24,73	4,8	4,8	3104,5
12,00	8,48	4,97	0,92	21,58	0,318	29,90	6,3	6,3	3098,6
13,00	7,23	4,12	0,76	23,68	0,377	36,44	8,5	8,5	3084,5
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	KTN
2,00 !	0,7287	0,3336	0,06376	0,62829	0,16477	1,5999	2,6699	2,34e6	0,0555
4,00 !	0,7460	0,3220	0,06276	0,57852	0,15115	1,4732	2,4492	4,58e6	0,0491
6,00	0,7570	0,3146	0,06211	0,54895	0,1432	1,3979	2,3205	6,79e6	0,0451
7,00	0,7612	0,3116	0,06186	0,53776	0,14023	1,3694	2,2723	7,89e6	0,0435
8,00	0,7649	0,3091	0,06163	0,52826	0,13772	1,3452	2,2316	8,98e6	0,0421
9,00	0,7679	0,3070	0,06145	0,52068	0,13572	1,3259	2,1993	1,01e7	0,0410
+ 10,00 +	0,7697	0,3058	0,06134	0,51609	0,13452	1,3142	2,1798	1,12e7	0,0403
11,00	0,7693	0,3060	0,06136	0,51699	0,13475	1,3165	2,1836	1,23e7	0,0405
12,00	0,7652	0,3089	0,06161	0,52743	0,1375	1,3431	2,2281	1,35e7	0,0420
13,00	0,7555	0,3156	0,06220	0,5529	0,14426	1,408	2,3376	1,48e7	0,0456

Imagen 12: Tabla Resultados2- Propulsión

Como se ha mencionado en el apartado anterior, se ha de tener en cuenta la velocidad de tránsito y la velocidad máxima, ambas marcadas en las tablas de resultados.

Como se puede comprobar en la tabla, la velocidad de 12kn sería la velocidad que nos demanda más consumo de potencia, por lo que los motores se deberían dimensionar con la demandada a 12kn.

$$PBTOTAL_{12kn} = 5448,5 \text{ kW}$$

Esta potencia se encuentra reflejada en la “Imagen 11: Tabla de Resultados1-Propulsión”

Si analizamos esta potencia con la del buque obtenida en la alternativa, se comprueba que esta potencia es considerablemente menor (5448,5kW frente a 10934kW). Como se ha explicado con anterioridad, al calcular la potencia de propulsión por rectas de regresión, esta potencia a la hora de calcularla no tiene por qué dar la misma.

Se puede afirmar que la potencia obtenida mediante este software será una potencia más aproximada a la que seguramente se obtenga en otros cuadernos puesto que es una potencia calculada a partir de las dimensiones, resistencias... del buque, lo que significa que según se vayan puliendo los detalles del buque (al hacer las formas, variarán un poco las formas) y se obtengan datos más exactos del mismo, se podrá afinar la potencia propulsiva, pero por el momento, se tiene que el buque tendrá una potencia propulsora de:

$$BHP = 5448,5KW$$

Otro dato que se puede sacar de las tablas de resultados son:

RPM:

$$10kn = 107 \text{ RPM}(\text{óptimas})$$

$$12kn = 129 \text{ RPM}$$

A continuación, se muestra la gráfica de la Potencia en función de la velocidad:

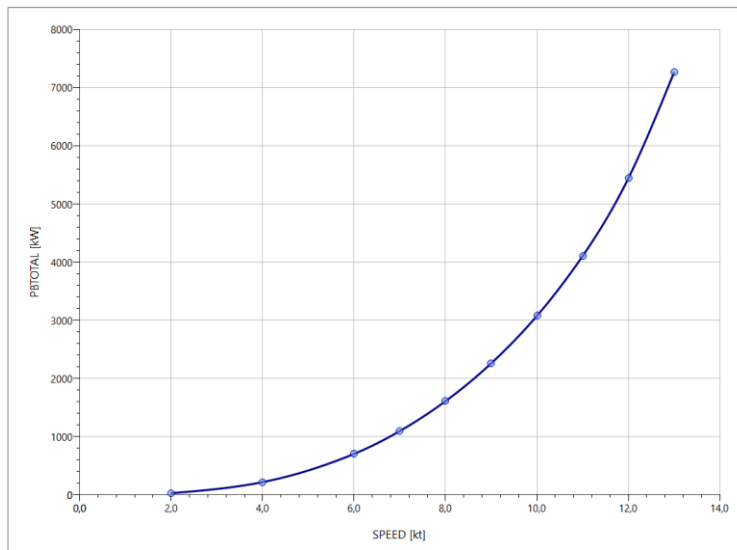


Imagen 12: Gráfica Resistencia Total

9.3 Glosario de Abreviaturas

Se añaden los significados de las abreviaturas utilizadas por el programa en la resolución de los resultados:

Resistance
19 oct 2019 12:52
HydroComp NavCad 2018

Project ID
Description
File name offshore.honc

Symbols and values

SPEED = Vessel speed
FN = Froude number [LWL]
FV = Froude number [VOL]
RN = Reynolds number [LWL]
CF = Frictional resistance coefficient
CV/CF = Viscous/frictional resistance coefficient ratio [dynamic form factor]
CR = Residuary resistance coefficient
dCF = Added frictional resistance coefficient for roughness
CA = Correlation allowance [dynamic]
CT = Total bare-hull resistance coefficient
RBARE = Bare-hull resistance
RAPP = Additional appendage resistance
RWIND = Additional wind resistance
RSEAS = Additional sea-state resistance
RCHAN = Additional shallow/channel resistance
RTOWED = Additional towed object resistance
RMARGIN = Resistance margin
RTOTAL = Total vessel resistance
PEBARE = Bare-hull effective power
PETOTAL = Total effective power
CTLR = Telfer residuary resistance coefficient
CTLT = Telfer total bare-hull resistance coefficient
RBARE/W = Bare-hull resistance to weight ratio
+ = Design speed indicator
* = Exceeds parameter limit

Imagen 14: Abreviaturas Resistencia

Propulsion
19 oct 2019 12:19
HydroComp NavCad 2018

Project ID
Description
File name offshore.hnc

Symbols and values

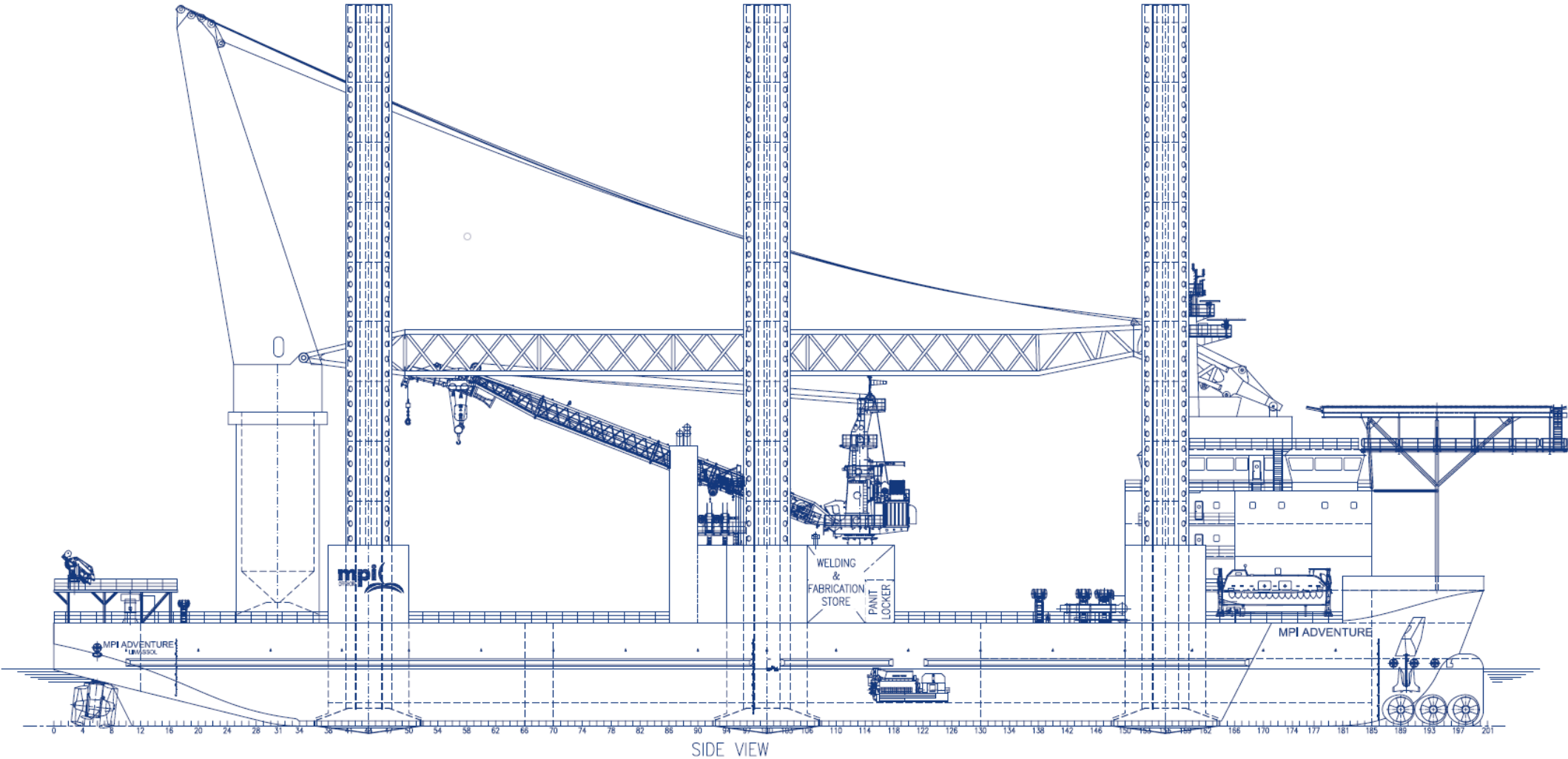
SPEED = Vessel speed
PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency
RPMENG = Engine RPM
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage 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
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

Imagen 15: Abreviaturas Propulsión

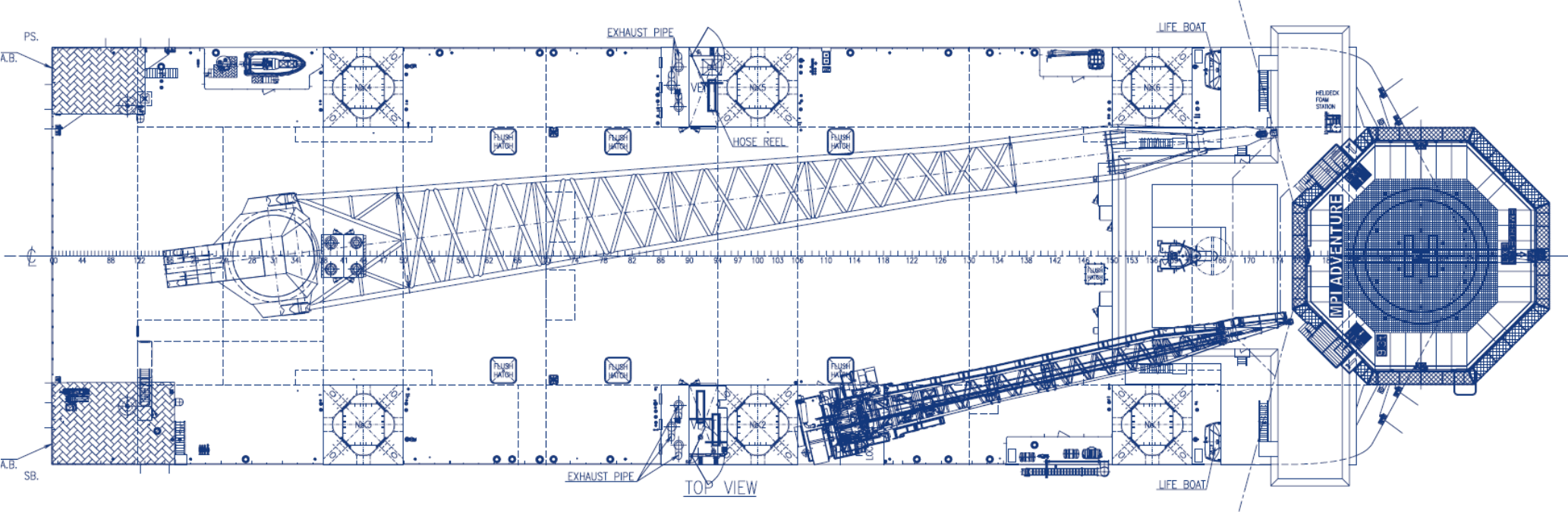
10 ANEXOS

10.1 Disposición

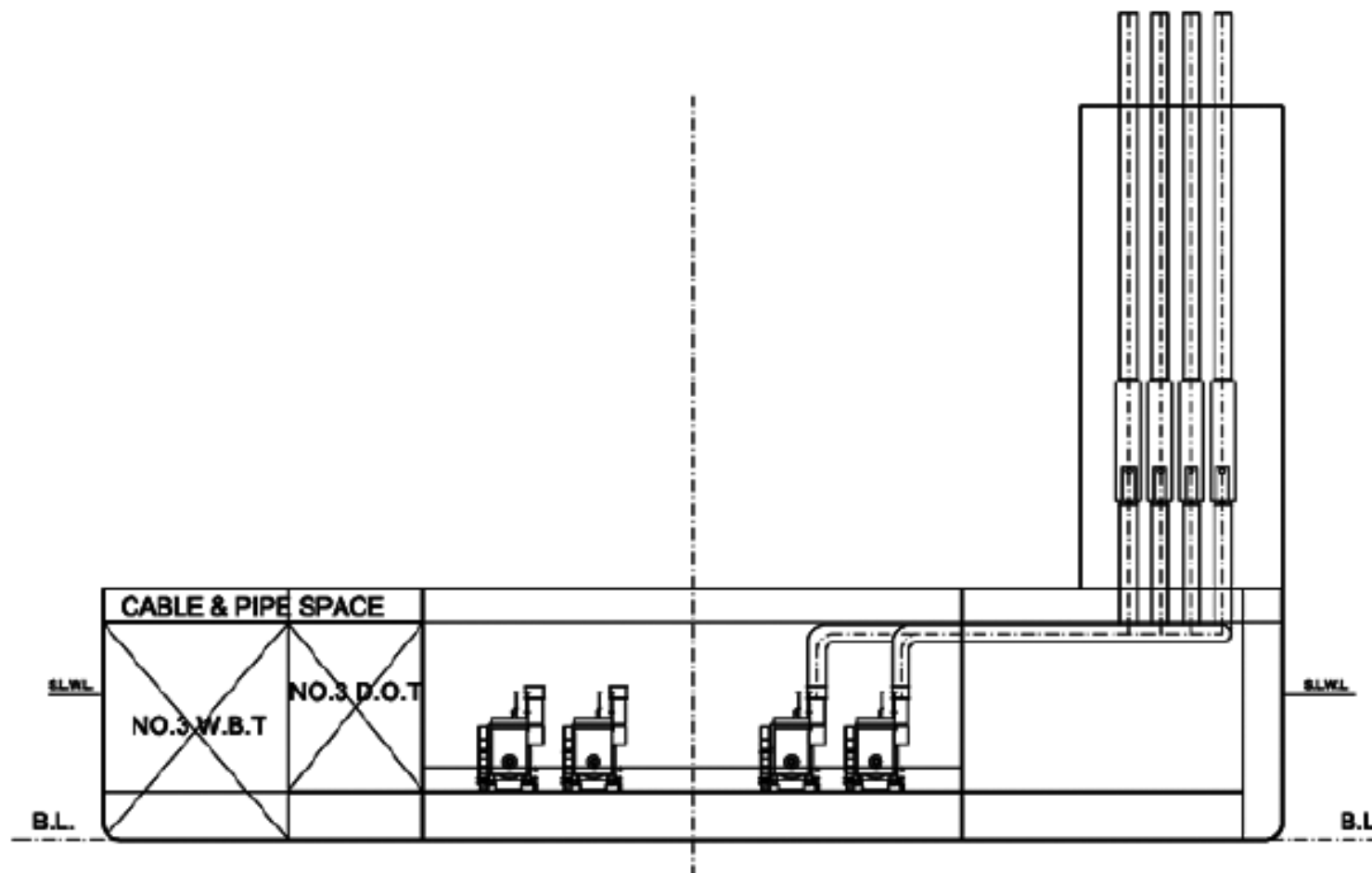
10.1.1 Perfil



10.1.2 Planta



10.1.4 Sección en Cámara de Máquinas



10.2 Base de datos

A continuación, se muestra la información de los buques para la base de datos:

VOLE AU VENT

VESSEL

Category: Jack-up vessel, Heavy Maintenance and Construction

Classification: DNV GL # 1A1 Self-elevating Wind Turbine Installation Unit SPS Crane Unit HELDK CRANE OFF-F ED DYNPOS-AUTR CLEAN

Flag: Luxembourg

Length Overall: 140.4 m (without Heli Deck)

Breadth: 41 m

Maximum Draft: 6.3 m

Moulded Depth: 9.5 m

DWT: 8,000 t

Dynamic Positioning: DP Class 2

CRANE AND JACK-UP SYSTEM

Crane Make: Liebherr CAL 45000

Max. Lifting Capacity: 1,500 t at 21.5 m
116.6 t at 104 m

Aux. Hoist: 100 t at 109.6 m (man-riding)

Cargo Deck: 3,535 m²

Max. Deck Load: 15 t/m²

Max. Cargo Weight: 6,500 t

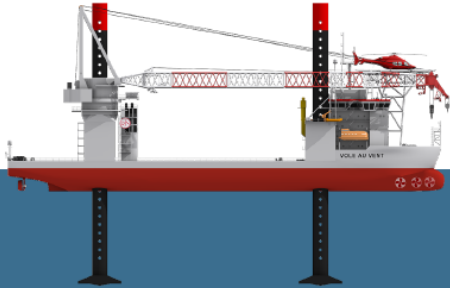
Jack-up System: Double ring for continuous jacking operation

Min. Water Depth: 7 m

Max. Water Depth: 50 m

Leg Length: 90 m

Area of Spud Cans: 4 x 124.5 m²



MACHINERY - PROPULSION

Main Gen. Sets: 6 x diesel engine 4,000 kW at 600 rpm, 3 x 6,600 V, 60 Hz

Emergency Gen. Set: 1 x air-cooled 781 kW at 1,800 rpm

Main Propulsion: 4 x azimuth thrusters 2,600 kW

Bow Thrusters: 3 x bow tunnel thrusters 2,500 kW

Transit Speed: 10 kn

Max. Speed: 12 kn

Max. endurance: 30 days

ACCOMMODATION



Accommodation: 90 persons

Heli Deck: Yes, D=22.2 m, MTOW = 12.8 t for Sikorsky 592, Sikorsky 561N, Super Puma AS 332L2

BUILDING INFORMATION

Shipyard: Crist Shipyard In Gdynia (Poland)

Delivered: December 2013




V2019-FAFR
www.jandenu.com

The content of this document is provided solely for information purposes only. Whilst it has been endeavored to procure completeness and accuracy, no warranty, express or implied, is given, in particular as to fitness for a particular purpose. In no event any Jan De Nul Group company will be liable for any whatsoever damages arising directly or indirectly from the use of or reliance on the content provided herein, even if general advice has been given/obtained and such damages may occur.

Imagen 6: VOLE AU VENT

TAILLEVENT

VESSEL

Category: Jack-up vessel, Heavy Maintenance and Construction

Classification: DNV GL # 1A1 Self-elevating Wind Turbine Installation Unit Crane Unit HELDK CRANE EO DYNPOS-AUTR CLEAN

Flag: Luxembourg

Length Overall: 138.55 m

Breadth: 40.8 m

Operation Draught: 5.22 m

Moulded Depth: 10 m

DWT: 6,000 t

Dynamic Positioning: DP Class 2 - KONGSBERG K-POS DP-21

CRANE AND JACK-UP SYSTEM

Crane Make: Giusto MSC GCC-100-HD - Pedestal Mounted

Max. Lifting Capacity: 1,000 t at 25 m

Aux. Hoist: 160 t at 70 m

Cargo Deck: 3,600 m²

Max. Deck Load: 10 t/m²

Max. Cargo Weight: 6,000 t

Jack-up System: Giusto MSC Hydraulic - 6 legs

Max. Water Depth: 40 m

Leg Length: 73.27 m



MACHINERY - PROPULSION

Main Gen. Sets: 6 x 2,560 kW

Main Propulsion: 3 x 3,250 kW azimuth thrusters

Bow Thrusters: 3 x 1,500 kW

Transit Speed: 11.7 kn

Max. endurance: 45 days

ACCOMMODATION

Accommodation: 112 persons

Heli Deck: 22.20 m diameter, 9.3 t

BUILDING INFORMATION

Shipyard: Cosco Nantong - China

Delivered: 2011







V2019-FAFR
www.jandenu.com

The content of this document is provided solely for information purposes only. Whilst it has been endeavored to procure completeness and accuracy, no warranty, express or implied, is given, in particular as to fitness for a particular purpose. In no event any Jan De Nul Group company will be liable for any whatsoever damages arising directly or indirectly from the use of or reliance on the content provided herein, even if general advice has been given/obtained and such damages may occur.

Imagen 7: TAILLEVENT



Royal IHC is developing a custom-designed heavy-lift jack-up vessel. This is in cooperation with stakeholders in the growing Asian offshore wind market including a contractor, project developers, naval architect, shipbuilder and class society. The vessel will be capable of transporting and installing equipment such as 4 x typical 3.6/4.0MW, 2 x typical 5.0/6.0MW offshore wind turbines or a 700t jacket. Furthermore, it can be utilised as a liftboat in the oil and gas market. The basic ABS-class approved design will be ready in the third quarter of 2015.

Main dimensions*		Jacking system	
Length overall	79.8m	Type	MUNS hydraulic jacking system
Width overall	38.2m	Drive	Electro-hydraulic
Distance between legs (longitudinal)	51.6m	Capacity	4,800t preload/leg
Distance between legs (transverse)	30.0m	Elevating speed (effective)	0.25m/min (recycling)
Leg length	65.0m	• Platform lifting	0.25m/min (recycling)
Hull depth	7.0m	• Platform lowering	0.6m/min
Draft	5.2m	• Leg lifting	0.6m/min
Speed		• Leg lowering	
Design speed	8.3kn	Payload	2,500t

* Dimensions subject to change. All dimensions are in meters unless otherwise stated. © 2014 IHC. All rights reserved.

Imagen 8: IHC

Lifting gear	
Main hoist SWL	800t@26m
Hoisting height above deck	105m
Auxiliary hoist SWL	100t@87m
Working deck	
Main deck area	1,900m ²
Main deck load capacity	12t/m ²
DP system	
Designed for DP operation according to DPM-2 regulations	
Propulsion	
Aft 2 azimuth thrusters	2,300kW each
Fore 2 azimuth retractable thrusters	2,000kW each
Hellideck (optional)	
Structure prepared for Sikorsky S-70 or equivalent	
Accommodation	
72 (42) people using single and double berths	
Designed by	Vuyk Engineering Rotterdam B.V., a Royal IHC subsidiary



Imagen 9: IHC

Innovation

OFFSHORE HEAVY LIFT DP2 JACK-UP VESSEL

CONSTRUCTION YEAR	2012
TYPE	Offshore Heavy Lift DP2 Jack-Up Vessel
CLASSIFICATION	Germanischer Lloyd



MAIN DIMENSIONS	length	147.50 m
	breadth	42.00 m
	depth	11.00 m
JACKING SYSTEM	type	Electrical Rack & Pinion
	capacity	31,440 ton
	pre load	4 x 18,180 ton
	speed	1.0 m/min
	leg length	89.00 m
CRANE	capacity	1,500 ton
POWER & PROPULSION	dynamic positioning propulsion	L3 DP2 4 x 3,500 kW Azimuth Thrusters 4 x 2,800 kW Tunnel Thrusters
	installed power	28,620 kW
OPERATIONAL CONDITIONS	pay load (max)	8,000 ton
	free deck area	3,400 m ²
	operating draft (max)	7.30 m
OTHER	accommodation	100 persons
	helideck	installed
	moonpools	optional
	auxiliary crane	40 ton, manriding



GeoSea

Geotechnical & Offshore Solutions

MEMBER OF THE DEME GROUP

GEOSEA NV Haven 1025 - Scheldedijk 30 | B-2070 Zwijndrecht, Belgium | T +32 3 250 53 12 | F +32 3 250 55 41
www.deme-group.com/geosea | info.geosea@deme-group.com

Imagen 10: DP2 INNOVATION

State-of-the-art Jack-up Installation Vessels Brave Tern and Bold Tern

Classification and Rules

Vessel type: Gusto MSC NG-9000C-HPE
 Class: DNV +1A1, CLEAN DESIGN NAUT-OSV(A)
 OIP-F DYNPOS-AUTR EO HELDK
 Delivery: 2012 / 2013
 Yard: Lamprell PLC, Dubai
 Flag: Republic of Malta

Principal Dimensions

Hull length o.a. [m]: 132
 Hull breadth mid [m]: 39
 Hull depth [m]: 9
 Min draft (light) [m]: 4.25 (+0.8 to spud can tip)
 Draft at max variable payload (m): 5.6 at elevated 19,200t (+0.8 to spud can tip)

Cargo Capacity

Max variable load (t): 7600
 Deck area [m²]: 3200
 Uniform deck loading [t/m²]: 5 - 10
 WIG capacity (typical): 8x3.6 MW / 4x8.0 MW
 Foundation capacity: 3-4 monopiles

Propulsion, Manoeuvring and Positioning

Aft propulsion: 3 x 3800 kW Voith Schneider propellers
 Fwd manoeuvring: 3 x 1750 kW Wärtsilä Lips tunnel thrusters
 Max speed (knots): 12
 Positioning: DP2

Operational Limitations

All year survival water depth range¹: 7.5-55m
 Operation water depth range¹: 5.5-60m
 Transit fully loaded: up to wave 3.5m Hs
 Jacking: up to wave 1.8m Hs

Main Crane

Type and location: Gusto GLC-800-ED-5 around aft port leg
 Main hook:
 Long mode: 640t at 30m outreach,
 (max height 120m at min radius)
 Short mode: 800t at 26m outreach,
 (max height 102m at min radius)
 Auxiliary hook: 50t (certified for man-riding)
 Mean wind limit (m/s): 16

Deck Cranes

2 cranes of type 20t SWL, 27m max radius
 Certified for man-riding
 1 crane of type 6t SWL, 24m max radius

Power generation

4 diesel electric Wärtsilä generators:
 1 x 12v32 5760kW, 1 x 6L32 2880kW, 2 x 9L32 4230kW
 Harbor (emergency) generator: CAT 3512B 1400kW
 Output range: 60 Hz, 230-690V
 50Hz on-deck power supply

Jacking System

Type: MSC continuous hydraulic double-acting system
 Effective jacking capacity per leg (t): 5300
 Pre-loading capacity per leg [t]: 9560
 Holding capacity per leg [t]: 9000
 Jack-up lifting / lowering speed [m/min]: 0.4 / 0.5
 Leg handling speed [m/min]: 0.6

Legs and Spudcans

Number & type: 4 cylindrical
 Diameter [m]: 4.5
 Length [m]: 92.4
 Max leg length below ship baseline [m]: 70.5
 Spudcan area [m²]: 106

Safety Systems

Fire and safety systems: Compliant with DNV Offshore Standards, IMR
 MODU Code and SOLAS/SPS Code, North Sea Standard
 Fire & Gas detection: Shipwide integrated system
 Fire extinguishing: Fire ring main, Ultra Fog water mist system
 Life saving: 2x100% complement fully enclosed lifeboats and
 inflatable rafts
 MOB: high speed rescue boat + CrewFinder system

Access

Helicopter deck D22m, 12.8t (CAP437)
 Hydraulic gangway to foundation or quay
 Man-riding cranes
 Hydraulic boat landing for CTV

Accommodation and Facilities

Total complement: 80 persons in 56 cabins
 Cabins equipped with en suite bathroom, Sat TV/video
 Client offices and workshop, fitness room, laundry, TV room, etc.

Leg retrieval system (jetting)

Capacity: 50m³/h @ 30bar per pump
 Capacity: 150m³/h @ 10bar per pump

Fuel consumption

Transit speed of 10 knots [t/24h]: 45
 Elevated, standby [t/24h]: 5-6
 Elevated, crane work [t/24h]: 6-8

¹ Depending on site conditions.

The information included in this brochure is intended for general information only. All figures believed to be correct at time of printing.

Imagen 11: BRAVE TERN



PACIFIC ORCA: wind farm installation vessel

Shipbuilder: ... Samsung Heavy Industries Co., Ltd. *Geoje Shipyard, South Korea*
 Vessel's name: *Pacific Orca*
 Hull No.: 1940
 Owner/operator: Swire Pacific Offshore Operations (Pte) Ltd., Singapore/Swire Blue Ocean A/S
 Country: Denmark
 Designer: Knud E. Hansen A/S
 Country: Denmark
 Model test establishment: Samsung Ship Model Basin, South Korea
 Flag: Limassol, Cyprus
 IMO numbers: 9601326

ON 27 July, 2012 Samsung Heavy Industries Co., Ltd Geoje Shipyard in South Korea delivered the first of two wind turbine installation vessels to Swire Pacific offshore Operations (Pte) Ltd, *Pacific Orca*. The second vessel, *Pacific Osprey*, was delivered 28 December 2012. This was the culmination of a contract that entered into force on 11 August, 2010. The two new vessels will be operated by the Danish daughter company Swire Blue Ocean A/S. *Pacific Orca* and *Pacific Osprey* have been designed especially for the installation of offshore wind turbines and for support in the offshore oil and gas sector. The 161m long and 49m wide vessels, which are the largest of their kind, are equipped with six 105m long truss type legs and an electric rack-and-pinion jacking system. The six-legged design was chosen for the greatest safety and reliability under the most extreme weather and sea conditions while being jacked 17m above the sea surface on up to 60m water depth. Should 60m water depth not be enough the legs are designed so that they can be lengthened by further 15m.

The forward legs are closer together than the midship and aft legs to refine the hull lines in way of the shoulders and with a relatively long bow the vessels are designed to make good speed even in higher sea states, where similar vessels with blunter bows would be stopped.

The vessels are equipped with a diesel electric propulsion plant that features a DP-2 dynamic positioning system with four Azipod thrusters aft and two tunnel thrusters and two retractable azimuth thrusters in the bow.

With a cargo deck area of 4,300m² and a jackable deadweight of not less than 8,400tonnes, the vessels offer great flexibility in the carriage and installation of offshore wind turbine foundations of all types and sizes, and they are also ideal for decommissioning oil rigs.

The deck is served by two cranes a 1,200tonne main crane, which works around the aft leg in a starboard direction for a 360deg unobstructed rotation, and a 30tonne auxiliary crane, which is fitted on a cantilever on the jacking frame of the midship leg which also works in the starboard direction and has a rotation of 300deg. A knuckle-boom crane for loads up to 4-tonnes and man-riding can be easily moved between two foundations one forward and one aft of the main crane.

The accommodation block forward holds 111 single cabins all with en-suite bathrooms as well as the necessary crew facilities as messes and day rooms, offices and conference rooms etc. A helicopter landing deck for medium size helicopters is fitted above and forward of the accommodation block.

With their superior capacity and flexibility these new vessels are an important and timely innovation for the industry as it moves into deeper waters and more challenging operations.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa	161.3m
Hull excl. helicopter deck	161.3m
Incl. helicopter deck	164.9m
Length bp	155.6m
Breadth, moulded	49.0m
Depth to main deck, moulded	10.4m
Draught, moulded	
Design	5.5m
Max. summer	6.0m
Air draught at design draught	99.5m
Gross tonnage	14,000gt
Lightweight	24,390tonnes
Deadweight	
At design draught	9,890dwt
At max. summer draught	13,155dwt
For jacking	8,400dwt
Block co-efficient	0.78
Service speed	13.0knots
Classification society and notations	GL 100 AS Offshore Support Vessel Self-elevating Unit WTIS EP Heilii SPS (except SRIP)
Tank capacities	
Marine gas oil	4,285m ³
Lube oil	44m ³
Fresh water - potable	1,533m ³
Water ballast	11,905m ³
Cargo deck	
Deck area	4,300m ²

Uniformly distributed load	
Aft & amidships	21tonnes/m ²
Forward	15tonnes/m ²
Grid system of strong points	Mesh 1.4 x 1.4m
Max strong point loads aft	250tonnes downwards / 200tonnes upwards
Automatic anti-heeling system	
Pump capacity	2,000m ³ per hour
Change of trim moment	82,800tm per hour
Diesel generator sets	
Number of generator sets	8
Engine make/type	MAN L27/38
Type of fuel	Marine gas oil
Output	720rpm
Alternator make/type	ABB AMG 0710LS10 LSE
Rated electrical power	3024kW
Bow tunnel thrusters	
Number of thrusters	2
Make/type/capacity	Brunvoll FU100LTC2750, 2.2 MW
Bow retractable azimuth thrusters	
Number of thrusters	2
Make/type/capacity	Brunvoll AR100LNA2600, 2.2 MW
Stern thrusters	
Number of thrusters	4
Make/type/capacity	ABB Compact Azipod, 3.4 MW
Dynamic positioning system	
Type	DP-2
Legs and spud cans	
Number of legs	6
Type	3-chorded truss type w. split-pipe-chords
Length	105m (may be lengthened by 15m)
Max. leg protrusion below BL	80m
Chord distance	9.7m
Rack thickness	.6inch
Spud can area	95.4m ²
Jacking system	
Design and make	BLM
Type	High-speed electrical rack-and-pinion
Jacking units	6 double-pinion D110 units per chord
Jacking speed	
Raising / lowering legs	2.4 m/min
Raising / lowering hull	1.2 m/min
Operational conditions for jacking	
Wind speed	20m/s
Significant wave height	2.5m (subject to actual weather survey)
Main crane	
Make	NOV Amclyde
Type	Rope luffing "work-around-leg"
Main hoists	2 x 600t side by side for 1200t 31m in tandem
Max. load-radius	91m
Aux hoist	500tonnes 50m
Max. load-radius	107m
Whip hoist	50tonnes 112m, approved for man-riding
Tuggers	7 x 5tonnes SWL
Max operational wind speed	20m/s
Auxiliary crane	
Make	NOV Amclyde
Type	Hydraulic
Main hoist	35tonnes 6.5 to 30m
Aux hoist	25tonnes 6.5 to 40m, approved for man-riding
Knuckle-boom crane	
Make	NOV Amclyde
Type	Hydraulic with telescopic jib
Hoist	2tonnes 25m, 4tonnes 14m
Man-riding radius	30m by operating telescopic jib
Mooring equipment	
Make/type	RFM Electric MW 250F / CU 87 U3 / MW250F
Helicopter landing deck	
D-diameter	22m
Load-bearing capacity	12.8tonnes
Life boats	
Number and capacity	2 x 60persons
Make/type	Norsafe JYN 80 with LH-140 davits
Integrated bridge control system	
Make	Samsung Automation SSAS-Master
Complement	
Number of cabins	111 with en-suite bathrooms
Fire detection system	
Make/type	Tycos T2000
Fire extinguishing system	
Engine room	Unitor 50-CO ₂ HP system
Waste disposal plants	
Galley waste handling system	USON Marine
Incinerator	Hyundai - Atlas / Maxi NG150SL WS
Sewage plant	Ormnipure / 5528
Contract date	11 August 2010
Delivery date	27 July 2012

Imagen 12: PACIFIC ORCA

Seajacks Zaratan

VESSEL SPECIFICATIONS

Main Characteristics

Design:	Gusto MSC NG 5500C
Built:	2012
Class:	ABS+A1 Self-elevating, Unit + AMS + ACCU + DPS 2 Self-propelled, Helideck + Wind IMR
Flag State/POR:	Panama
Rules:	Meets requirements to work in UK, Dutch, Danish & German sectors of the North Sea. Meets all necessary requirements of I.M.O and Solas.

Main Dimensions

Hull	
Length waterline:	81.0m
Width overall:	41.0m
Distance between legs:	
Longitudinal	48.0m
Transverse	29.5m
Hull Depth:	7.0m
Min Draft:	5.3m (Inc. alt thrusters but forward thrusters retracted)
Main deck area:	2,000m ²
Main deck load capacity	10T/m ²

Legs

Number type:	4/Closed Circular
Width:	4.0m
Length:	85.0m
Footing area:	62m ²
Footing type:	Spudcan with pin

Helideck

Diameter:	22.2m
Helicopter:	Sikorsky S92 (12.8T) or equivalent
CAP 437 compliant with re-fuelling and helideck fire fighting facilities.	

Tank Capacities

Potable water:	440m ³
Fuel:	610m ³
Water ballast:	3075m ³
21 days with full complement.	

Operational Conditions

Transit Conditions:	
Displacement:	13,900T
Typical Elevation Weight:	11,000T
Variable Load:	3350T (est)

Elevating Conditions:

Platform is designed to withstand the following combination of survival conditions:	
Water Depth (LAT):	50.0m 55.0m
Survival air-gap (above LAT):	12.5m 7.0m
Maximum wave height	17.5m 10.0m
Wave period associated	14.0s 11.0s
Wind Speed (1 min sustained)	35m/s 35m/s
Current (at surface)	1.2m/s 1.2m/s
Typical Leg Penetration	3m 3m

Positioning, Jacking and Preloading

The vessel is designed to jack and preload in the following conditions:	
Max Significant wave height:	2.0m
Tidal current (surface):	1.03m/s (2 knots)
Wind velocity:	10.8m/s (21 knots)
Thrusters in Service	All

Jacking System

Drive/Type:	Hydraulic MSC Positive Engagement – Continuous Jacking
Capacity:	5500T pre loaded holding per leg
Elevating speed:	Platform elevating 24m/hr, platform lowering 30m/hr
	Legs handling 40m/hr

Accommodation

54 cabins accommodating 90 persons, all with en-suite shower/toilet, telephone, TV/DVD and network connections. Galley, mess-room, stores, laundry, recreation rooms, gym, TV-rooms, change-rooms, sickbay, client meeting rooms and offices. All accommodation spaces fully heated and air-conditioned

Water-maker: 1 maker, 20m³/day capacity

Safety Systems

Fire and gas detectors throughout the whole vessel in full compliance with MODU requirements. 2 x 90 person capacity totally enclosed survival crafts located on port and starboard side (200% total complement). Inflatable life rafts for 200% of total complement (180). 1 x MOB/ Fast Rescue Craft. Water mist fire suppression system for accommodation and machinery spaces.

Propulsion Units

Thrusters:	Two 2000kW retractable – forward
	Three 1500kW azimuthing – aft
Size:	2.3m diameter – aft/2.6m – forward
Max Speed:	9.1 knots

Control System

Dynamic Positioning Control System (DPCS) according to ABS DPS 2.

Power

Four main diesel engines, rated 1600kW at power factor 0.8, 690-v/3 phase/50 Hz + two main diesel engines rated 1200kW at power factor 0.8, 690v/3 phase/ 50Hz. One emergency generator set, rated 480kW at 400V/3 phase/50Hz.

Power distribution of 690V/ 400V/ 230V/ 110V at 50Hz. Control System consists of the following: Dynamic Positioning Control System (DPCS) Power Management System (PMS) Combined Safety System (CSS) Vessel Management System (VMS)

Cranes

Main Crane	
Main Crane:	Leg encircling mounted at starboard aft leg
Boom length:	85m
Capacities:	800T at 24m/600T at 30m Main Hoist 50t at 22-90m/20t at 94m Aux Hoist

Auxiliary Crane (2)

Auxiliary Crane:	Pedestal mounted at port & starboard sides
Boom length:	30m
Capacity:	12.5T at 30m (boat lift)

Environmental

Zero pollution system as per North Sea regulation

Deck Equipment

Emergency anchoring system with 7T high holding power anchor. Mooring bollards with capstan for handling mooring ropes. Smit brackets for emergency towing

Navigation and Communication Systems

Fully equipped with navigation and communication systems to meet current IMO and National Authority

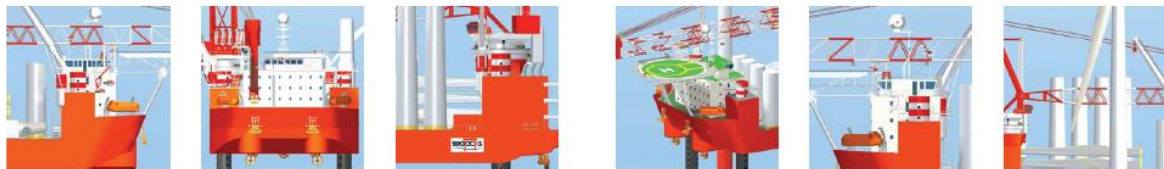


Imagen 13: Zaratan

MAIN CHARACTERISTICS

Hull	
Hull length	139.0 m
Hull width	50.0 m
Hull depth	11.0 m
Design draft	6.0 m
Accommodation	up to 130 persons
Legs	
Type	triangular open truss
Overall length	104.5 m
Leg length under hull	79.0 m

Deck

Main crane	up to 1,500 t at 34 m
Auxiliary crane	up to 50 t at 45 m
Helideck suitable for Sikorsky S92/S61 (12.8t- 22.2 m)	
Variable load	up to 8,500 t
Deck load capacity main deck	10 t/m ²
Free deck space	4,600 m ²

STORAGE CAPACITIES

Fuel oil	1,830 m ³
Potable water	540 m ³
Brine	(optional)
Base oil	(optional)

POWER PLANT

Main power	6 x 3,340 kW
Emergency power	1 x 1,000 kW

PROPULSION

Thruster type	Azimuthing thrusters *
Thruster power	3 x 3,500 + 3 x 3,000 kW
Transit speed	12.0 knots
* alternative propulsion arrangement optional	

GUSTOMSC SUPPLIED EQUIPMENT

Jacking system	Floating opposed rack&pinion
GLL - 105/8	4 layers of 24 pinions

DESIGN CONDITIONS

Station keeping	DP1	DP2
Max. significant wave height	2.5 m	2.0 m
Surface current	1.0 m/s	1.0 m/s
Wind velocity	10.3 m/s	10.3 m/s

Elevated conditions (survival)

Water depth	65.0 m	52.0 m
Max. wave height	16.0 m	20.0 m
Surface current	1.0 m/s	1.0 m/s
Wind velocity (1 min)	30.0 m/s	37.0 m/s
Spudcan penetration	3.0 m	3.0 m
Air gap	11.0 m	14.0 m

GUSTOMSC SERVICES

GustoMSC provides the basic design package including all services required to obtain Class approval. Delivery of the jacking system by GustoMSC.

CLASSIFICATION, REGULATIONS

DNV GL or ABS Self-elevating unit
IMO MODU code
SNAME-RP T&R 5-5A and/or ISO 19905-1

REFERENCES

Seajacks, Scylla (2015)

Data presented in this product sheet is for information only and subject to change without notice.



NG-14000X

Imagen 14: NG-14000X

MAIN CHARACTERISTICS	
Hull	
Hull length	132.0 m
Hull width	39.0 m
Hull depth	9.0 m
Design draft	5.5 m
Accommodation	up to 90 PoB
Helideck	suitable for Sikorsky 592/561 (12.8 t-22.2 m)
Variable load	up to 6,600 t
Deck load capacity main deck	5 - 10 t/m ²
Free deck space	3,250 m ²
Legs	
Type	tubular
Overall length	92 m
Leg length under hull	69 m
Crane	
Main crane	up to 900 t at 24 m
Auxiliary crane	up to 20 t at 20 m
POWER PLANT	
Main power	16,600 kW
Emergency power	600 kW
PROPULSION	
Thruster type	Azimuthing thrusters *
Thruster power	3 x 3,500 + 3 x 1,750 kW
Transit speed	12.0 knots

CLASSIFICATION, REGULATIONS		
DNV GL or ABS Self-elevating unit		
IMO MODU code		
SNAME-RT&R 5-5A and/or ISO 19905-1		
DESIGN CONDITIONS		
Elevated conditions (survival)		
Water depth	50.0 m	45.0 m
Max. wave height	12.0 m	20.0 m
Surface current	1.0 m/s	1.3 m/s
Wind velocity (1 min.)	36.0 m/s	41.0 m/s
Spudcan penetration	1.5 m	1.5 m
Air gap	9.0 m	14.0 m

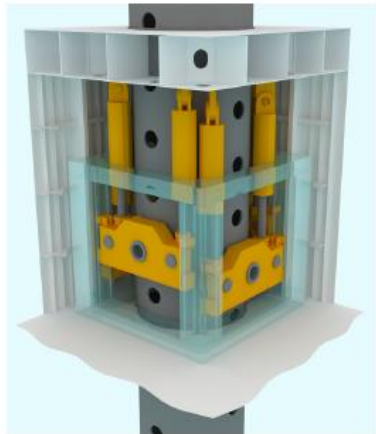
GUSTOMSC SUPPLIED EQUIPMENT	
Jacking system	
Model	GHJS-9000C
Type	Hydraulic Pin in Hole, Continuous
Jacking speed (max. hull lifting)	0.4 m/min
Jacking speed (max. leg handling)	0,67 m/min
Telescopic leg crane	
Model	GLC-900-ED
Main hoist	900 t @ 24 m
Hoisting height above deck	± 102 m

GUSTOMSC SERVICES
<ul style="list-style-type: none"> • Providing the basic design package including all services required to obtain Class approval. • Delivery of the jacking system and leg crane. • Commissioning support for the jacking system and leg crane. • Customer Service throughout the lifetime of the jack-up. This includes spare parts, consultancy, engineering support, SSA's, etc.

REFERENCES NG-9000C	
A2Sea, Sea Installer (2012)	
A2Sea, Sea Challenger (2014)	
Fred. Olsen Windcarrier, Bold Tern (2012)	
Fred. Olsen Windcarrier, Brave Tern (2012)	
<i>Data presented in this product sheet is for information only and subject to change without notice.</i>	



NG-9000C



GustomSC jacking system

Imagen 15: NG-9000C



INNOVATION: flexible jack-up vessel from Hochtief

Shipbuilder: Crist S.A, Gdansk
 Vessels name: **Innovation**
 Hull No: **142**
 Owner/operator: **HGO InfraSeas Solutions GmbH & Co. Kg**
 Country: **Germany**
 Designer: **Design Consortium Overdick/Wärtsilä**
 Country: **Germany/Finland**
 Model test establishment used: **MARIN**
 Flag: **Germany**
 IMO number: **9603453**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **nil**
 Total number of sister ships still on order: **nil**

INNOVATION was developed for the construction and servicing of offshore wind farms and oil and gas plants at sea. The vessel was constructed at Crist Shipyard, Gdansk, Poland for HGO InfraSeas Solutions and was delivered in August.

Innovation is currently the most powerful jack-up vessel on the market, with project characteristics getting more demanding in the offshore heavy-lift installation market the vessel has been built to meet this latest demand for more powerful vessels.

The vessel features the first installation of the Liebherr CAL 64000-1500 Litronic, a heavy lift offshore crane. The CAL 64000-1500 Litronic achieves a maximum lifting capacity of 1,500tonnes at a maximum working radius of 31.5m. It is designed as "Crane Around the Leg", which means that the heavy-lift crane is able to rotate 360deg around one of the four jack-up legs of the vessel. The CAL 64000 is the first heavy lift offshore crane to be built according to this design. The main advantage of this design is that despite the crane's enormous size it can be positioned in a space-saving way and requires a relatively small obstruction area of 12m.

Innovation also features a fully automatic jacking system for faster operation, which will also give the vessel better resistance to daily wear and tear that comes from a manually operated system. The system consists of 96 elevating units, divided into four layers, which are all individually controllable. Due

to its redundancy concept the system is still able to operate even if one layer is lost.

Hamburg-based SAM Electronics has supplied and installed an assembly of electrical and other equipment as part of a consortium headed by Caterpillar Marine Power Systems and including thrust manufacturers SCHÖTTEL and Zeppelin Power Systems.

SAM Electronics' contribution to the vessel was the supply of eco-friendly diesel-electric propulsion equipment consisting of four 3,500kW asynchronous thruster motors feeding a similar number of azimuth propellers and three 2,800kW motors for the bow thrusters. All drives are speed-controlled by low-voltage PWM-converter drives powered by propulsion transformers via a 6,600V

Other facilities integrated included six diesel generators providing total onboard electrical power of 34.4MW. They in turn feed two 6,600V high-voltage propulsion switchboards equipped with vacuum circuit breakers and GMP 500 protection modules for shielding of alternators and their supply of power for seven thruster drives, main supply and the vessel's electrical jack-up system. Each PWM-converter drive is equipped with a SAM propulsion drive control panel which is also interfaced to Innovation's automation, control and monitoring system.

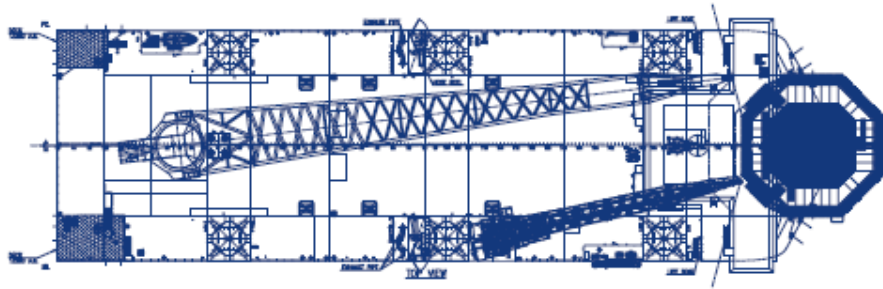
A NACOS Platinum bridge-based automation, control and monitoring system has been installed, which comprises of a series of standardised workstations with multi-function displays supported by a common operating network. Components include one wave radar, an S and three X-band radars linked to five Multipilot workstations which can be variously used for control of radar, Ecdis and conning functions. The system's automation sector can process approximately 4,500 input and output signals controlled by 10 process stations, with operator control possible in differing locations such as the engine control room and officer cabins in addition to the bridge.

A key part of the NACOS Platinum assembly also is an advanced DP2 dynamic positioning unit for maintaining precise vessel location in ever-changing environments. The 147 metre-long vessel has a cargo capacity of 8,000tonnes and is able to operate

over depths down to 50m with up to 150 personnel, it began service in August at the €1.3 billion (\$1.7 billion) 400MW North Sea wind farm, Global Tech 1.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 166.00m
 Length bp: 146.8m
 Breadth moulded: 42.00m
 Depth moulded:
 To main deck: 11.00m
 To forecastle deck: 15.00m
 Draught:
 Scantling: 7.348m
 Design: 7.00m
 Gross: 21,900gt
 Displacement: 35,537tonnes
 Lightweight: 24,37 tonnes
 Deadweight:
 Design: 9,323dwt
 Scantling: 11,166dwt
 Block co-efficient: 0.7594
 Speed, service: max: 12.3knots service: 10knots
 Cargo capacity: up to 6 turbines of the 6MW class Up to 3 foundations for the 6MW turbines in 50m water depth
 Bunkers:
 Marine Gas oil: 1,465.5m³
 Water ballast: 11,037.3m³
 Daily fuel consumption:
 Main engine only: 15-45tonnes/day
 Classification society and notations: GL 100AS, SPS, Day Elevating Unit, Operation acc. To operation manual, S0P65, DP2, DSV, WTIS, EP, NAV-CC, MC AUT
 Main engine:
 Design: Diesel-electric
 Model: 9M32C/9M20C
 Manufacturer: MaK Germany
 Number: 6/1
 Type of fuel: MGO
 Output of each engine: 4,500kW / 1,620kW
 Propellers:
 Designer/manufacturer: Schottel
 Number: 4
 Fixed/controllable pitch: Fixed
 Diameter: 3.4m
 Cargo cranes/cargo gear:
 Number: 1
 Make: Liebherr
 Type: Crane around the leg CAL 64000/RL 2650-40 LIT
 Performance: 1,500tonnes x 31.5m/ 40tonnes x 30m
 Other cranes:
 Number: 1
 Make: Liebherr
 Type: RL 2650-40 LIT
 Task: Auxiliary crane
 Performance: 40tonnes x 30m
 Mooring equipment:
 Number: 8
 Type: Electric
 Special lifesaving equipment:
 Number of each and capacity: 2 x 102persons
 Make: Noriq
 Type: LBT 935T
 Complement:
 Crew: 35
 Bow thruster:
 Make: Schottel Tunnel Thruster STT 3030
 Number: 3
 Output: 2,800kW
 Bridge control system:
 Make: SAM Electronics
 Fire detection system:
 Make: Sam Electronics/ Consilium
 Fire extinguishing systems:
 Engine room: CO₂
 Cabins/public spaces: Sprinkler
 Radars:
 Number: 7
 Make: SAM Electronics
 Integrated bridge system:
 Make: SAM Electronics
 Model: Platinum
 Contract date: October 2010
 Delivery date: August 2012



MPI Adventure

Name	MPI Adventure	Bow thrusters	3 Rolls Royce TT 2200 DPN CP 199kN per unit
Type	Offshore installation vessel	Stern thrusters	3 Aquamaster Rolls Royce US 355 P50FP 175 kN Thrust per unit
Classification	Det Norske Veritas, IA1 Self-elevating Wind Turbine Installation Unit Crane Unit HELDK CRANE EO DYNPOS-AUTR CLEAN	Total power installed	16.36 MW
Trading area	Worldwide	Accommodation	112 persons
Year of construction	2011	Jack-up system	6 legs - length 70.62 m - diameter 4.00 m x 4.00 m
Dimensions	Length overall 138.55 m Breadth overall 40.80 m Depth 10.00 m to main deck Draft 5.50 m MODU Design Draught	Clear deck area	3,600 m ²
Tonnage	19,533 GT	Dynamic Position system	DP2 Kongsberg K-Pos DP-21
Deadweight	6,000 tons		
Speed	11.70 knots		
Main crane	GustoMSC GCC-1000-HD, pedestal mounted		
Main hoist	1,000 tons @ 25.00 m radius		
Auxiliary hoist	160 tons @ 70.00 m		
Auxiliary crane	Liebherr MTC 2600-50		
Main engines	6 X Rolls Royce C25-23 LBA (each 2560 kW @ 900 rpm)		

Contact

MPI Offshore
18 Ellerbeck Court
Stokesley Business Park
Stokesley
TS9 5PT
United Kingdom
E info@mpi-offshore.com
I www.mpi-offshore.com

Imagen 17: MPI ADVENTURE

Seajacks Kraken and Leviathan

Turbine Installation and Maintenance

VESSEL SPECIFICATIONS

Classification and Rules

Type: GustoMSC NG2500X
 Built: 2009
 Class: ABS A1 Self-elevating Unit + AMS + ACU + DPS 2, Self Propelled, Helideck

Flag: Panama

Safety Case

Seajacks Leviathan and Seajacks Kraken have accepted SAFETY CASES, in accordance with UK OFFSHORE INSTALLATION (SAFETY CASE) REGULATIONS 2005

Main Dimensions

Hull
 Length waterline: 61m/200ft
 Length overall: 76m/250ft
 Width overall: 36m/118ft
 Distance between legs:
 Longitudinal 36.5m/120ft
 Transverse 28.5m/94ft
 Hull depth: 6.0m/20ft
 Main deck area: 900m²/9,700ft²
 Main deck load capacity: 51m²

Blade rack: 49m X 6m X 9m

Legs

Number/ Type: 4/Triangular truss
 Width: 5.0m/16ft
 Length: 85.6m/280ft
 Footing area: 29m²/312ft²
 Footing type: Spudcan with pin

Jacking System

Type: Rack and pinion
 Drive: Electric
 Elevating speed: 0.8m/min
 2.6ft/min

Design Criteria (North Sea)

	All year	Summer
Water depth (LAT):	41m/135ft	48m/157ft
Survival air – gap (Above LAT):	17.5m/57ft	12.8m/42ft

Maximum wave height:	13.1m/43ft	10.1m/33ft
Wind speed:	39.4m/s 127ft/s	27.5m/s 90ft/s

Current (At surface):	1.64m/s 5.4ft/s	1.64m/s 5.4ft/s
Typical leg penetration:	3-5m/10-16ft	3-5m/10-16ft
Displacement:	6,800T	
Typical elevated weight:	5,500T	
Variable load:	Up to 1,550T	

Positioning/Jacking Pre-loading Condition

The vessel is designed to move in excess of 25 times per year and is able to jack and pre-load in the following conditions:

Max significant wave height:	2.0m/7ft
Tidal current (surface):	1.03m/s (2 Knots)
Wind velocity:	10.8m/s (21 Knots)

Cranes

One pedestal-mounted crane with the following main hoist configurations:
Option 1 - 45m boom length, 5m jib length, 900T at 16m
Option 2 - 65m boom length, 5m jib, 200T at 22m
 Whip line capacity for both options 90T at all radii, one pedestal-mounted crane, 90m Boom length and a capacity of 50T at 12.5m, 20T at 25m and 5T at 92.5m. Both cranes are man riding.

Auxiliary crane pedestal mounted at starboard side
 Boom length 30m/97ft
 Jib length 2.5m/8ft
 Capacities 50T at 12.5m/40ft main boom

Safety Systems

Fire and gas detectors throughout the whole vessel in full compliance with MODU requirements. 2 x 90 person capacity totally enclosed survival crafts located on port and starboard side (200% total complement). Inflatable life rafts for 200% of total complement (180). 1 x MOB/ Fast Rescue Craft diesel 300hp.

Propulsion Units

Thrusters: Four 1,500kW azimuthing
 Size: 2.3m/7.5ft dia
 Speed: 8 Knots

Power

Four main diesel engines, rated 1,600kW at power factor 0.8, 690V/3 phase/50Hz. One emergency generator set, rated 480kW at 400V/3 phase/50Hz.

Control Systems

Dynamic Positioning Control System (DPCS) according to ABS DPS 2. Navigation and communication systems, according to IMO and DSI requirements.

Accommodation

46 cabins accommodating 90 persons, all with en-suite shower/toilet, telephone, TV/DVD and network connections.

Facilities:

Galley, mess-room, stores, laundry, recreation rooms, gym, TV-rooms, radio room, change-rooms, sickbay, client meeting rooms and offices.

Vessel Facilities

Gangway: 1x10m/33ft; 2 x 5m/16ft connectable
 Water-maker: 2 makers; 40m³/day capacity
 Zero-Pollution: System as per North Sea Regulations
 Workshops: Fully equipped client workshop on main deck

Tank Capacities

Potable water	480m ³
Fuel tank	300m ³
Brine tanks	160m ³
Water Ballast	600m ³

21 days with full complement



Imagen 18: Kraken