



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2017/18

*Buque de Apoyo a Plataformas Offshore “PSV”
(1200 m³ Oil Recovery Tanks & 400 m² Deck cargo)*

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

CUADERNO 2

**CÁLCULO DE PESOS Y CENTRO DE GRAVEDAD DEL PESO EN
ROSCA**

ALUMNO

Diego Jesús Bellido Trujillo

TUTOR

Marcos Míguez González

FECHA

Septiembre 2018



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

MASTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

CURSO 2.017-2018

PROYECTO NÚMERO 18-103

TIPO DE BUQUE: Buque tipo PSV, Buque de Apoyo a Plataformas petrolíferas, "PLATFORM SUPPLY VESSELS" (PSV)

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV (OILREC, FI-FI I, DYNPOS-AUTR.), SOLAS, MARPOL.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 1200 M3 OIL RECOVERY TANKS. 400 M2 libres de espacio de carga en cubierta.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 14 nudos en condiciones de servicio al 85% MCR y margen de mar del 15%. 5000 millas de autonomía.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Los específicos y normales para este tipo de buque.

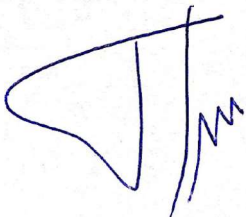
PROPULSIÓN: Diésel eléctrica con propulsores azimutales. Estudio Específico de Viabilidad de propulsión Dual HFO/LNG

TRIPULACIÓN Y PASAJE: Capacidad para 25 personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Febrero de 2.018

ALUMNO: Dº. Diego Jesús Bellido Trujillo



ÍNDICE

1 Presentación	7
2 Cálculo del Peso en Rosca	8
2.1 Cálculo del Peso de la Estructura	8
2.1.1 Método de Watson.....	8
2.1.2 Método de Harvald	9
2.1.3 Método de F. Junco.....	9
2.1.4 Resultado final	10
2.1.5 Situación del centro de gravedad de los aceros.....	10
2.2 Cálculo del peso de equipo y habilitación (WOA).....	10
2.2.1 Formulación general para buques de suministro Azpiroz.....	10
2.2.2 Cálculo detallado	11
2.3 Cálculo del peso de la maquinaria	16
2.3.1 Formulación para buques con propulsión eléctrica dada por Watson	16
2.3.2 Cálculo detallado	17
2.4 Peso en Rosca Final.....	20
3 Márgenes considerados en el Peso y en los CDG	21
4 Comprobación del Peso Muerto	22
5 Referencias.....	23
Anexo 1: Tablas de Cálculos de Pesos.....	24
Anexo 2: Planos Buque de Referencia.....	26

1 PRESENTACIÓN

En este cuaderno vamos a calcular el peso y el centro de gravedad de nuestro buque en rosca; empleando la formulación empírica propuesta, que veremos posteriormente.

Dividiremos el cálculo del peso en rosca en tres fases principales:

- Cálculo del Peso de la Estructura
- Cálculo de Peso de Equipos y Habilitación.
- Cálculo del Peso de la maquinaria

Después de estos cálculos, tomaremos unos márgenes considerados lógicos debido al método empleado.

Comprobaremos el Peso Muerto calculado en el cuaderno 1 y veremos la discrepancia o diferencias encontradas.

<i><u>DIMENSIONES PRINCIPALES</u></i>	
Eslora total	85,00 m
Eslora entre pps	76,26 m
Manga	19,00 m
Puntal de Trazado	7,90 m
Calado de Trazado	6,15 m
Desplazamiento	6607 t
Peso Muerto	3211 t
Coeficiente de bloque	0,69

<i><u>MAQUINARIA PRINCIPAL</u></i>	
Propulsión	Diesel eléctrica, híbrida.
Motores principales	4 x 3840 kW Wärtsila Genset 8L34DF
Gen. Puerto/emergencia	1 x 920 kW Wärtsila Genset 4L 20

2 CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA

2.1 Cálculo del Peso de la Estructura

Para el cálculo del peso de la estructura del buque se emplearán métodos basados en las características principales del buque.

2.1.1 Método de Watson

El método de D.G.M. Watson se basa en un numeral bidimensional E y un factor K dependiente del tipo de buque.

Se basa en el peso de aceros (WST) de un buque estándar con un coeficiente de bloque de 0,7 (calculado para un calado del 80% del puntal), a través de una expresión para el numeral de equipo.

El peso se expresa por la ecuación:

$$WST = K * E^{1,36} * (1 + 0,5 * (CB80D - 0,7))$$

De la cual:

$$E = Lpp * (B + D) + 0,85 * Lpp * (D - T) + 0,85 \sum l_1 h_1 + 0,75 \sum l_2 h_2$$

Donde:

- l_1 y h_1 : eslora y altura de las superestructuras
- l_2 y h_2 : eslora y altura de las casetas
- El coeficiente de bloque al 80% del puntal (CB80D) puede calcularse conociendo el valor del coeficiente de bloque al calado T, mediante la siguiente fórmula:

$$CB80D = Cb + (1 - Cb) * \left(\frac{0,80 * D - T}{3 * T} \right)$$

- El coeficiente K para buques de suministro a plataformas en alta mar tiene un valor de 0,0450.
- El término $0,85 \sum l_1 h_1 + 0,75 \sum l_2 h_2$ se denomina factor de superestructura.

Estos valores, como primera aproximación, han sido tomados midiendo sobre la disposición general de la disposición del buque preliminar del cuaderno 1 (Buque "Edda Fram").

$$l_1 = 20,70 \text{ m}; h_1 = 5,20 \text{ m}$$

$$l_2 = 58,70 \text{ m}; h_2 = 2,60 \text{ m}$$

Utilizando estos datos para realizar los cálculos anteriores, obtenemos los siguientes resultados:

$$E = 2262,93$$

$$CB80D = 0,714$$

$$WST = 0,0450 * 2262,93^{1,36} * (1 + 0,5 * (0,714 - 0,7))$$

$$\mathbf{WST_1 = 1654,23 T}$$

2.1.2 Método de Harvald

Según el método de Harvald, el peso de la estructura del buque, se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$WST = C_s * (Lpp * B * D + Sup)$$

Donde:

- C_s : Coeficiente calculado por la fórmula:

$$C_s = C_{s0} + 0,064 * e^{-0,50*u - 0,10*u^{2,45}}$$

$$u = \log_{10} \left(\frac{DISW}{100} \right)$$

- C_{s0} : Es una constante que para buques de suministro vale 0.0974.
- Sup : El volumen de superestructuras y casetas en metros cúbicos se estimará por la formulación de dicho método:

$$Sup = 0,80 * B * (1,45 * Lpp - 11)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Sup = 1517,18 \\ u = 1,814 \\ C_s = 0,1142 \end{array} \right.$$

$$\mathbf{WST_2 = 1484,92}$$

2.1.3 Método de F. Junco.

Por el método de Fernando Junco ⁴:

$$WST = 0,14 * Lpp * B * D$$

$$\mathbf{WST_3 = 1607,89}$$

2.1.4 Resultado final

Para obtener el valor final del peso de acero, realizaremos el valor medio de los 3 datos obtenidos por los diferentes métodos.

Tabla 1. Valor medio peso acero

Método de Watson	WST1 = 1654,23 t
Método de Harvald	WST2 = 1484,91 t
Método de F.Junco	WST3 = 1607,89 t
Valor medio	WST = 1619,2 t

2.1.5 Situación del centro de gravedad de los aceros

En el cálculo del centro de gravedad tomaremos el cálculo propuesto por Fernando Junco:

$$kg \text{ acero} = 0,01 * D * \left(46,6 + \frac{0,135 * (0,81 - Cb) * Lpp^2}{D^2} \right) + \frac{Lpp}{B - 6,5} * 0,008 * D$$

$$kg \text{ acero} = 4,64$$

Correcciones:

- Bulbo de proa: $-0,002 * D$
- $Lpp > 120$: $+ 0,001 * D * (2-L)/60$

$$kg \text{ acero corregido} = 4,62 \text{ m}$$

Calculado el centro de gravedad del acero de dicha forma, obtenemos un valor de 4,62 m, siendo este un valor relativamente bajo para este tipo de buque.

Utilizando el método de JL García Garcés obtenemos la posición del centro de gravedad de los aceros de la siguiente forma:

$$kg \text{ acero} = 0,54747 * D + 1,1725 = 5,5017 \text{ m}$$

$$lg \text{ acero} = 0,44653 * Lpp + 0,614 = 34,669 \text{ m}$$

Tomaremos el kg corregido obtenido de 4,62 m.

2.2 Cálculo del peso de equipo y habilitación (WOA)

2.2.1 Formulación general para buques de suministro Azpiroz

La siguiente formulación ha sido obtenida del libro "Buques de suministro a plataformas de perforación. XI Sesiones técnicas de Ingeniería Naval"².

$$WOA = 0.045 * NC = 502 t$$

2.2.2 Cálculo detallado

2.2.2.1 Peso Habilitación

Para calcular el peso de la habilitación del buque, vamos a admitir que la disposición del buque “Edda Fram” que se ha tomado como referencia, no diferirá significativamente con el buque proyecto. El desglose de dicha disposición se desglosa a continuación:

- *Cubierta D*: 2 apartamentos (dormitorio + despacho + aseo) y 1 oficina.
- *Cubierta C*: 4 cabinas individuales con aseo, 1 oficina y 4 apartamentos.
- *Cubierta B*: 4 cabinas individuales con aseo, 4 cabinas dobles con aseo, 1 sala de reuniones y el local del aire acondicionado.
- *Cubierta A*: 2 salas de estar, 1 comedor con capacidad para 16 personas, 1 sala de fumadores, cocina, gambuzas y un local frigorífico.
- *Cubierta principal*: 1 sauna, 1 gimnasio, 1 enfermería/hospital, 1 lavandería, 1 vestuario y 1 sala de reuniones.

Para realizar el cálculo, se han medido tanto las superficies horizontales como verticales de cada una de las cubiertas de la habilitación, sobre la disposición general de referencia, ajustándola con los coeficientes antes mencionados a nuestros requerimientos:

Tabla 2. Superficie Cubiertas Habilitación

Cubiertas	Superficie Horizontal (m ²)	Superficie Vertical (m ²)
D	126	111
Cubiertas	192	207
B	187	282
A	211	261
Principal	164	243
TOTAL	880	1105

Para calcular el peso, vamos a tomar los siguientes valores estimados para cada uno de los espacios, que son valores cogidos de proyectos de buques similares:

Tabla 3. Pesos locales habilitación

Peso Aseo	0,5 t
Peso Apartamento	0,797 t
Peso Cabina Sencilla	0,360 t
Peso Cabina Doble	0,41 t

También hay que tener en cuenta otros pesos varios como ventanas, cocinas, mobiliario fuera de cabinas... que denominaremos Pv y para su cálculo emplearemos la siguiente expresión:

$$Pv = \frac{10.50 * Sh + 400 * Nr + 200 * (Na + Nc1 + 2 * Nc2)}{1000}$$

Donde:

- *Sh*: superficie horizontal
- *Nr* = n° de otros espacios
- *Na* = n° de apartamentos
- *Nc1* = n° de cabinas individuales
- *Nc2* = n° de cabinas dobles

Tabla 4. Número de espacios por las cubiertas

Cubiertas	Nr	Na	Nc1	Nc2
D	1	2	4	0
Cubiertas	1	4	4	0
B	2	0	0	4
A	7	0	0	0
Principal	5	0	0	0

En la Cubierta B es donde vamos a ubicar el local del aire acondicionado, y vamos a calcular su peso siguiendo la siguiente expresión:

$$Paire acond = (0.020 * Sh)$$

Los resultados obtenidos se muestran a continuación. Los centros de gravedad han sido tomados según la disposición general de nuestro buque base, y corregidos con los factores a dimensionales que los adecuan al buque proyecto.

Tabla 5. Pesos y Centros de gravedad por cubiertas

Cubiertas	Peso (t)	Xg (desde Ppp)	Kg (desde LB)
D	28	61,5	19,7
Cubiertas	42	65,5	17,1
B	58	65,8	14,5
A	41	65,8	11,9
Principal	33	65,8	9,3
TOTAL	200	64,1	14,4

2.2.2.2 Peso de tuberías y bombas de casco.

$$PTBC = 0.0047 * L * \sqrt{L * B} = 15,3 t$$

La posición de esta partida la tomamos de unas tablas proporcionadas por el profesor F. Junco ⁴.

Los valores que tenemos serán:

$$Kg = 79\% \text{ puntal} = 6.32 \text{ m}$$

$$Xg = 7.8\% \text{ Lpp a proa cuaderna maestra} = 44.34 \text{ m}$$

2.2.2.3 Peso del equipo de fondeo y amarre.

Para calcular el peso del equipo de fondeo y amarre vamos a calcular el numeral de equipo (NE) de nuestro buque proyecto.

En el DNV (reglamento a utilizar, Pt.3 Ch. 3 Sec. 3)³ se define como:

<p>C 100 Equipment number</p> <p>101 The equipment number is given by the formula:</p> $EN = \Delta^{2/3} + 2BH + 0.1A$ <p>H = effective height in m from the summer load waterline to the top of the uppermost deckhouse, to be measured as follows:</p> $H = a + \sum h_i$ <p>a = distance in m from summer load waterline amidships to the upper deck at side</p> <p>h_i = height in m on the centre line of each tier of houses having a breadth greater than B/4. For the lowest tier, h_i shall be measured at centre line from the upper deck, or from a notional deck line where there is local discontinuity in the upper deck</p> <p>A = area in m^2 in profile view of the hull, superstructures and houses above the summer load waterline, which is within L of the ship. Houses of breadth less than B/4 shall be disregarded.</p>

<p>In the calculation of $\sum h_i$ and A sheer and trim shall be ignored.</p> <p>Windscreens or bulwarks more than 1.5 m in height shall be regarded as parts of superstructures and of houses when determining H and A. The total area of the mentioned items measured from the deck, shall be included.</p> <p>Guidance note:</p> <p>According to IACS UR A1, the height of the hatch coamings and that of any deck cargo, such as containers, may be disregarded when determining h and A.</p>
--

$$NE = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2 * B * h + \frac{Ap}{10}$$

Siendo:

Δ : desplazamiento de trazado en toneladas para la flotación en carga de verano.

B: manga de trazado, en m.

$$H = a + h_1 + h_2 + h_3 + \dots$$

a : francobordo, en m, desde la flotación en carga de verano en la maestra.

h_1, h_2, h_3, \dots = altura, en m, en crujía, de cada hilera de casetas que tengan una anchura superior a B/4.

Ap : área del perfil diametral, en m^2 , del casco, superestructura y casetas por encima de la flotación en carga de verano que se hallen dentro de la eslora según se define en el reglamento.

Aquellas superestructuras y casetas que no tengan en ningún punto una anchura superior a B/4 pueden ser excluidas. Las pantallas y amuradas de más de 1,5 m de altura se considerarán como partes de casetas cuando se calculen h y Ap .

En nuestro caso emplearemos los valores calculados para nuestro buque para el desplazamiento, manga, calado y puntal.

Para calcular los valores de h y Ap, los tomaremos en el plano de disposición general del buque Edda Fram y los corregiremos con los factores de nuestro buque, obteniendo unos valores aproximados de h = 15,36 m y Ap = 658 m²

$$NE = 6607^{\frac{2}{3}} + 2 * 18.99 * 15.36 + \frac{658}{10} = 1001,32$$

Con el NE obtenido entramos en la tabla proporcionada por el DNV y obtenemos lo siguiente:

Equipment number	Equipment letter	Stockless bow anchors		Stud-link chain cables				Towline (guidance)		Mooring lines ¹⁾ (guidance)		
		Number	Mass per anchor kg	Total length m	Diameter and steel grade			Steel or fibre ropes		Steel or fibre ropes		
					Nº K1 mm	Nº K2 mm	Nº K3 mm	Minimum length m	Minimum breaking strength kN	Number	Length of each m	Minimum breaking strength kN
30-49	a ₀	2	120	192.5	12.5			170	88.5	2	80	32
50-69	a	2	180	220	14	12.5		180	98.0	3	80	34
70-89	b	2	240	220	16	14		180	98.0	3	100	37
90-109	c	2	300	247.5	17.5	16		180	98.0	3	110	39
110-129	d	2	360	247.5	19	17.5		180	98	3	110	44
130-149	e	2	420	275	20.5	17.5		180	98	3	120	49
150-174	f	2	480	275	22	19		180	98	3	120	54
175-204	g	2	570	302.5	24	20.5		180	112	3	120	59
205-239	h	2	660	302.5	26	22	20.5	180	129	4	120	64
240-279	i	2	780	330	28	24	22	180	150	4	120	69
280-319	j	2	900	357.5	30	26	24	180	174	4	140	74
320-359	k	2	1020	375	32	28	24	180	207	4	140	78
360-399	l	2	1140	385	34	30	26	180	224	4	140	88
400-449	m	2	1290	385	36	32	28	180	250	4	140	98
450-499	n	2	1440	412.5	38	34	30	180	277	4	40	108
500-549	o	2	1590	412.5	40	34	30	190	306	4	160	123
550-599	p	2	1740	440	42	36	32	190	338	4	160	132
600-659	q	2	1920	440	44	38	34	190	371	4	160	147
660-719	r	2	2100	440	46	40	36	190	406	4	160	157
720-779	s	2	2280	467.5	48	42	36	190	441	4	170	172
780-839	t	2	2460	467.5	50	44	38	190	480	4	170	186
840-909	u	2	2640	467.5	52	46	40	190	518	4	170	201
910-979	v	2	2850	495	54	48	42	190	559	4	170	216
980-1059	w	2	3060	495	56	50	44	200	603	4	180	230
1060-1139	x	2	3300	495	58	50	46	200	647	4	180	250
1140-1219	y	2	3540	522.5	60	52	46	200	691	4	180	270
1220-1299	z	2	3780	522.5	62	54	48	200	738	4	180	284
1300-1389	A	2	4050	522.5	64	56	50	200	786	4	180	309

Peso de anclas = 9,18 t

Peso de cadenas = 0,0215 * d² * l = 0.0215 * 0.056² * 495 = 33,3 t

Tabla 6. Numeral de equipo obtenido

NE	Nº ancla de leva	Peso por ancla (t)	Longitud cadena ancla (m)	Diametro cadena (mm)
980-1060	3	3,06	495	56

La situación del centro de gravedad de esta partida la obtenemos mediante el procedimiento ya empleado anteriormente:

Kg = 9,00 m

Xg = 78,00 m

2.2.2.4 Peso de Equipos de navegación

Este dato suele tener un valor igual a 2 t y se considera que van situados en el puente con lo cual:

$$Kg = 21 \text{ m}$$

$$Xg = 63 \text{ m}$$

2.2.2.5 Peso de Equipos de salvamento y contra incendios (PCI)

Vamos a emplear la siguiente fórmula para calcular el peso de los equipos de salvamento y contra incendios:

$$PCI = 0.0025 * VE + 1 = 3,425 \text{ t}$$

Donde:

$$VE = \text{Volumen de cámara de máquinas} = 980 \text{ m}^3$$

Los equipos de salvamento van a estar situados en un pañol encima de la cámara de máquinas, aproximadamente podemos obtener:

$$Kg = 6,5 \text{ m}$$

$$Xg = 50 \text{ m}$$

En cambio los equipos de contraincendios se situarán en el centro de gravedad de la habitación:

$$Kg = 14,5 \text{ m}$$

$$Xg = 65 \text{ m}$$

2.2.2.6 Peso de Bombas de carga y descarga (PBE)

Tomando como referencia el buque base:

- 2 bombas de Lodo Líquido de 100 m³/hora a 24 bar.
- 2 bombas de Salmuera Pesada de 150 m³/hora a 24 bar.
- 2 bombas de Metanol de 75 m³/hora a 90 mWG.
- 2 bombas de Lodos de Perforación de 100 m³/hora.
- 2 bombas de Crudo de 100 m³/hora a 9/18 bar.

Utilizaremos la fórmula propuesta en los apuntes de la asignatura proyectos de buques y artefactos ⁴ para bombas eléctricas.

$$PBE = 1,70 + 0,00464 * CC$$

Donde:

CC = capacidad en m³ de la bomba

Calculando todas las bombas obtenemos un peso total estimado de:

$$PBE = 11,3 t$$

Su centro de gravedad estará situado a popa de la zona de carga principal y bajo la cubierta:

$$Kg = 5,2 m$$

$$Xg = 23,6 m$$

2.2.2.7 Desglose de partidas de WOA

Tabla 7. Desglose partidas WOA

Partida	Peso	kg	Xg
Habilitación	200	14,4	64,1
Tuberías y bombas de casco	15,3	6,32	44,34
Equipo de fondeo y amarre	42,48	9	78
Equipos de Navegación	2	21	63
Salvamento y CI	3,425	6,5	50
Bombas carga y descarga	11,3	5,2	23,6
TOTAL	374.51	10,40	45,56

2.3 Cálculo del peso de la maquinaria

2.3.1 Formulación para buques con propulsión eléctrica dada por Watson

Como dispusimos en las RPA de nuestro proyecto, se plantea un sistema de propulsión Diesel eléctrico, el cuál según Watson ⁵.

$$WQ = 0,72 * Pm^{0.735}$$

Donde Pm es la potencia total de la instalación diesel eléctrica en kW. Que en nuestro buque es de 11.143,53 kW.

$$WQ = 0,72 * 11.143,53^{0.735} = 679 t$$

2.3.2 Cálculo detallado

2.3.2.1 Peso de la instalación eléctrica (PIE)

$$PIE = lc + \frac{Pm}{1000}$$

$$lc = 10.82 + 0.268 * Lpp + 0.000597 * LPP^2$$

Donde lc es la longitud estimada de cables en km y; Pm es la potencia del motor propulsor en kW. Para el primer término se ha empleado la aproximación dada en los apuntes de la asignatura "Proyectos de buques y artefactos" ⁴ referenciada anteriormente para buques LPG por ser la mayor de las propuestas; y para la potencia del motor se ha utilizado la potencia total instalada en el buque de referencia.

$$lc = 10.82 + 0.268 * 74.74 + 0.000597 * 74.74^2 = 34.54$$

$$PIE = 34.54 + \frac{6800}{1000} = 41.34 t$$

La posición de esta partida la tomamos de las tablas proporcionadas por el profesor F.Junco ⁴ en las que los valores son los siguientes:

$$kg = 147\% puntal = 11,61 m$$

$$Xg = 4,7\% Lpp a proa del centro de gravedad de hab. = 60,43 m$$

2.3.2.2 Peso de tecles en CCMM (PtcM)

Para realizar una estimación del peso de los tecles de cámara de máquinas, vamos a usar la siguiente fórmula.

$$PtcM = 0,0047 * lm * B * 0,60$$

Donde lm es la eslora de cámara de máquinas en metros. Dicho dato, como mencionamos anteriormente, lo tomaremos del plano del buque base y el centro de gravedad lo tomaremos en el centro geométrico de la CCMM.

$$PtcM = 0,0047 * 36 * 18.99 * 0,60 = 1,93 t$$

$$kg = D/2 = 3,95m$$

$$Xg = 58,00 m$$

2.3.2.3 Peso Instalación CI en CCMM

El peso de la instalación CI en cámara de máquinas lo podemos estimar de la siguiente forma:

$$PcicM = 0,125 * (0.0046 * Pm + 0.0088 * Lpp * B)$$

Donde Pm es la potencia del motor propulsor en kW.

$$P_{cicm} = 0,125 * (0.0046 * 6800 + 0.0088 * 74.74 * 18.99) = \mathbf{5,47 t}$$

$$kg = D/2 = 3,95m$$

$$Xg = 58,00 m$$

2.3.2.4 Peso de Tanques en CCMM (Ptq)

Aún es complicado saber los distintos tanques y dimensiones de las que dispondrán cada uno dentro de la cámara de máquinas, con lo cual, vamos a usar la siguiente expresión para estimar el peso.

$$Ptq = 1.2 + 0.0009 * Pm = 1.2 + 0.0009 * 6800 = \mathbf{7,32 t}$$

$$kg = D/2 = 3,95m$$

$$Xg = 58,00 m$$

2.3.2.5 Peso de tuberías y bombas en CCMM (Ptb)

Con dichos elementos nos ocurre lo mismo que con los tanques, con lo que usamos la siguiente expresión para estimar el peso.

$$Ptb = 0,00981 * Pm = 0,00981 * 6800 = \mathbf{66,70 t}$$

$$kg = D/2 = 3,95m$$

$$Xg = 58,00 m$$

2.3.2.6 Peso Diesel Generadores Principales

Para calcular el peso de los diesel generadores nos iremos al catálogo dado por el fabricante del modelo de una primera estimación de nuestros generadores **Wärtsila 8L 34DF**.

Por lo que obtenemos que el peso de cada uno de los diesel generadores es de 29 t por lo que:

$$PDG = \mathbf{116 t.}$$

$$kg = D/2 = 3,95m$$

$$Xg = 58,00 m$$

2.3.2.7 Peso generador de puerto (Pgp)

Según nuestro buque de referencia, tendremos un grupo de servicio de puerto de 388 kW, 690 V y 60 Hz.

Con lo cual, el dato de los pesos será tomado del catálogo anexo y se estimará situado en cámara de máquinas.

$$Pgp = \mathbf{3 t}$$

$$kg = D/2 = 3,95m$$

$$Xg = 58,00 m$$

2.3.2.8 Peso de los propulsores (Ppropulsores)

Ya que tenemos definido el tipo de propulsor azimutal a utilizar, Modelo Schottle Cobi drive con tobera, modelo SCD2020, obtenemos mediante el catálogo del fabricante el peso correspondiente de 45 t cada uno.

$$Ppropulsores = 90 t$$

$$kg = 3,85 m$$

$$Xg = 3,85 m$$

2.3.2.9 Peso de los propulsores de proa (Ppp)

Se instalarán como veremos en el cuaderno 6, 2 thrusters transversales de túnel a proa de 128 kN por unidad, 60 Hz y una potencia de 800 kW a 1170 rpm. El peso de cada uno de los thrusters según el fabricante es de 9,50 t cada uno:

$$Ppp = 19 t$$

$$kg = 2 m$$

$$Xg = 71,2 m$$

2.3.2.10 Desglose de partidas de WQ

Tabla 8. Desglose partidas WQ

Partida	Peso	kg	Xg
Instalación Eléctrica	41,34	11,61	60,43
Tecles en CCMM	1,93	3,95	58
Instalación CI en CCMM	5,47	3,95	58
Tanques en CCMM	7,32	3,95	58
Tuberías y bombas en CCMM	66,7	3,95	58
Diesel generadores ppales	116	3,95	58
Generador de puerto	3	3,95	58
Propulsores	90	3,85	3,85
Thrusters proa	19	2	71,2
TOTAL	350,76	4,57	53,72

2.4 Peso en Rosca Final

Una vez calculadas y desglosadas todas las partidas, podemos ver en la siguiente tabla el peso en rosca obtenido por el método empleado:

Tabla 9. Peso en Rosca finales

	Peso	kg	Xg
Acero	1619,20	4,62	34,67
Equipos y Habilitación	374,51	10,40	45,56
Maquinaria	350,76	4,57	53,72
Peso en Rosca final	2344,47	5,536	39,27

3 MÁRGENES CONSIDERADOS EN EL PESO Y EN LOS CDG

Vamos a emplear un margen razonable aplicado a cada una de las partidas debido al método empleado. En nuestro caso incluiremos un 10% de margen

Tabla 10. Márgenes considerados

	Peso	kg	Xg
Acero	1619,20	4,62	34,67
Equipos y Habilitación	374,51	10,40	45,56
Maquinaria	350,76	4,57	53,72
Peso en Rosca final	2344,47	5,536	39,27
Margen (10 %)	234,44	0,553	3,93
TOTAL	2580	6,09	43,19

4 COMPROBACIÓN DEL PESO MUERTO

En el cuaderno 1 se realizaron los cálculos del peso muerto del buque.

Recordando el valor:

$$Peso\ muerto = Pcarga\tilde{u}til + Pconsumos + Ptrip.y\pasaje + Ppertrechos$$

$$Peso\ muerto = 1200 + 846 + 33,84 + 74,4 + 3,72 + 3,125 + 50$$

$$\mathbf{Peso\ muerto = 2211\ t}$$

Además de esto, realizamos una primera estimación del Peso en rosca del buque, obteniendo los siguientes datos:

$$Peso\ rosca = Peso\ acero + Peso\ maquinaria + Peso\ equipo$$

$$Peso\ rosca = 0,14 * Lpp * B * D + 0,03 * BHP + 0,045 * Lpp * B * D$$

$$Peso\ rosca = 0,14 * 76,26 * 19,05 * 7,9 + 0,03 * 3800 + 0,045 * 76,26 * 19,05 * 7,9$$

$$\mathbf{Peso\ rosca = 1606,74 + 114 + 516,45 = 2237,19\ t}$$

Debido a que el peso en rosca calculado en el presente cuaderno es mayor que el estimado en el cuaderno 1, nos quedaremos con el calculado en este.

$$\mathbf{Peso\ rosca = 2580\ t}$$

El desplazamiento del buque vendrá dado por:

$$\Delta = PR + PM = 2580 + 3211 = 5.791\ t$$

El desplazamiento obtenido a partir de las dimensiones principales de la estimación del cuaderno 1 era de:

$$\Delta = 5993\ t$$

La diferencia entre ambos es de 202 t.

Como se verá en el Cuaderno 4, esa diferencia de toneladas se dedicará a la capacidad de un tanque anti balance y para posibles diferencias en los consumos, ya que en dicho Cuaderno se hará un cálculo más detallado. Tanto el tanque anti balance como el posible aumento de consumos se dispondrán en tanques cercanos al centro de gravedad longitudinal del buque, por lo que se asume una variación prácticamente nula de dicha coordenada.

5 REFERENCIAS

- [1] Proyecto Básico del Buque Mercante. Alvariño et al. FEIN. 1997
- [2] Juan José Azpiroz Azpiroz; “Buques de suministro a plataformas de perforación”. XI Sesiones técnicas de Ingeniería Naval. Publicado en Ingeniería naval de octubre de 1975.
- [3] DNV, Det Norske Veritas. Pt.3 Ch. 3 Sec. 3
- [4] Apuntes de la asignatura de Proyecto de Buques y Artefactos. Profesor Fernando Junco Ocampo.
- [5] Practical ship design. D.G.M. Watson.

ANEXO 1: TABLAS DE CÁLCULOS DE PESOS

ANEXO 1: TABLAS DE CÁLCULOS DE PESOS / CUADERNO 2

DIEGO JESÚS BELLIDO TRUJILLO

Cubiertas	Nr	Na	Nc1	Nc2
D	1	2	4	0
Cubiertas	1	4	4	0
B	2	0	0	4
A	7	0	0	0
Principal	5	0	0	0

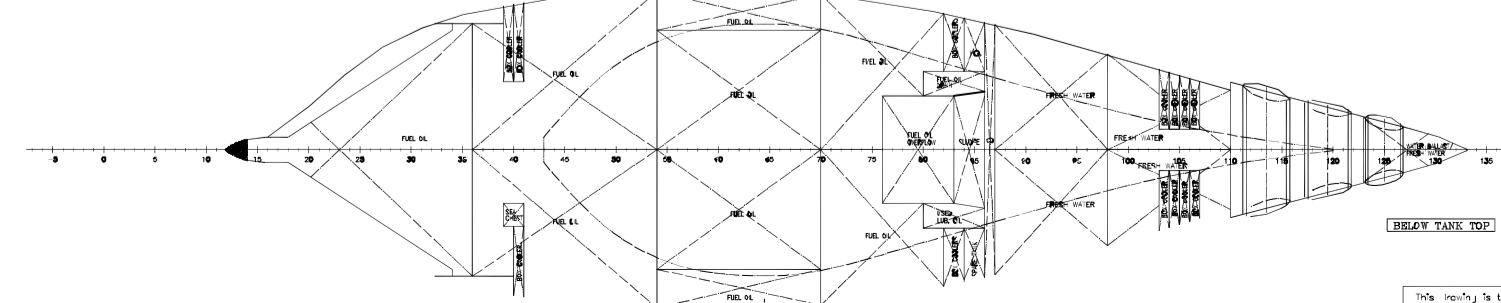
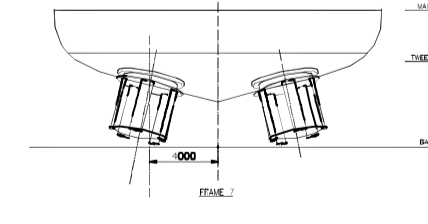
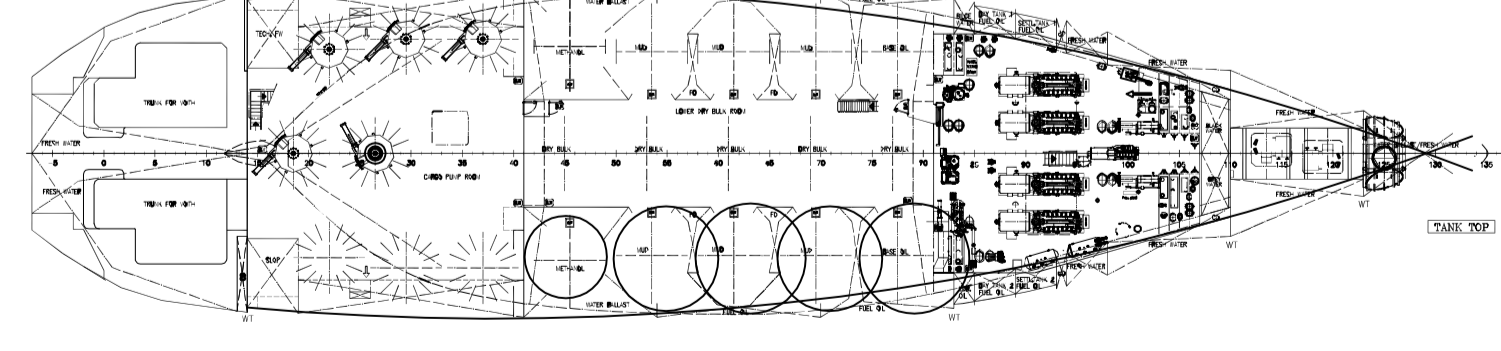
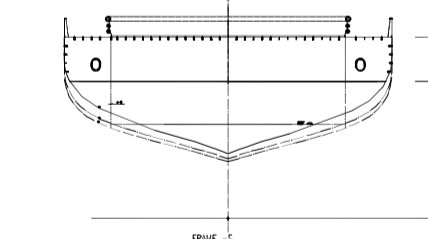
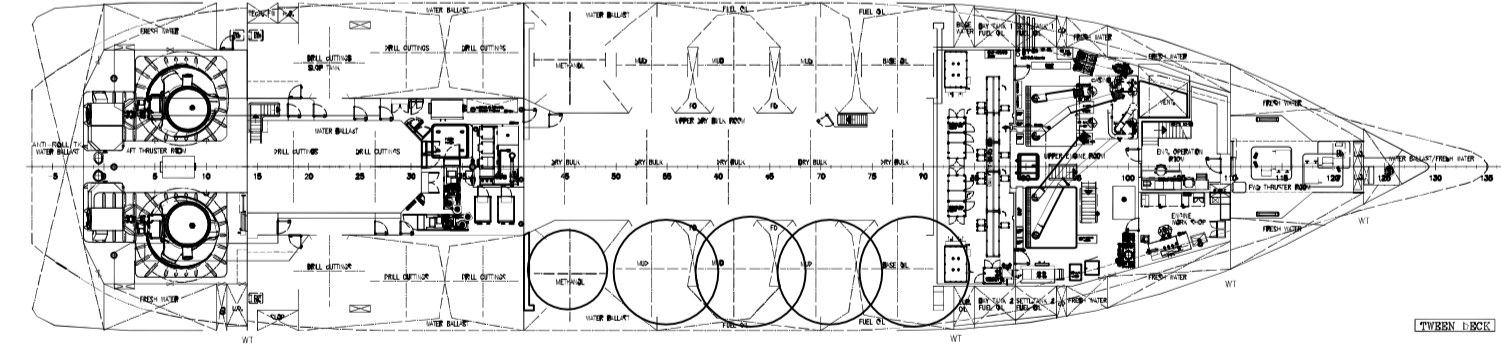
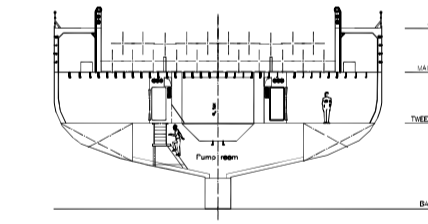
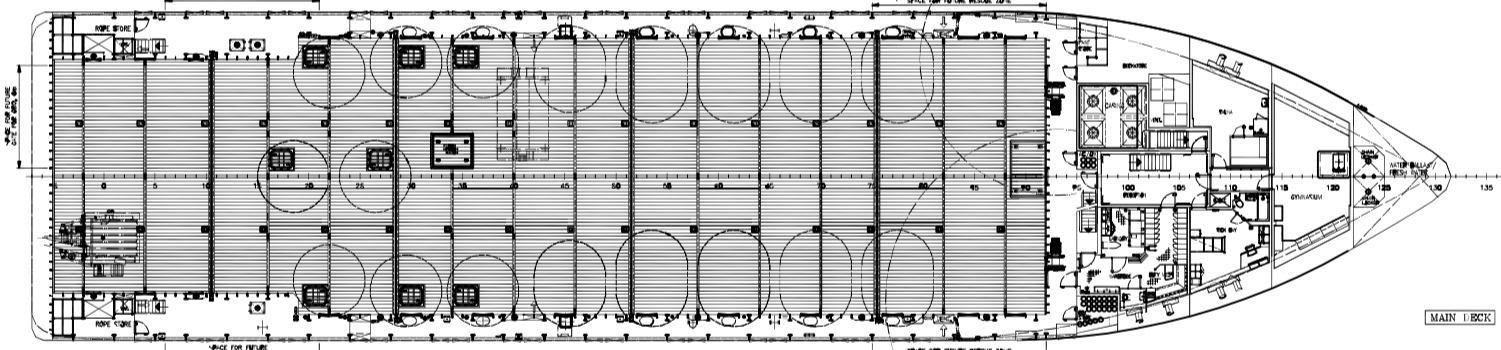
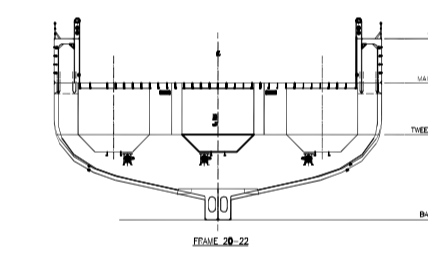
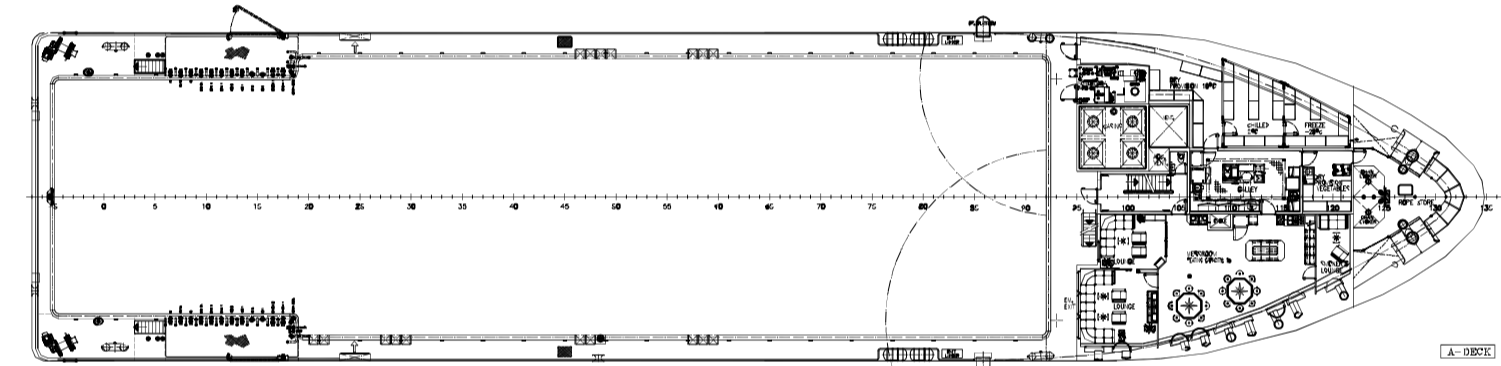
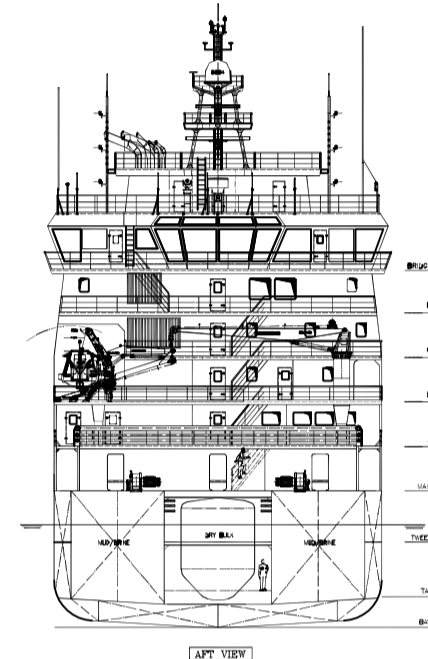
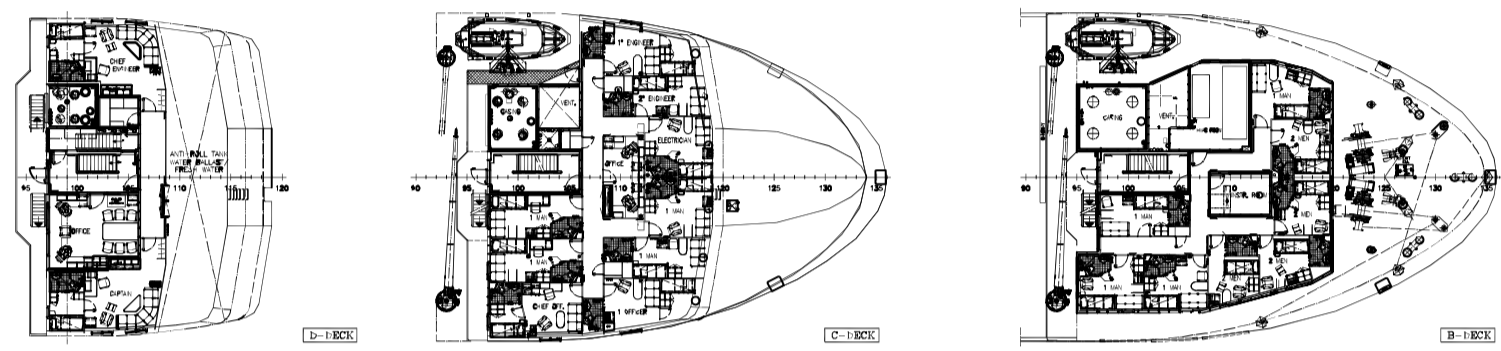
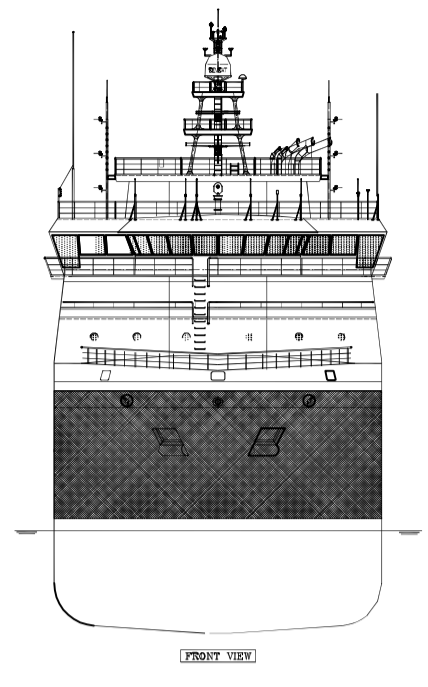
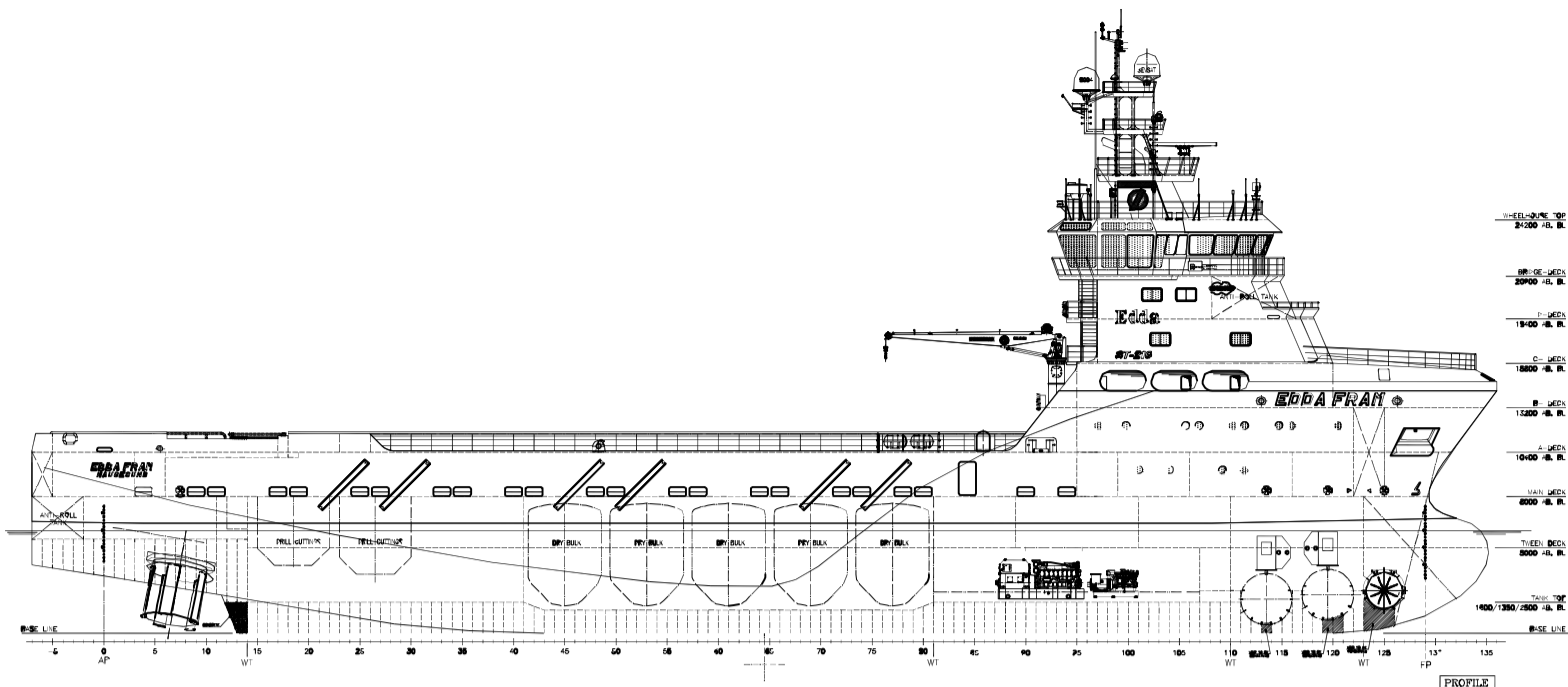
NE	Nº ancla de leva	Peso por ancla (t)	Longitud cadena ancla (m)	Diametro cadena (mm)
980-1060	3	3,06	495	56

Equipos y Hab			
Partida	Peso	kg	Xg
Habilitación	200	64,1	14,4
Tuberías y bombas de casco	15,3	6,32	44,34
Equipo de fondeo y amarre	42,48	9	78
Equipos de Navegación	2	21	63
Salvamento y CI	3,425	6,5	50
Bombas carga y descarga	11,3	5,2	23,6
TOTAL	274,51	18,69	45,56

Maquinaria			
Partida	Peso	kg	Xg
Instalación Eléctrica	41,34	11,61	60,43
Tecles en CCMM	1,93	3,95	58
Instalación CI en CCMM	5,47	3,95	58
Tanques en CCMM	7,32	3,95	58
Tuberías y bombas en CCMM	66,7	3,95	58
Diesel generadores ppales	116	3,95	58
Generador de puerto	3	3,95	58
Propulsores	90	3,85	3,85
Thrusters proa	19	2	71,2
TOTAL	350,76	4,57	53,72

	Peso	kg	Xg
Acero	1619,20	4,64	34,67
Equipos y Habilitación	374,51	18,69	45,56
Maquinaria	350,76	4,57	53,72
Peso en Rosca final	2344,47	9,30	44,65
margen (10 %)	234,4465	0,93	4,464855556
TOTAL	2578,91	10,23	49,11

ANEXO 2: PLANOS BUQUE DE REFERENCIA



MAIN DIMENSIONS:
 LENGTH O.A. 85.80 m
 LENGTH P.P. 77.10 m
 BREADTH 18.20 m
 DEPTH TO TWEEN DECK 8.00 m
 DEPTH TO MAIN DECK 8.00 m
 DEPTH TO A-DECK 10.60 m
 DEPTH TO B-DECK 19.20 m
 MAX. DRAUGHT 6.80 m
 FRAME SPACING 800 mm

ACCOMMODATION FOR 28 PERSONS
 CLASS: DNV 111AL, SUPPLY VESSEL, SP. ED., IYNPAS AUTK, HL 2,6
 dk=, LFLA, PFR-C, CLEAN, COMP-C-V, OIL REC, NAUT OSV

NO.	DESCRIPTION	DATE	APPROV.	DRAWN	SCALE
1	WALL LAYOUT	11.02.08	SP		
2	WALL LAYOUT	14.02.08	SP		
3	WALL LAYOUT	21.11.08	SP		
4	WALL LAYOUT	12.02.09	SP		
5	UPDATES ACCORDING TO	26.02.09	SP		
6	WALL LAYOUT	18.12.09	SP		
7	WALL LAYOUT	28.09.09	SP		
8	UPDATES ACCORDING TO OTHER COMMENTS	27.02.10	SP		
9	WALL LAYOUT	22.12.10	SP		
10	WALL LAYOUT	29.02.10	SP		

ASTILLEROS GONDAN 432
 THE GENERAL ARRANGEMENT
 SCALE: 1:150
 DATE: 16.03.08
 PROJECT NO.: 2005054
 DRAWING NO.: 432-101-001-J

This drawing is the property of Skipsteknisk AS and must neither be copied nor reproduced nor used in any way without our written consent.

SKIPSTEKNIISK AS
 100 BUILDING, INDUSTRIAL AREA, 1400 SKIEN, NORWAY
 TEL: +47 37 10 33 44 FAX: +47 37 10 33 45
 E-MAIL: skipsteknisk@skipsteknisk.no