

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Técnica Naval**

**ANTEPROYECTO DE PETROLERO
DE CRUDO DE 110.000 TMP**

José Antonio ROMÁN PAVÓN



Centro: **E. U. I. T. NAVAL**
Titulación: **I. T. NAVAL**
Fecha: **Julio 2008**



INDICE

CAPÍTULO 1: DIMENSIONES PRINCIPALES

CAPÍTULO 2: FORMAS

- COEFICIENTES DE LA CARENA

- Coeficiente de bloque
- Coeficiente de la sección media
- Coeficiente prismático longitudinal
- Coeficiente de la flotación
- Resumen de coeficientes
- Resultados definitivos una vez consolidado el peso muerto
- Posición longitudinal del centro de carena
- Longitud del cuerpo cilíndrico
- Semiángulo de entrada en la flotación

- ANÁLISIS DE LOS EXTREMOS DE PROA Y POPA

- Zona de popa
- Bulbo de popa
- Zona de proa
- Bulbo de proa
- Campo de aplicación del bulbo de proa y su elección
- Curva de áreas seccionales
- Conclusión final
 - Determinación del tipo de buque según las características de formas
 - Aspectos hidrodinámicos
 - Cuerpo de proa
 - Cuerpo de popa

CAPÍTULO 3: CURVAS HIDROSTÁTICAS

- CARENAS RECTAS

- Tabla carenas rectas (Hidrostáticas)
- Curvas hidrostáticas y de coeficientes

- CARENAS INCLINADAS

- Tablas de valores KN
- Gráfica de brazos KN

CAPITULO 4 : POTENCIA PROPULSORA

-ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA POR DIVERSOS MÉTODOS:

- Fórmula de D.G.M. Watson
- Método de L.K. Kupras
- Método de Holtrop (Hullspeed for Maxsurf)
- Estimación del diámetro de la hélice
- Huelgos entre la hélice y el casco
- Cálculo de autonomía
- Resumen de potencia

CAPITULO 5: DISPOSICION GENERAL

- DISPOSICIÓN GENERAL
- CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

CAPITULO 6 : VOLÚMENES Y SUPERFICIES DE ESPACIOS DE CARGA.

- DEFINICIÓN DE LOS COMPARTIMENTOS PRINCIPALES

- Pique de proa
- Pique de popa
- Cámara de máquinas
- Cámara de bombas
- Doble fondo

- CÁLCULO DE VOLÚMENES

- Casco completo
- Doble fondo
- Cámara de máquinas
- Pique de proa y popa
- Doble casco
- Carga

-DEFINICIÓN DE LOS ESPACIOS REALES (Apoyándose en MARPOL)

- Doble fondo
- Doble casco
- Zona de carga
- Pique de proa y popa
- Cámara de máquinas
- Tanques de combustible y aceite

- Tanque de agua dulce
- Resumen de volúmenes
- Calibración de tanques: Estudio de capacidades (Hidromax for Maxsurf)

CAPÍTULO 7: ESTIMACIÓN DE PESOS Y SUS CENTROS DE GRAVEDAD

- CÁLCULO DEL PESO DE LA ESTRUCTURA DE ACERO

- Método de D.G.M. Watson y A.W.Gilfillan
- Método de Sv.Aa Harvald y J. Juncher
- Fórmula para petroleros con doble fondo y doble casco

- CÁLCULO DEL PESO DE SUPERESTRUCTURA Y CASSETAS

- CÁLCULO DE PESO DEL EQUIPO Y LA HABILITACIÓN

- CÁLCULO DEL PESO DE LA MAQUINARIA PROPULSORA Y AUXILIAR

- Peso de la maquinaria
- Peso del motor propulsor
- Peso del resto de la maquinaria propulsora
- Peso de otros elementos de cámara de máquinas
- Peso de la línea de ejes
- Total de maquinaria

- PESO EN ROSCA

- CÁLCULO DE LA POSICIÓN DEL C.D.G. DEL BUQUE EN ROSCA

- C.D.G. de la estructura de acero
- C.D.G. de la superestructura
- C.D.G. de la habilitación y equipo
- C.D.G. de la maquinaria

- C.D.G. DEL BUQUE EN ROSCA

- RESUMEN DE PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD

- CÁLCULO DEL PESO MUERTO

- Carga útil
- Consumos
- Tripulación y pasaje
- Pertrechos

CAPÍTULO 8: ESTABILIDAD Y RESISTENCIA LONGITUDINAL

- ESTIMACIÓN DE LA ESTABILIDAD INICIAL

- Estimación del KM por la fórmula de Schneekluth
- Estimación del KM por el método de la serie FORMDATA
- Estimación del KG
- GM

- ESTIMACIÓN DE LA ESTABILIDAD A GRANDES ÁNGULOS DE ESCORA

- Fórmula de L.K. Kupras
 - GZs y KNs
- Cuadro resumen de estabilidad inicial y a grandes ángulos

- EFECTOS SOBRE LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIES LIBRES EN TANQUES

- Estabilidad inicial, GM corregido
- Estabilidad a grandes ángulos
- Cuadro resumen de estabilidad corregida por superficies libres

- SITUACIONES DE CARGA

- Situación 1
- Situación 2
- Situación 3
- Situación 4

CAPÍTULO 9: CARACTERÍSTICAS DE MANIOBRABILIDAD

- CARACTERÍSTICAS DE MANIOBRABILIDAD REGULADAS POR IMO

- Facilidad de evolución
- Diámetro de giro
- Diámetro táctico
- Avance
- Transferencia
- Facilidad de evolución inicial
- Facilidad para mantener el rumbo
- Facilidad de parada

- PROYECTO DEL TIMÓN

- Área proyectada de la pala
- Relación de aspecto
- Compensación
- Mecha del timón
- Empujadores transversales

CAPÍTULO 10: FRANCOBORDO

- CÁLCULO APROXIMADO A PARTIR DE LA RELACIÓN T/D

- CÁLCULO DEL FRANCOBORDO POR MEDIO DE TABLAS Y FÓRMULAS

- Francobordo tabular
- Francobordo total
- Francobordo de agua dulce

- CÁLCULO DEL FRANCOBORDO POR MEDIO DE FÓRMULAS PROGRAMABLES

- Francobordo tabular
- Francobordo total
- Altura mínima en proa

CAPÍTULO 11: ARQUEO

- CÁLCULO DEL ARQUEO BRUTO

- Cálculo aproximado a partir de un buque similar
- Cálculo aproximado de forma directa

- CÁLCULO DEL ARQUEO NETO

CAPÍTULO 12: PRESUPUESTO

- **COSTE DE CONSTRUCCIÓN**
- **COSTE DE MATERIALES A GRANEL**
 - Coste de la mano de obra
 - Coste del material a granel y de su montaje
 - Coste de equipos y montajes
 - Coste de los equipos de manipulación de carga
 - Coste de los equipos de propulsión y auxiliares
 - Coste de la habilitación y fonda
 - Coste del equipo restante
 - Costes varios aplicados
 - Resumen de costes

BIBLIOGRAFÍA

REGLAMENTOS

CAPITULO 1.DIMENSIONES PRINCIPALES.

Se ha analizado¹ una muestra de petroleros de crudo actuales, con doble fondo y doble casco, de peso muerto entre 45.000 y 300.000 TMP, y por regresión se ha determinado la relación estadística entre la función objetivo peso muerto y las dimensiones eslora entre perpendiculares, manga, puntal y calado de francobordo.

Los gráficos siguientes representan las dimensiones principales en función del peso muerto en miles de toneladas, con sus ecuaciones correspondientes:

Eslora entre perpendiculares

$$LPP = \exp [3,92 - 9,36 \cdot 10^{-5} WPM' + 0,33 \ln(WPM')]$$

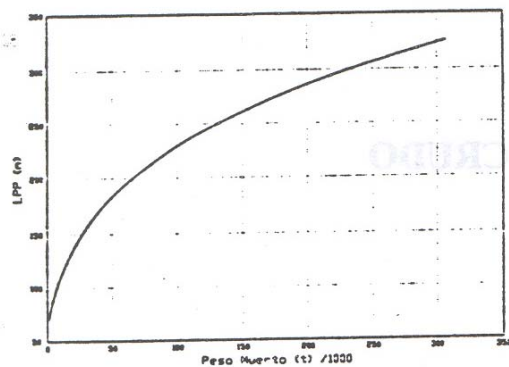


Figura 2.1.36.- Eslora en función del peso muerto.

Manga

$$B = 38,8 + 0,068 WPM' - 430,8 / WPM'$$

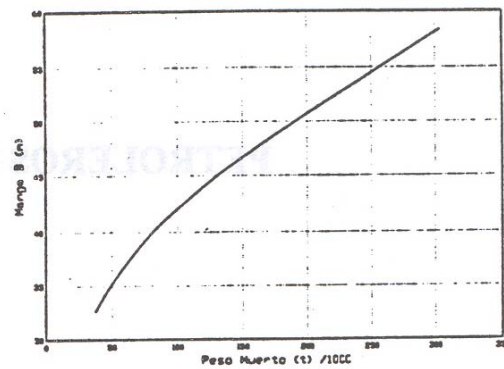


Figura 2.2.37.- Manga en función del peso muerto.

Puntal

$$D = 14,77 + 0,055 WPM'$$

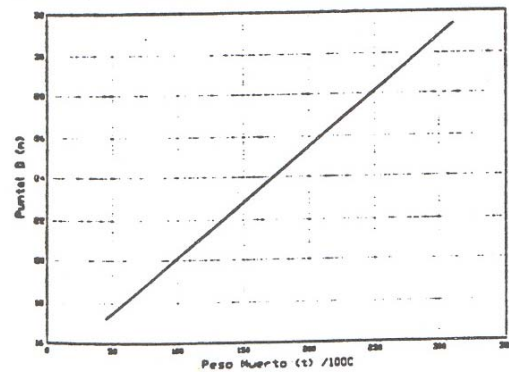


Figura 2.2.38.- Puntal en función del peso muerto.

Calado de francobordo

$$T = \exp [1,39 + 3,81 \times 10^{-4} WPM' + 0,276 \ln(WPM')]$$

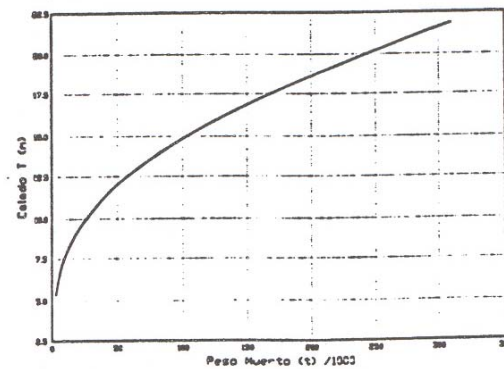


Figura 2.2.39.- Calado en función del peso muerto.

¹ Según "El proyecto básico del buque mercante" en su apéndice 2.2 Petroleros de crudo.

DIMENSIONES PRINCIPALES	
Lpp	235.3
B	42.4
D	20.8
T	15.3

RELACIONES ADIMENSIONALES PRINCIPALES	
L/B	5.55
B/D	2.03
B/T	2.77
L/D	11.31
T/D	0.73

Se observa que los valores obtenidos están acorde con los valores normales para este tipo de buque según la siguiente tabla:

VALORES NORMALES DE LAS RELACIONES ADIMENSIONALES Y DEL FN						
WPM/1000	L/B	B/D	B/T	L/D	T/D	FN
45-100	5.40-6.00	1.80-2.10	2.60-3.30	9.5-12.50	0.73-0.74	0.15-0.17
100-200	5.40-6.00	1.85-2.00	2.60-3.00	10.0-11.5	0.72-0.73	0.145-0.155
>200	5.40-5.80	1.80-1.90	2.60-2.70	10.0-11.0	0.71-0.72	0.135-0.145

Siendo nuestro Número de Froude:

$$FN = V / (g L)^{1/2} = 0.16$$

La aproximación que nos da el programa ARQnaval en su módulo de predimensionamiento de petroleros es la siguiente, y se corresponde con la alternativa elegida para nuestro proyecto, nº 1 :

No. LPP/B	CB	LPP	B	D	TPM	V(m3)	L(m3)	L(%)	MCR	Acero	
1	5.00	0.810	224.12	44.82	21.08	110175	128268	33541	81.9	19740	14583

Para un calado de proyecto de $T = 15.32$ m

Otras alternativas descartadas fueron:

No. LPP/B	CB	LPP	B	D	TPM	V(m3)	L(m3)	L(%)	MCR	Acero	
2	0.820	222.75	44.55	21.30	110164	127079	33656	81.5	20180	14452	
3	0.830	221.40	44.28	21.47	110149	127135	33764	79.8	21000	14463	
4	0.840	220.08	44.02	21.67	110098	126759	33845	78.1	22230	14447	
5	6.00	0.810	247.48	41.25	20.78	110013	128188	35360	94.6	19560	16865
6	0.820	245.97	41.00	21.00	109997	126906	35085	92.8	19960	16702	
7	0.830	244.48	40.75	21.17	109990	127039	35211	90.7	20730	16721	
8	0.840	243.02	40.50	21.36	109944	126669	35291	88.5	21890	16699	

CAPITULO 2:FORMAS.

COEFICIENTES DE LA CARENA.

Dimensiones principales a utilizar:

$$\begin{array}{ll} \mathbf{L_{pp} = 224,12 \text{ m}} & \mathbf{T = 15.32 \text{ m}} \\ \mathbf{B = 44.82 \text{ m}} & \mathbf{V = 15 \text{ nudos}} \\ \mathbf{D = 21.08 \text{ m}} & \mathbf{Fn = 0.16} \end{array}$$

Coefficiente de bloque:

El coeficiente de bloque es fundamental para definir las formas del buque, en algunos casos este protagonismo lo ocupa el coeficiente prismático, especialmente en buques rápidos y de guerra. Tiene una influencia muy grande sobre la resistencia a la marcha y sobre la capacidad de carga y en menor medida sobre la estabilidad, maniobrabilidad, etc.

Numerosos autores han publicado fórmulas que definen un valor adecuado del CB en función de la velocidad y algunas dimensiones principales del buque, fundamentalmente la eslora.

En este caso se calculará el CB según algunos de estos autores y finalmente se realizará una media aritmética de los resultados, para obtener un resultado lo más próximo al real.

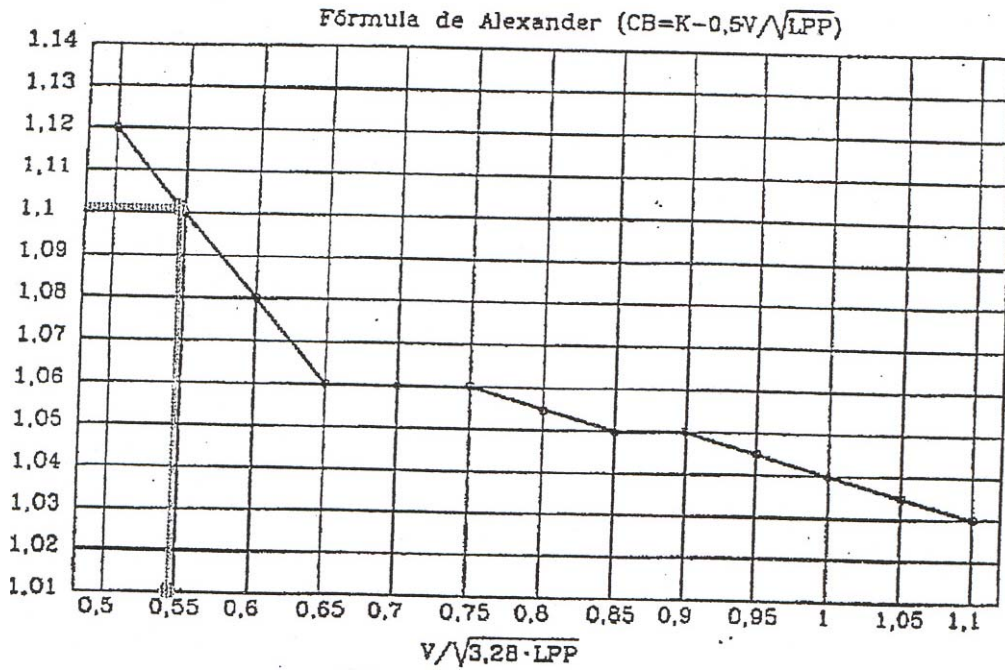
• *Fórmula de Alexander:*

Es una fórmula clásica, sencilla y eficaz si se ajusta bien el coeficiente K de acuerdo con el tipo de buque. Para remolcadores, el valor de K es aproximadamente 1.08.

En este caso el valor de K lo obtenemos sabiendo que:

$$V / (3.28 * L_{pp})^{1/2} = 0.55$$

Entrando en el gráfico siguiente con este valor obtenemos un valor de $K = 1.1$



$$CB = K - 0.5 V / (3.28 Lpp)^{1/2}$$

$$CB = 1.1 - 0.5 * 15 / (3.28 * 224.12)^{1/2}$$

$$CB = 0.823$$

• *Fórmula de Scheneekluth:*

Esta fórmula es valida para un CB que este comprendido entre 0.48 y 0.85 y un FN entre 0.14 y 0.32

$$CB = (0.23 / FN^{2/3}) * (Lpp / B + 20) / 26 = 0.75$$

• *Fórmula de Katsoulis:*

$$CB = 0.8217 * f * Lpp^{0.42} * B^{-0.3072} * T^{0.1721} * V^{-0.6135}$$

f es el factor de corrección por tipo de buque, para un petrolero de crudo se toma como f = 0.99

$$CB = 0.745$$

• *Fórmula de Kerlen:*

Para buques llenos de CB > 0.78

$$CB = 1.179 - (2.026 FN) = 1.179 - (2.026 * 0.16) = 0.854$$

	Alexander	Kerlen	Schneekluth	Katsoulis	CB medio
CB	0.823	0.854	0.75	0.745	0.793

Coefficiente de bloque elegido CBmedio = 0.793

Coefficientes de la sección media:

El coeficiente de la sección media CM influye sobre la resistencia a la marcha de la carena y además tiene un repercusión directa sobre la extensión de la zona curva del casco en el pantoque. Varios autores han publicado las siguientes fórmulas que relacionan CM con CB en base a consideraciones hidrodinámicas para calcular dicho coeficiente. Utilizaremos como CB el valor medio de los obtenidos anteriormente 0.793

• *Fórmula de Kerlen:*

$$CM = 1.006 - 0.0056 CB^{-3.56}$$

De esta forma obtenemos un CM = 0.993

• *Fórmula HSVA:*

$$CM = [1 / (1 + (1 - CB)^{3.5})]$$

$$CM = 0.995$$

- *CM medio*

$$CM \text{ medio} = (0.993 + 0.995) / 2 = 0.994$$

	Kerler	HSVA	CMmedio
CM	0.993	0.995	0.994

Coefficiente de la sección media elegido CMmedio = 0.994

Coefficiente prismático longitudinal:

Una vez definidos los coeficientes CB y CM, el coeficiente prismático queda definido por CB / CM , fórmula directa que en algunos casos no es válida ya que el CP se elige como parámetro fundamental para calcular la resistencia a la marcha, sobre todo en buques rápidos. En este caso esta relación nos da un valor para CP de 0.797.

- *Según gráfico de H.E .Saunders.*

Aproximando ambas curvas, funciones del Fn, tanto la límite superior como la límite inferior, mediante la siguiente ecuación:

$$CP_{\max} = -34.6 + 53.9*FN - 20.3*FN^2 - 22*\ln(FN) - 3.86*(\ln(FN))^2$$

$$CP_{\max} = 0.857$$

$$CP_{\min} = -36.6 + 57.51 * FN - 22.2*FN^2 - 23*\ln(FN) - 3.97*(\ln(FN))^2$$

$$CP_{\min} = 0.849$$

- *Según L. Troost , podemos estimar CP con la siguiente fórmula:*

$$CP = 1.2 - (2.12 * 0.16) = 0.860 ; \text{ Para buques cuyo } FN < 0.35$$

- *CP medio*

Haciendo la media aritmética entre los 4 posibles valores obtenidos anteriormente:

$$CP_{\text{medio}} = 0.840 ;$$

	CP	H.E. Saunder	H.E.Saunder	L.Troost	CPmedio
CP	0.797	0.857	0.849	0.860	0.840

Coefficiente prismático elegido: CP = 0.840

Coefficiente de la flotación:

Una vez definidos CB y CM, el coeficiente de la flotación en carga CWP está ya en gran medida condicionado, pero puede variarse algo por medio del grado U/V de las secciones transversales de la carena.

El CWP tiene influencia sobre la resistencia hidrodinámica y sobre la estabilidad inicial, puede estimarse mediante las fórmulas siguientes:

- *Fórmula de Schneekluth:*

Para secciones normales:

$$CWP = (1 + 2CB) / 3$$

$$CWP = (1 + 2 * 0.793) / 3 = 0.862$$

• *Fórmula de J. Torroja:*

$$CWP = A + (B * CB)$$

A y B son funciones del grado U / V de las secciones transversales, grado que se representa por un parámetro G que vale 0 par forma acusadas en U, y 1 para formas en V.

$$A = 0.248 + 0.049 G \qquad A = 0.248$$

$$B = 0.778 - 0.035 G \qquad B = 0.778$$

$$CWP = 0.248 + (0.778 * 0.793) = 0.864$$

• *CWP medio*

$$CWP \text{ medio} = (0.862 + 0.864) / 2 = 0.863$$

	Schneekluth	J. Torroja	CWPmedio
CWP	0.862	0.864	0.863

Coefficiente de la flotación elegido: CWP = 0.863

Resumen de coeficientes:

En este apartado se comparan y verifican los valores obtenidos por cálculo con el programa de ARQnaval sirviendo de guía para aplicarlos a nuestro plano de formas ya que este programa no define un plano de formas como base para el cálculo de las características geométricas como la mayoría de programas de arquitectura naval .

Coeficiente	Cálculos	ARQ
CB	0.793	0.812
CM	0.994	0.994
CP	0.840	0.850
CWP	0.863	0.880

Finalmente se incluyen los resultados definitivos una vez consolidado el peso muerto, como ya se verá en capítulos posteriores .calculados con ayuda del programa de análisis Hydromax Pro (version para Maxsurf).

1	Draft Amidsh. m	15,285
2	Displacement tonne	129047
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	14,932
5	Draft at AP m	15,639
6	Draft at LCF m	15,274
7	Trim (+ve bow down) m	-0,707
8	WL Length m	224,008
9	WL Beam m	44,999
10	Wetted Area m ²	14179,449
11	Waterpl. Area m ²	8990,301
12	Prismatic Coeff.	0,816
13	Block Coeff.	0,801
14	Midship Area Coeff.	0,995
15	Waterpl. Area Coeff.	0,892
16	LCB to zero pt. m	119,964
17	LCF to zero pt. m	115,615
18	KB m	7,919
19	KG m	11,670
20	BMt m	10,953
21	BML m	245,398
22	GMt m	7,202
23	GML m	241,647
24	KMt m	18,872
25	KML m	253,317
26	Immersion (TPc) tonne/cm	92,169
27	MTc tonne.m	1392,091
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	16220,457

Posición longitudinal del centro de carena:

El centro longitudinal del centro de carena debe determinarse en base a consideraciones hidrodinámicas y trimados del buque en las distintas condiciones de carga. Teóricamente existe un valor óptimo de XB para el afinamiento y velocidad de cada buque, que se debería tratar de adoptar, intentando que la posición longitudinal del centro de gravedad del buque coincida con XB, sin embargo puede ser muy difícil que ambos coincidan en todas las condiciones de carga, por lo que normalmente se elige un compromiso entre ambos condicionantes.

Existe un margen bastante amplio en el valor de XB dentro del cual su repercusión sobre la resistencia al avance es muy escasa, lo que facilita una elección adecuada a los dos aspectos, trimado y propulsión.

La fórmula aplicada según L. Troost sobre la posición adecuada del XB para que la resistencia al avance sea mínima, (XB en % de Lpp a partir de la sección media, siendo positivo a proa).

$$XB = (17.5 CP) - 12.5$$

$$XB = (17.5 * 0.84) - 12.5 = 2.2 \% Lpp \text{ a proa de la sección maestra.}$$

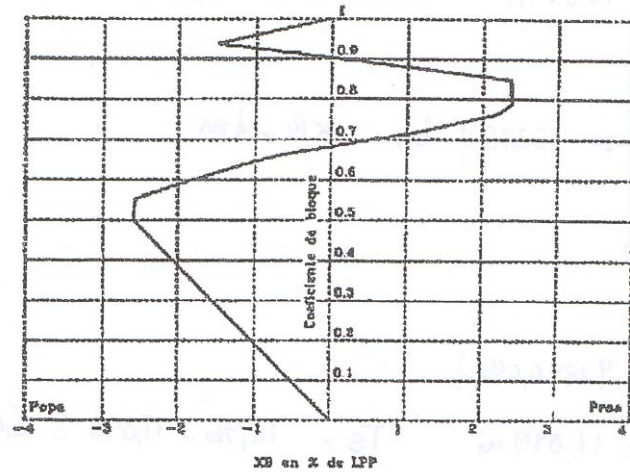
Según el gráfico de Van Lammeren en función del coeficiente de bloque da un valor máximo, medio, y mínimo de XB en % de Lpp.

$$XB_{max} = 3.15 \% Lpp \rightarrow 7.05 \text{ m A proa}$$

$$XB_{min} = 1.80 \% Lpp \rightarrow 4.03 \text{ m A proa}$$

$$XB_{medio} = 2.25\% Lpp \rightarrow 5.603 \text{ m A proa}$$

El canal de experiencias hidrodinámica holandés de MARIN, ha publicado un diagrama que proporciona el valor de XB en función del CB y que se representa a continuación.



Los valores de XB deducidos de este diagrama, se pueden aproximar mediante la siguiente fórmula:

$$XB = -2.55 + 3.37 CB^{-4.67} - 17667 FN^{5.36} - 0.29 CB^{-13} FN^{0.32}$$

$$XB = 4.11 \%Lpp \rightarrow 9.21 \text{ m .A proa de la sección maestra}$$

$$XB \text{ medio} = (2.2 + 2.25 + 4.11) / 3 = 2.85 \%Lpp \rightarrow 6.4 \text{ m. A proa de la sección maestra}$$

	L. Troost	VanLammeren	MARIN	XB medio	ARQnaval
XB % Lpp	2.2	2.25	4.11	2.85	2.58

En este caso nuestra elección dependerá de la posición longitudinal del centro de gravedad, por lo que esperaremos para saber su posición óptima, una vez sabido este dato nuestro criterio a la hora de la elección será elegir aquel que proporcione unos trimados aceptables y por consiguiente cercano al XG.

Longitud del cuerpo cilíndrico:

La longitud del cuerpo cilíndrico (LP), depende del llenado de las formas, y tiene interés en relación con los costes de fabricación del casco, que son menores cuanto mayor sea este cuerpo, y en relación con la estiba de las cargas utilizadas y en base a consideraciones hidrodinámicas.

Fórmula de Linbland:

$$LP = -658 + (1607 CB) - (914 CB^2) (\% \text{ de } Lpp)$$

$$LP = -658 + (1607 * 0.883) - (914 * 0.883 * 0.883) = 41.58 \% Lpp \rightarrow 93.18 \text{ m}$$

	Linbland:	ARQnaval	media
LP % Lpp	41.58	44.0	42.79

LP elegida: 42.79% Lpp → 96 m

Semiángulo de entrada en la flotación:

Este semiángulo, ENTA, influye en la resistencia al avance de la carena y se puede calcular por la siguiente fórmula.

$$ENTA = 125.67 (B / Lpp) - 162.25 CP^2 + 234.32 CP^3 + 0.1551 (XB + 6.8 (TA - TF) / T)^3$$

ENTA = 52.2° ; Para un trimado igual a 0.

	Formula	ARQnaval	media
ENTA °	52.1	50.4	51.25

Semiángulo elegido: ENTA = 51.25°

Análisis de las formas. Extremos de proa y popa.

Zona de popa:

Esta zona es de máxima importancia en ella se dispone el propulsor y el timón, y su diseño afecta por tanto a la propulsión y a la maniobrabilidad de buque.

Las formas de popa deben proyectarse para conseguir un flujo de agua estable de entrada en la hélice q logre una correcta distribución de la estela en el disco de la hélice.

El primer condicionante de esta zona puede ser dar cabida a la hélice de mayor diámetro además de proporcionar una inmersión total de ésta en todas las situaciones de carga (la mas desfavorable 10% consumos), además de evitar la cavitación y las vibraciones en el casco.

Se usará una popa de estampa que garantiza un resistencia al avance menor y facilidad de construcción.

Acorde con estas consideraciones dotaremos a nuestro buque de :

- 1 Línea de ejes
- 1 Hélice de 4 palas
- 1 Codaste abierto

Bulbo de popa:

Suele ser recomendable en buques de 1 hélice, de gran coeficiente de bloque y rápidos, en nuestro caso y siempre a expensas de la opinión de los expertos del canal de ensayos, no incluiremos el bulbo de popa.

Ventajas:

- Uniformidad en el flujo de la hélice, lo que hace mejora el rendimiento rotativo-relativo de la hélice.
- Minimiza el riesgo de cavitación.
- Disminución de vibraciones entre la hélice y el casco.

Inconvenientes:

- Aumento del coeficiente de succión.
- Empeora el rendimiento de la carena.
- Aumento en casi todos los casos de la resistencia al avance.

Zona de proa.Bulbo.

En el análisis de la zona de proa se debe prestar un especial interés a , en primer lugar al ángulo de entrada ,ENTA, en la línea de agua de la flotación al calado de proyecto, que depende del coeficiente prismático, CP ,(o del coeficiente de bloque, CB , si suponemos fijado el de la maestra, CM) y de la relación L_{pp}/B .

También se estudian el abanico de la parte alta, que mide el gradiente de la alineas de agua mas altas, a fin de prevenir el aumento de la resistencia por formación de olas y el posible embarque de agua en la zona de maniobra de proa, molinetes, estopores..etc

La decisión sobre la utilización o no del bulbo de proa y, en caso afirmativo, la selección del más idóneo, se hace básicamente, por consideraciones de mejoras propulsivas en las distintas condiciones de carga; aunque no deben olvidarse otros aspectos tales como: la posible mejora del comportamiento en la mar (reducción de pantocazos, potencia requerida con olas...)

Un bulbo apropiado actuará de la siguiente manera:

-Reducirá la resistencia por formación de olas, creando una interferencia en el sistema de olas de proa disminuyendo el tren de olas generado.

-Reduce la resistencia por olas rompientes, ya que amortigua la zona de proa.

-Reduce la resistencia viscosa, al disminuir los torbellinos de proa.

-Aumenta la fricción, al aumentar la superficie mojada.

Campo de aplicación del bulbo de proa:

Como idea previa y siempre a expensas de los resultados de los ensayos hidrodinámicos , algunos autores indican que:

-Tienen bulbo el 95% de los buques que se encuentran simultáneamente dentro de los dos rangos siguientes:

$0.65 < CB < 0.815 \rightarrow$ Se cumple en nuestro caso.

$5.5 < L/B < 7.0 \rightarrow$ no se cumple, $L/B = 5.0$

-No son apropiados los bulbos en aquellos buques donde se verifica:

$CB*B/L > 0.135 \rightarrow$ No se cumple, $CB*B/L = 0.158$

Visto los condicionantes previos de idoneidad del bulbo podemos concluir que la colocación de un bulbo de proa en nuestro buque no es, de momento, necesario. Siempre a expensas de los ensayos en el canal.

Curva de áreas seccionales:

Antes de dar por bueno el plano de formas, debemos realizar un análisis bidimensional del plano de formas a través de un gráfico que nos muestre en abscisas la eslora y la situación de las cuadernas de trazado, representándose en ordenadas el área limitada por esa cuaderna hasta el calado de proyecto.

Debemos analizar, la longitud del cuerpo cilíndrico, los hombros de entrada y salida del cuerpo cilíndrico, los radios de giro de los hombros, etc. El análisis profundo de esta curva estará sujeto a las opiniones del Canal de Experiencia.

En base a los coeficientes calculados anteriormente, y mas concretamente en función del coeficiente de la maestra calculado, podemos hacer una estimación teórica del área máxima de la sección maestra:

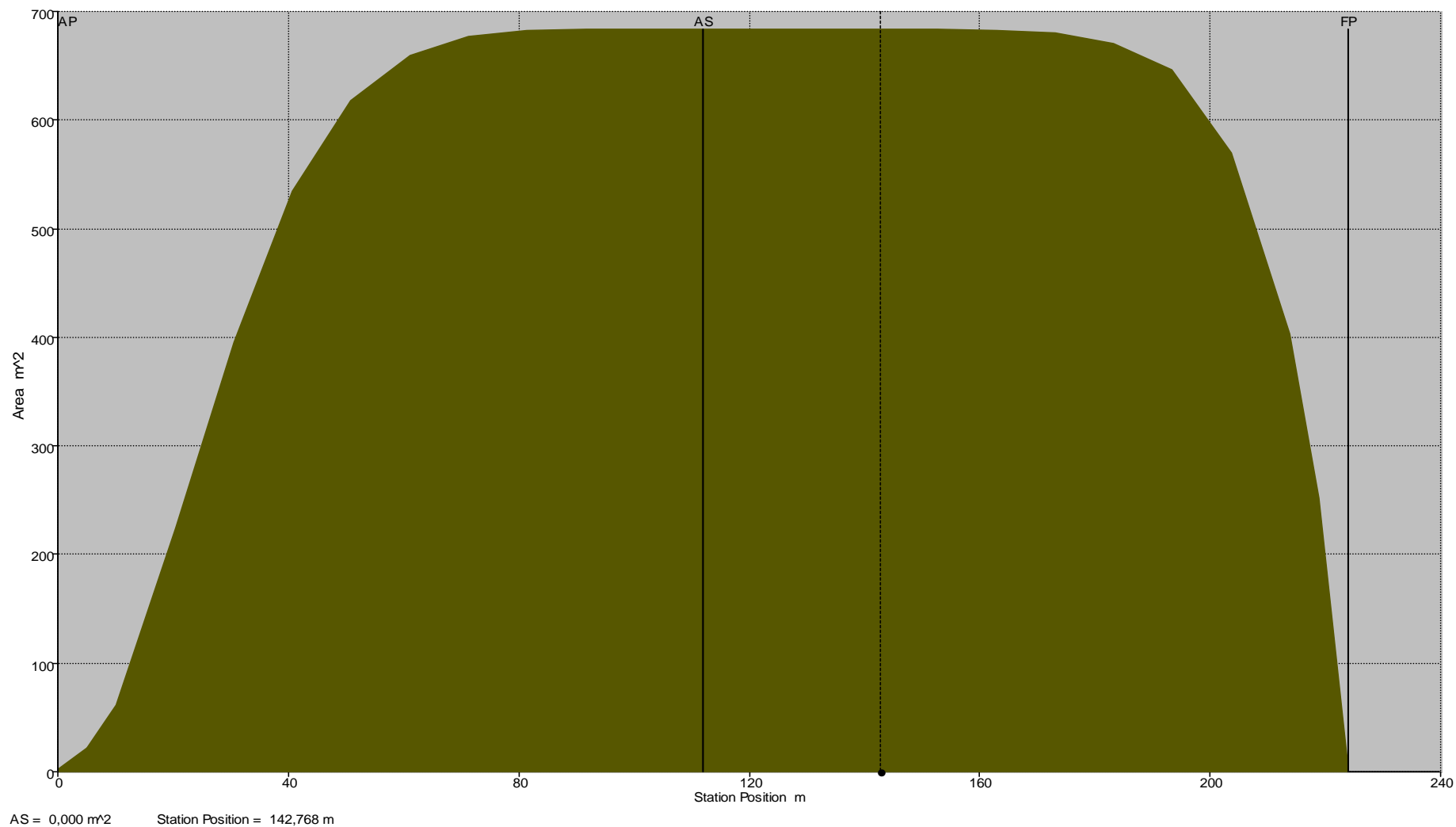
$$CM = A_m / (B \cdot T) \rightarrow A_m = 681.63 \text{ m}^2 \text{ . (Sección 10)}$$

$$CM = 0.994$$

$$T = 15.3 \text{ m}$$

$$B = 44.82 \text{ m}$$

En la curva de áreas seccionales real de nuestro buque, que se muestra a continuación, podemos observar que dispone de todas las características que debe tener para formar una curva de áreas de un petrolero típico , también vemos que el área calculada anteriormente esta muy próxima a los valores reales dados por esta curva obtenida con ayuda de Maxsurf.



Curva de Áreas Seccionales.

Como conclusión al capítulo de formas diremos que se verifica que el buque entra dentro del grupo de “Buques de Alto CB” y cumple las siguientes características en sus formas:

- CB mayor de 0.75.
- Cuerpo cilíndrico largo.
 - Número de Fraude menor de 0.2.
 - CM próximo a 1.
 - Propulsor moderadamente cargado.

Aspectos hidrodinámicos:

-La resistencia por formación de olas depende del cuerpo de entrada y de su transición hacia el cuerpo cilíndrico.

-El cuerpo cilíndrico y el cuerpo de salida no influye en la resistencia por formación de olas si L/B es mayor de 5.

-Los factores propulsivos dependen básicamente del cuerpo de salida.

-El factor de forma $(1 + k)$ es bastante mayor que 1 y sensible a pequeñas variaciones del cuerpo de salida.

-Un aumento del 10% en la relación L/B produce una disminución de la potencia propulsora del 1.5 – 2.5 % a una velocidad de 15 a 17 nudos.

- Un aumento del 10% en la relación B/T produce un aumento de la potencia propulsora del 0.8 % a todas las velocidades normales.

Cuerpo de proa:

- Es importante suavizar el hombro de proa de la curva de áreas seccionales.
- El bulbo de proa es efectivo para reducir la resistencia por formación de olas, y su tamaño óptimo aumenta con el CB del cuerpo de proa.
- La curva de áreas de cuadernas debe ser recta o ligeramente convexa.
- Las cuadernas deben ser en forma de U con costados verticales en su parte alta, con una transición hacia formas en V en su parte baja.

Cuerpo de popa:

- La curva de áreas debe ser recta o ligeramente convexa.
- Las formas con cuadernas en forma de U requieren menor potencia propulsora que las formas en V.
- Para valores muy altos del CB se obtienen buenos resultados con formas tipo Gabarra con una góndola para alojar el motor propulsor.

CAPITULO 3: CURVAS HIDROSTÁTICAS.

CARENAS RECTAS:

En este capítulo se estudiarán las curvas hidrostáticas, en función del calado hasta llegar al calado a plena carga. Como calado inicial se tomará un calado menor al de cualquiera de los calados de las situaciones de carga.

Los cálculos de arquitectura naval han sido realizados con el programa de ordenador Hydromax en su versión para Maxsurf; Este programa toma los datos de la carena definida por Maxsurf y calcula las áreas y coordenadas de los centros de gravedad de cada sección para su posterior integración longitudinal obteniéndose así los datos hidrostáticos requeridos.

El programa nos permite definir el número de secciones de cálculo con un máximo de 200, en nuestro caso hemos optado por elegir 100 secciones.

Hydrostatics -

Fixed Trim = 0 m

Specific Gravity = 1,025

	Draft Amidsh. m	1	1,75	2,5	3,25
1	Displacement tonne	7027	12741	18636	24651
2	Heel to Starboard degrees	0	0	0	0
3	Draft at FP m	1,000	1,750	2,500	3,250
4	Draft at AP m	1,000	1,750	2,500	3,250
5	Draft at LCF m	1,000	1,750	2,500	3,250
6	Trim (+ve bow down) m	0,000	0,000	0,000	0,000
7	WL Length m	206,089	207,508	208,627	209,547
8	WL Beam m	44,113	44,796	45,000	45,000
9	Wetted Area m ²	7379,772	7825,427	8214,892	8581,853
10	Waterpl. Area m ²	7273,195	7564,022	7753,360	7886,079
11	Prismatic Coeff.	0,780	0,788	0,794	0,800
12	Block Coeff.	0,754	0,764	0,774	0,785
13	Midship Area Coeff.	0,966	0,970	0,975	0,981
14	Waterpl. Area Coeff.	0,800	0,814	0,826	0,836
15	LCB to zero pt. m	123,085	123,122	123,134	123,147
16	LCF to zero pt. m	123,143	123,168	123,177	123,189
17	KB m	0,515	0,902	1,289	1,676
18	KG m	15,250	15,250	15,250	15,250
19	BMt m	144,172	86,453	62,088	48,345
20	BML m	2646,608	1572,197	1132,231	891,488

	Draft Amidsh. m	1	1,75	2,5	3,25
21	GMt m	129,437	72,105	48,127	34,772
22	GML m	2631,873	1557,848	1118,270	877,915
23	KMt m	144,687	87,355	63,377	50,022
24	KML m	2647,123	1573,098	1133,520	893,165
25	Immersion (TPc) tonne/cm	74,565	77,546	79,487	80,848
26	MTc tonne.m	825,667	886,078	930,325	966,117
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	15875,061	16033,472	15652,849	14959,551

Hydrostatics -

Fixed Trim = 0 m

Specific Gravity = 1,025

	4	4,75	5,5	6,25	7	7,75
1	30759	36936	43174	49465	55805	62189
2	0	0	0	0	0	0
3	4,000	4,750	5,500	6,250	7,000	7,750
4	4,000	4,750	5,500	6,250	7,000	7,750
5	4,000	4,750	5,500	6,250	7,000	7,750
6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	210,312	210,951	211,485	211,958	212,368	212,696
8	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
9	8936,737	9278,590	9619,421	9958,689	10282,778	10616,815
10	7992,301	8074,931	8148,041	8213,140	8274,906	8331,352
11	0,805	0,810	0,814	0,817	0,821	0,824
12	0,793	0,799	0,805	0,809	0,814	0,818
13	0,985	0,987	0,989	0,990	0,991	0,992
14	0,844	0,851	0,856	0,861	0,866	0,870
15	123,157	123,143	123,115	123,070	123,008	122,922
16	123,163	123,030	122,883	122,669	122,379	121,962
17	2,063	2,450	2,836	3,223	3,609	3,996
18	15,250	15,250	15,250	15,250	15,250	15,250
19	39,616	33,566	29,121	25,717	23,037	20,873
20	738,623	631,103	552,673	492,679	445,635	407,341

	4	4,75	5,5	6,25	7	7,75
21	26,429	20,766	16,707	13,689	11,397	9,619
22	725,436	618,303	540,259	480,652	433,994	396,086
23	41,679	36,016	31,957	28,939	26,647	24,869
24	740,686	633,553	555,509	495,902	449,244	411,336
25	81,937	82,784	83,534	84,201	84,834	85,413
26	996,110	1019,496	1041,265	1061,383	1081,185	1099,623
27	14187,564	13386,202	12588,78	11818,01	11099,877	10439,905

Hydrostatics -

Fixed Trim = 0 m

Specific Gravity = 1,025

	8,5	9,25	10	10,75	11,5	12,25
1	68619	75099	81633	88226	94878	101587
2	0	0	0	0	0	0
3	8,500	9,250	10,000	10,750	11,500	12,250
4	8,500	9,250	10,000	10,750	11,500	12,250
5	8,500	9,250	10,000	10,750	11,500	12,250
6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	213,137	213,753	215,296	217,182	219,056	220,922
8	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000
9	10959,138	11307,693	11662,618	12023,089	12385,335	12746,945
10	8393,540	8461,482	8534,834	8612,029	8687,773	8758,934
11	0,827	0,829	0,827	0,824	0,821	0,818
12	0,821	0,823	0,822	0,819	0,816	0,814
13	0,993	0,993	0,994	0,994	0,995	0,995
14	0,875	0,880	0,881	0,881	0,881	0,881
15	122,810	122,671	122,500	122,298	122,069	121,820
16	121,479	120,882	120,188	119,426	118,667	117,948
17	4,383	4,771	5,159	5,549	5,940	6,332
18	15,250	15,250	15,250	15,250	15,250	15,250
19	19,098	17,617	16,364	15,290	14,354	13,524
20	376,957	352,538	332,638	316,087	301,627	288,593

	8,5	9,25	10	10,75	11,5	12,25
21	8,231	7,138	6,273	5,589	5,044	4,606
22	366,090	342,058	322,548	306,386	292,317	279,675
23	23,481	22,388	21,523	20,839	20,294	19,856
24	381,340	357,308	337,798	321,636	307,567	294,925
25	86,051	86,747	87,499	88,291	89,067	89,797
26	1121,427	1146,756	1175,434	1206,717	1238,107	1268,322
27	9857,215	9355,235	8937,025	8605,028	8351,289	8165,396

Hydrostatics -

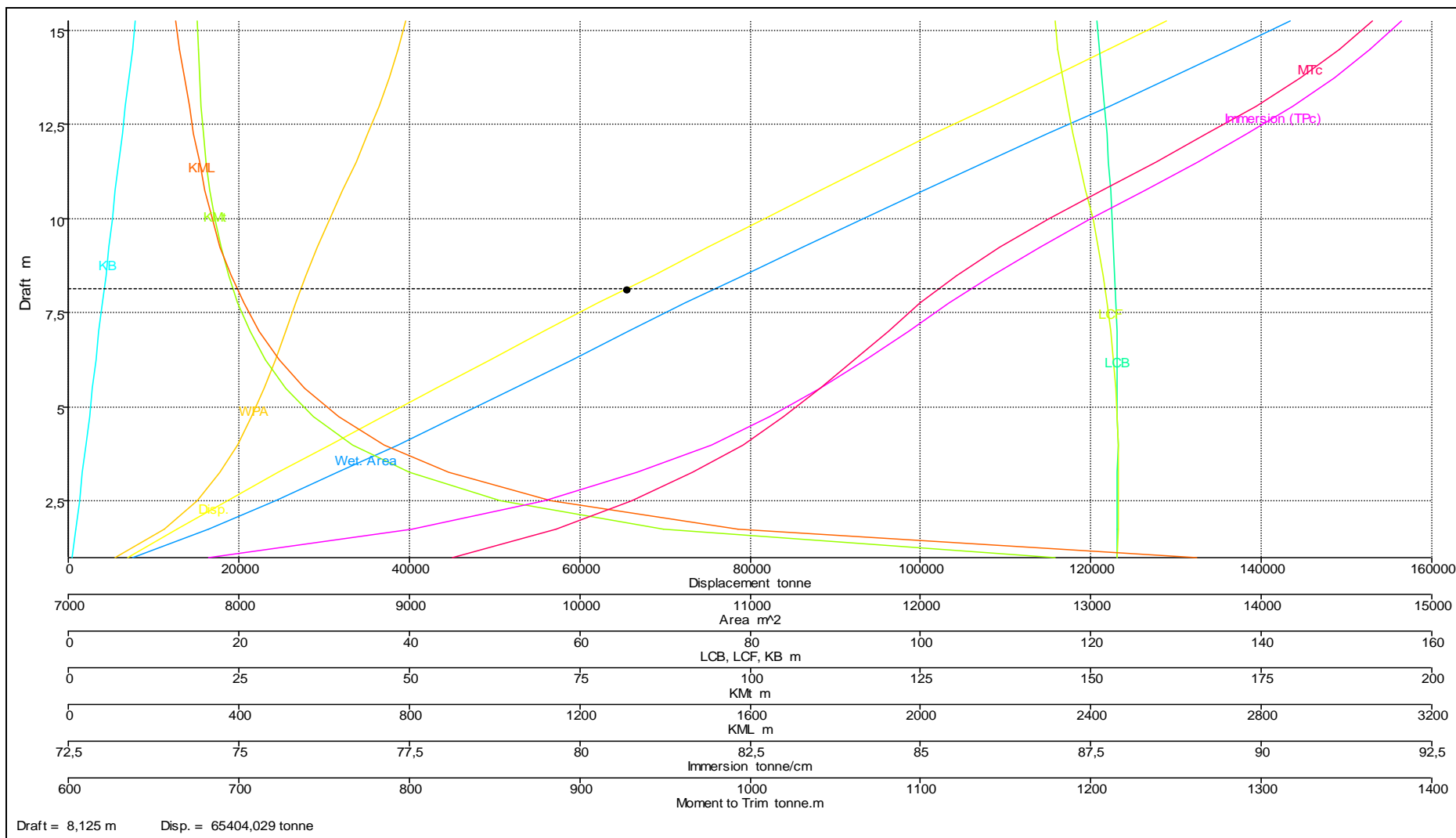
Fixed Trim = 0 m

Specific Gravity = 1,025

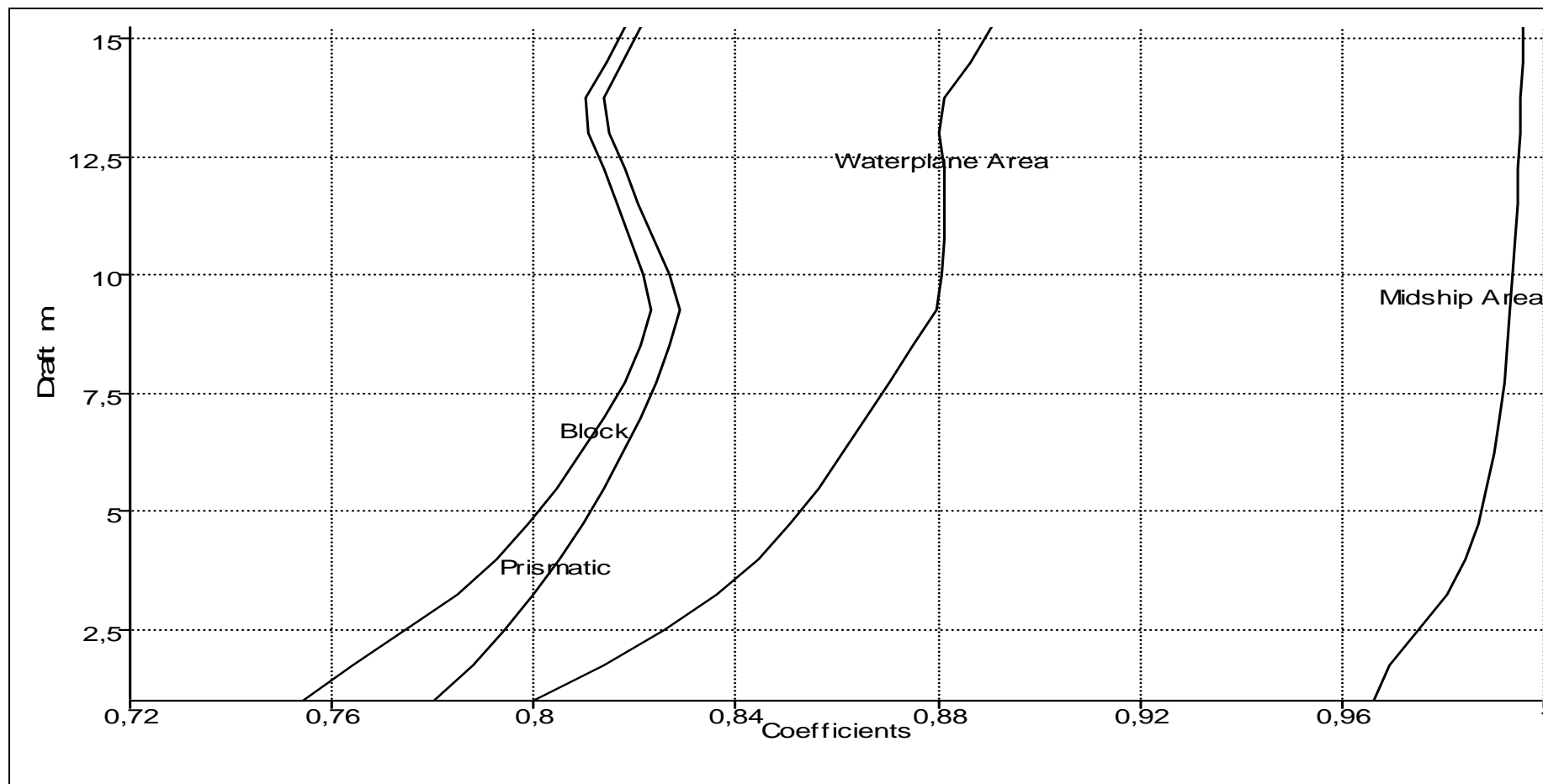
	13	13,75	14,5	15,25
1	108348	115156	122007	128894
2	0	0	0	0
3	13,000	13,750	14,500	15,250
4	13,000	13,750	14,500	15,250
5	13,000	13,750	14,500	15,250
6	0,000	0,000	0,000	0,000
7	222,786	224,007	224,007	224,007
8	45,000	45,000	45,000	44,999
9	13107,293	13465,721	13820,455	14171,758
10	8824,143	8883,008	8934,051	8978,335
11	0,815	0,814	0,818	0,821
12	0,811	0,810	0,814	0,818
13	0,995	0,995	0,996	0,996
14	0,880	0,881	0,886	0,891
15	121,557	121,287	121,014	120,744
16	117,286	116,689	116,181	115,750
17	6,725	7,118	7,511	7,905
18	15,250	15,250	15,250	15,250
19	12,780	12,110	11,503	10,954
20	276,616	265,456	254,792	244,628

21	4,255	3,978	3,765	3,608
22	268,091	257,324	247,054	237,282
23	19,505	19,228	19,015	18,858
24	283,341	272,574	262,304	252,532
25	90,465	91,069	91,592	92,046
26	1296,704	1322,838	1345,595	1365,328
27	8044,998	7993,956	8015,816	8116,966

GRÁFICA CARENAS RECTAS



Curvas de Coeficientes.



CARENAS INCLINADAS (CURVAS KN).

KN Calculation -

Free to Trim
Specific Gravity = 1,025

	Displacement tonne	KN 30 deg. Port.	KN 25 deg. Port.	KN 20 deg. Port.	KN 15 deg. Port.	KN 10 deg. Port.	KN 5 deg. Port.
1	7027	-16,648	-16,534	-16,138	-15,328	-13,779	-10,339
2	9511	-16,254	-16,003	-15,454	-14,463	-12,674	-8,883
3	11995	-15,909	-15,540	-14,861	-13,714	-11,739	-7,675
4	14478	-15,601	-15,126	-14,330	-13,053	-10,922	-6,662
5	16962	-15,320	-14,749	-13,849	-12,459	-10,194	-5,871
6	19446	-15,060	-14,401	-13,408	-11,919	-9,535	-5,259
7	21930	-14,819	-14,078	-13,002	-11,422	-8,932	-4,771
8	24414	-14,591	-13,776	-12,624	-10,962	-8,375	-4,374
9	26898	-14,376	-13,494	-12,271	-10,533	-7,861	-4,044
10	29381	-14,173	-13,228	-11,940	-10,131	-7,387	-3,766
11	31865	-13,980	-12,976	-11,627	-9,751	-6,963	-3,529
12	34349	-13,798	-12,738	-11,331	-9,393	-6,591	-3,325
13	36833	-13,624	-12,511	-11,050	-9,052	-6,262	-3,148
14	39317	-13,458	-12,296	-10,782	-8,729	-5,970	-2,994
15	41801	-13,300	-12,090	-10,526	-8,421	-5,710	-2,858
16	44284	-13,149	-11,892	-10,281	-8,130	-5,479	-2,738
17	46768	-13,004	-11,703	-10,046	-7,856	-5,271	-2,631
18	49252	-12,865	-11,521	-9,820	-7,604	-5,084	-2,536
19	51736	-12,732	-11,347	-9,603	-7,372	-4,915	-2,450
20	54220	-12,603	-11,178	-9,394	-7,160	-4,764	-2,374
21	56704	-12,479	-11,015	-9,193	-6,965	-4,626	-2,304
22	59187	-12,359	-10,858	-9,000	-6,786	-4,502	-2,242
23	61671	-12,244	-10,706	-8,814	-6,622	-4,389	-2,185
24	64155	-12,132	-10,559	-8,637	-6,471	-4,287	-2,133
25	66639	-12,024	-10,417	-8,471	-6,332	-4,193	-2,087

	Displacement tonne	KN 30 deg. Port.	KN 25 deg. Port.	KN 20 deg. Port.	KN 15 deg. Port.	KN 10 deg. Port.	KN 5 deg. Port.
26	69123	-11,919	-10,279	-8,316	-6,205	-4,108	-2,044
27	71607	-11,816	-10,145	-8,171	-6,089	-4,030	-2,006
28	74090	-11,711	-10,016	-8,035	-5,982	-3,959	-1,970
29	76574	-11,600	-9,891	-7,909	-5,883	-3,894	-1,938
30	79058	-11,483	-9,770	-7,792	-5,793	-3,835	-1,909
31	81542	-11,362	-9,654	-7,683	-5,710	-3,780	-1,882
32	84026	-11,236	-9,542	-7,582	-5,634	-3,730	-1,858
33	86510	-11,107	-9,437	-7,488	-5,564	-3,685	-1,835
34	88993	-10,973	-9,337	-7,401	-5,500	-3,643	-1,815
35	91477	-10,837	-9,238	-7,321	-5,440	-3,604	-1,796
36	93961	-10,697	-9,137	-7,247	-5,386	-3,569	-1,779
37	96445	-10,555	-9,036	-7,179	-5,336	-3,536	-1,763
38	98929	-10,411	-8,933	-7,117	-5,291	-3,507	-1,748
39	101412	-10,265	-8,829	-7,059	-5,249	-3,480	-1,735
40	103896	-10,119	-8,724	-7,006	-5,210	-3,455	-1,723
41	106380	-9,973	-8,619	-6,957	-5,175	-3,432	-1,712
42	108864	-9,827	-8,513	-6,911	-5,143	-3,412	-1,701
43	111348	-9,682	-8,407	-6,864	-5,114	-3,393	-1,692
44	113832	-9,537	-8,300	-6,814	-5,087	-3,375	-1,684
45	116315	-9,393	-8,193	-6,760	-5,063	-3,360	-1,676
46	118799	-9,251	-8,086	-6,702	-5,041	-3,346	-1,669
47	121283	-9,109	-7,978	-6,642	-5,021	-3,333	-1,662
48	123767	-8,969	-7,870	-6,577	-5,003	-3,322	-1,657
49	126251	-8,829	-7,760	-6,510	-4,988	-3,311	-1,652
50	128735	-8,691	-7,651	-6,439	-4,972	-3,302	-1,647

KN Calculation -

Free to Trim

Specific Gravity = 1,025

	KN 0 deg.	KN 5 deg. Starb.	KN 10 deg. Starb.	KN 15 deg. Starb.	KN 20 deg. Starb.	KN 25 deg. Starb.	KN 30 deg. Starb.	KN 35 deg. Starb.
1	0,000	10,339	13,779	15,328	16,138	16,534	16,648	16,546
2	0,000	8,884	12,675	14,464	15,454	16,003	16,254	16,280
3	0,000	7,676	11,739	13,715	14,861	15,540	15,909	16,048
4	0,000	6,663	10,922	13,053	14,331	15,126	15,601	15,839
5	0,000	5,871	10,194	12,459	13,849	14,749	15,320	15,648
6	0,000	5,259	9,535	11,919	13,408	14,401	15,061	15,472
7	0,000	4,771	8,932	11,422	13,001	14,077	14,819	15,307
8	0,000	4,374	8,376	10,962	12,624	13,776	14,591	15,152
9	0,000	4,044	7,861	10,533	12,271	13,493	14,376	15,006
10	0,000	3,766	7,387	10,131	11,939	13,227	14,173	14,866
11	0,000	3,529	6,963	9,751	11,627	12,976	13,980	14,732
12	0,000	3,325	6,591	9,393	11,331	12,738	13,798	14,605
13	0,000	3,148	6,262	9,052	11,050	12,511	13,624	14,484
14	0,000	2,994	5,970	8,729	10,782	12,295	13,458	14,369
15	0,000	2,858	5,710	8,421	10,526	12,089	13,300	14,258
16	0,000	2,738	5,478	8,130	10,281	11,892	13,149	14,153
17	0,000	2,631	5,271	7,856	10,046	11,703	13,004	14,052
18	0,000	2,536	5,084	7,604	9,820	11,521	12,865	13,955
19	0,000	2,450	4,915	7,372	9,603	11,346	12,731	13,863
20	0,000	2,374	4,764	7,160	9,394	11,178	12,603	13,773
21	0,000	2,304	4,626	6,965	9,192	11,015	12,479	13,687
22	0,000	2,242	4,502	6,786	8,999	10,858	12,359	13,600
23	0,000	2,185	4,389	6,622	8,813	10,706	12,244	13,506
24	0,000	2,133	4,287	6,471	8,637	10,559	12,132	13,405

	KN 0 deg.	KN 5 deg. Starb.	KN 10 deg. Starb.	KN 15 deg. Starb.	KN 20 deg. Starb.	KN 25 deg. Starb.	KN 30 deg. Starb.	KN 35 deg. Starb.
25	0,000	2,087	4,193	6,332	8,471	10,417	12,024	13,296
26	0,000	2,044	4,108	6,205	8,316	10,279	11,919	13,181
27	0,000	2,006	4,030	6,088	8,171	10,145	11,816	13,061
28	0,000	1,970	3,959	5,981	8,035	10,016	11,710	12,936
29	0,000	1,938	3,894	5,883	7,909	9,891	11,599	12,807
30	0,000	1,909	3,835	5,793	7,792	9,770	11,483	12,674
31	0,000	1,882	3,780	5,710	7,683	9,653	11,361	12,537
32	0,000	1,858	3,730	5,634	7,582	9,542	11,236	12,396
33	0,000	1,835	3,685	5,564	7,488	9,437	11,106	12,253
34	0,000	1,815	3,643	5,500	7,401	9,337	10,973	12,108
35	0,000	1,796	3,604	5,440	7,321	9,237	10,836	11,960
36	0,000	1,779	3,569	5,386	7,247	9,137	10,697	11,809
37	0,000	1,763	3,537	5,336	7,179	9,035	10,555	11,657
38	0,000	1,748	3,507	5,291	7,116	8,933	10,410	11,503
39	0,000	1,735	3,480	5,249	7,059	8,829	10,265	11,347
40	0,000	1,723	3,455	5,210	7,006	8,724	10,119	11,190
41	0,000	1,712	3,432	5,175	6,957	8,619	9,973	11,032
42	0,000	1,701	3,412	5,143	6,911	8,513	9,827	10,872
43	0,000	1,692	3,393	5,114	6,864	8,407	9,682	10,712
44	0,000	1,684	3,375	5,087	6,814	8,301	9,537	10,550
45	0,000	1,676	3,360	5,063	6,760	8,194	9,393	10,389
46	0,000	1,669	3,346	5,041	6,703	8,086	9,251	10,228
47	0,000	1,662	3,333	5,021	6,642	7,978	9,109	10,068
48	0,000	1,657	3,322	5,003	6,577	7,870	8,969	9,909
49	0,000	1,652	3,311	4,988	6,510	7,761	8,829	9,751
50	0,000	1,647	3,302	4,972	6,439	7,651	8,692	9,594

KN Calculation -

Free to Trim

Specific Gravity = 1,025

	KN 40 deg. Starb.	KN 45 deg. Starb.	KN 50 deg. Starb.	KN 55 deg. Starb.	KN 60 deg. Starb.	KN 65 deg. Starb.	KN 70 deg. Starb.	KN 75 deg. Starb.
1	16,269	15,845	15,301	14,664	13,963	13,241	12,569	12,081
2	16,127	15,826	15,405	14,890	14,316	13,729	13,208	12,880
3	16,003	15,808	15,492	15,084	14,620	14,151	13,764	13,374
4	15,891	15,790	15,568	15,255	14,890	14,529	14,185	13,674
5	15,787	15,773	15,636	15,410	15,137	14,863	14,455	13,863
6	15,691	15,756	15,698	15,554	15,364	15,098	14,630	13,983
7	15,601	15,739	15,756	15,687	15,562	15,253	14,742	14,058
8	15,516	15,723	15,810	15,813	15,694	15,351	14,810	14,101
9	15,435	15,709	15,862	15,922	15,776	15,407	14,847	14,121
10	15,359	15,695	15,910	15,988	15,819	15,433	14,860	14,125
11	15,286	15,682	15,956	16,019	15,833	15,435	14,855	14,117
12	15,217	15,669	15,976	16,022	15,824	15,419	14,836	14,098
13	15,150	15,657	15,970	16,002	15,796	15,389	14,807	14,071
14	15,085	15,643	15,943	15,963	15,754	15,347	14,768	14,039
15	15,023	15,611	15,897	15,911	15,699	15,295	14,722	14,001
16	14,964	15,560	15,836	15,846	15,635	15,235	14,671	13,958
17	14,907	15,495	15,762	15,770	15,563	15,170	14,614	13,914
18	14,844	15,417	15,678	15,686	15,484	15,099	14,554	13,866
19	14,769	15,328	15,585	15,595	15,399	15,023	14,490	13,815
20	14,683	15,230	15,484	15,498	15,309	14,944	14,423	13,763
21	14,588	15,125	15,377	15,396	15,215	14,862	14,354	13,710
22	14,485	15,013	15,265	15,289	15,118	14,777	14,284	13,655
23	14,374	14,896	15,148	15,178	15,018	14,689	14,211	13,598

	KN 40 deg. Starb.	KN 45 deg. Starb.	KN 50 deg. Starb.	KN 55 deg. Starb.	KN 60 deg. Starb.	KN 65 deg. Starb.	KN 70 deg. Starb.	KN 75 deg. Starb.
24	14,258	14,774	15,027	15,064	14,915	14,600	14,137	13,540
25	14,136	14,648	14,903	14,948	14,810	14,509	14,061	13,482
26	14,010	14,518	14,777	14,829	14,703	14,416	13,985	13,422
27	13,879	14,386	14,649	14,709	14,594	14,322	13,908	13,363
28	13,745	14,251	14,518	14,588	14,484	14,227	13,829	13,302
29	13,608	14,114	14,387	14,465	14,373	14,131	13,750	13,241
30	13,468	13,975	14,253	14,341	14,263	14,034	13,670	13,179
31	13,326	13,834	14,119	14,217	14,151	13,937	13,589	13,117
32	13,182	13,692	13,984	14,092	14,038	13,839	13,508	13,055
33	13,035	13,548	13,847	13,966	13,926	13,742	13,427	12,992
34	12,887	13,404	13,710	13,840	13,813	13,644	13,347	12,929
35	12,737	13,258	13,573	13,713	13,700	13,547	13,266	12,867
36	12,586	13,111	13,434	13,586	13,587	13,450	13,186	12,805
37	12,433	12,963	13,295	13,459	13,474	13,352	13,106	12,743
38	12,279	12,815	13,156	13,332	13,360	13,255	13,026	12,681
39	12,124	12,665	13,016	13,204	13,247	13,158	12,946	12,620
40	11,967	12,515	12,876	13,076	13,134	13,061	12,867	12,558
41	11,810	12,364	12,735	12,949	13,021	12,964	12,787	12,497
42	11,652	12,213	12,594	12,820	12,907	12,867	12,707	12,435
43	11,493	12,061	12,452	12,691	12,793	12,769	12,627	12,374
44	11,333	11,908	12,310	12,562	12,679	12,672	12,547	12,313
45	11,172	11,754	12,167	12,433	12,565	12,574	12,467	12,252
46	11,010	11,600	12,024	12,302	12,450	12,475	12,387	12,190
47	10,848	11,445	11,880	12,172	12,335	12,377	12,306	12,129
48	10,686	11,290	11,735	12,041	12,219	12,278	12,226	12,068
49	10,523	11,133	11,590	11,909	12,103	12,179	12,145	12,007
50	10,360	10,977	11,444	11,777	11,986	12,080	12,065	11,945

KN Calculation -

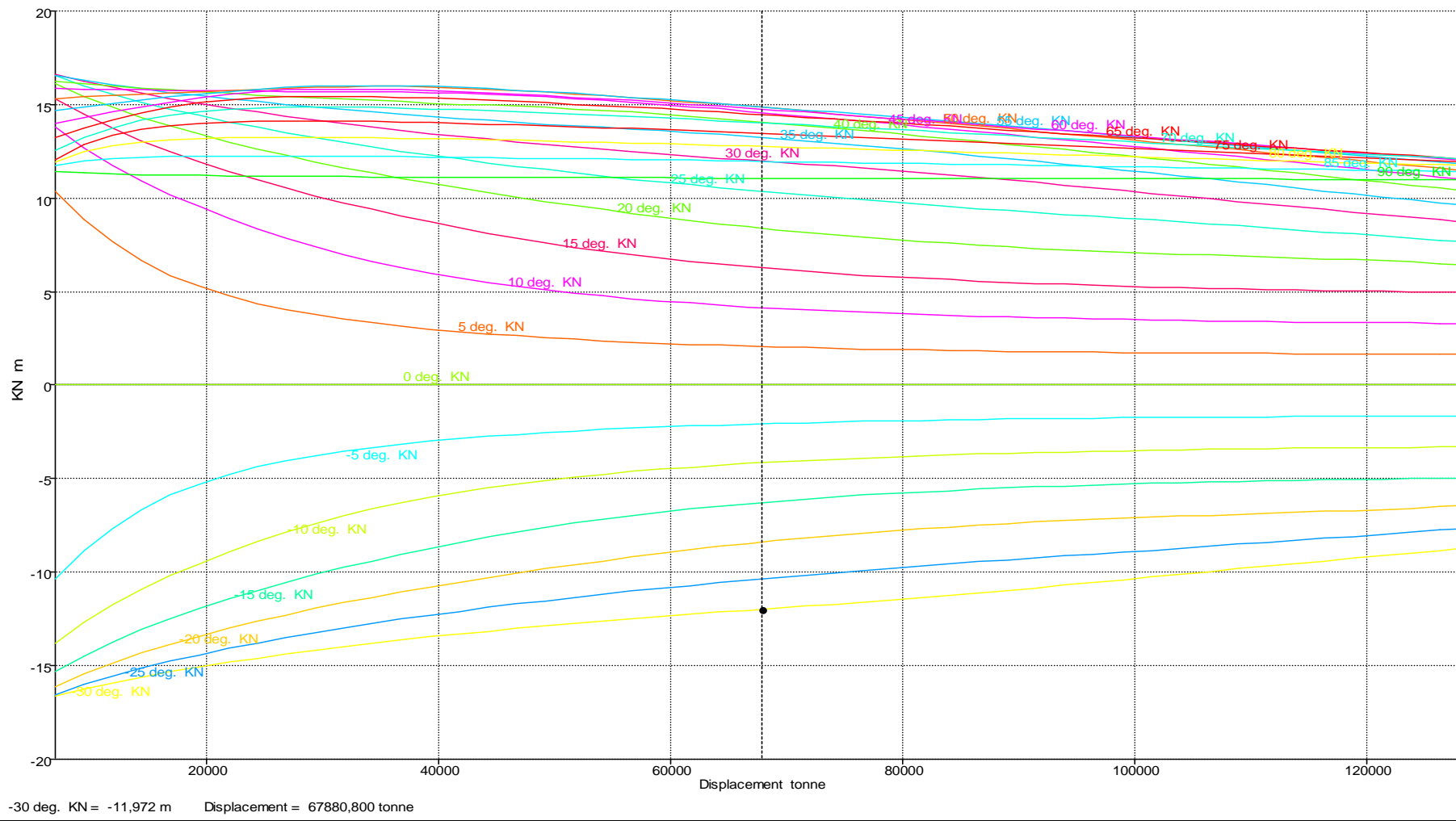
Free to Trim

Specific Gravity = 1,025

	KN 80 deg. Starb.	KN 85 deg. Starb.	KN 90 deg. Starb.
1	11,950	11,757	11,430
2	12,512	11,996	11,356
3	12,819	12,120	11,305
4	13,001	12,190	11,267
5	13,113	12,231	11,238
6	13,183	12,252	11,214
7	13,223	12,263	11,195
8	13,246	12,264	11,179
9	13,252	12,261	11,165
10	13,250	12,252	11,153
11	13,239	12,242	11,143
12	13,222	12,229	11,134
13	13,201	12,214	11,126
14	13,176	12,197	11,119
15	13,148	12,180	11,113
16	13,117	12,162	11,107
17	13,085	12,143	11,102
18	13,051	12,124	11,097
19	13,015	12,104	11,093
20	12,979	12,083	11,089
21	12,941	12,062	11,085
22	12,902	12,040	11,081
23	12,863	12,019	11,078
24	12,823	11,997	11,075

	KN 80 deg. Starb.	KN 85 deg. Starb.	KN 90 deg. Starb.
25	12,782	11,975	11,071
26	12,741	11,953	11,068
27	12,700	11,930	11,065
28	12,658	11,908	11,062
29	12,616	11,885	11,059
30	12,574	11,863	11,057
31	12,531	11,840	11,054
32	12,488	11,817	11,051
33	12,445	11,794	11,048
34	12,402	11,771	11,045
35	12,358	11,747	11,042
36	12,315	11,723	11,038
37	12,271	11,699	11,035
38	12,228	11,675	11,031
39	12,186	11,652	11,027
40	12,143	11,629	11,024
41	12,101	11,607	11,022
42	12,059	11,585	11,020
43	12,017	11,563	11,018
44	11,975	11,541	11,017
45	11,934	11,520	11,015
46	11,892	11,499	11,014
47	11,851	11,477	11,014
48	11,810	11,456	11,013
49	11,768	11,435	11,012
50	11,727	11,414	11,012

GRÁFICA DE BRAZOS KN.



CAPITULO 4 : POTENCIA PROPULSORA.

En este capítulo se estimará la potencia que deberá suministrar el motor de nuestro buque para moverlo a la velocidad de servicio (15 nudos). Primero haremos una aproximación inicial por formulas sencillas, como la de D.G.M. Watson ; luego haremos una aproximación mas detallada mediante métodos mas aproximados como el de L.K.kupras; y finalmente un calculo definitivo sobre las formas del buque a través de un programa de ordenador, HullSpeed en su versión para Maxsurf, y así compara los resultados obtenidos junto a los aportados por ARQnaval.

Dimensiones principales:

$$L_{pp} = 224,12 \text{ m} \quad T = 15.3 \text{ m}$$

$$B = 44.82 \text{ m} \quad V = 15 \text{ nudos}$$

$$D = 21.08 \text{ m} \quad F_n = 0.16$$

$$CB = 0.793 \quad \Delta = \gamma_{as} L_{pp} B T CB = 124922.6 \text{ TN}$$

Instalaremos un motor diesel lento directamente acoplado $N = 100 \text{ rpm}$.

• **Fórmula de D.G.M. Watson:**

$$PB = [(0.889 * DISW^{2/3} (40 - L_{pp} / 61 + 400 (K + 1)^2 - 12 CB)) / 15000 - 1.81 * N * (L_{pp})^{1/2}] * V^3$$

Siendo:

$K =$ Constante de la fórmula de Alexander. $= 1.1$

$V =$ velocidad en nudos, en condiciones de pruebas en plena carga

$PB =$ potencia desarrollada por el motor propulsor directamente acoplado en HP.

$N =$ RPM del motor propulsor.

$$\text{DISV (volumen de carena)} = L_{pp} * B * T * CB = 121875.7 \text{ m}^3$$

$$\text{DISW} = 124922.6 \text{ Tn}$$

$$\text{PB} = 18796 \text{ HP.}$$

• *Método de l.k. kupras.*

Se parte del concepto de velocidad límite VB, que es la velocidad por debajo de la cual el coeficiente de resistencia total no varía mucho y por encima de la cual empezará a aumentar rápidamente:

-Velocidad límite:

$$VB = (3.08 - 2.54CB) (L_{pp})^{1/2}$$

$$VB = \underline{15.95} \text{ nudos}$$

-Potencia de Remolque:

$$PE = C * \text{DISW}^{2/3} V^3 / 427.1, \text{ siendo } C \text{ aprox. } 0.71$$

$$PE = \underline{16856.6} \text{ HP}$$

-El Rendimiento Cuasipropulsivo:

$$\text{ETAD} = \text{ETAO} * \text{ETH} * \text{ETAR}$$

$$-\text{ETAO} = 1.30 - 0.55CB - 0.0267N = \underline{0.596} \text{ (Rendimiento del propulsor)}$$

$$N = 100 \text{ RPM (direct.acoplado)}$$

-ETAH, rendimiento del casco,

$$\text{Para } CB < 0.8 \rightarrow \text{ETAH} = 0.385 + 0.7CB + 0.11 B/T = \underline{1.262}$$

$$-\text{ETAR} = 1.01 \text{ (Rendimiento rotativo relativo)}$$

$$\text{Entonces } \text{ETAD} = \underline{0.827}$$

-Factor de correlación (1 +k).

$$(1 + K) = 0.85 + 0.00185 [(1000 - 3.28 L_{pp})/100]^{2.5} = 0.871$$

La potencia absorbida por la hélice a la velocidad límite será :

$$PBD = 0.0023752 (1 + x)0.71 DISW^{2/3} VB^3 /ETAD$$

$$PBD = 17989.5 \text{ HP}$$

Para nuestra velocidad de servicio, 15 nudos:

$$PD = PDB (V/VB)^{4.167V/VB} ;$$

$$PD = 14140.83 \text{ HP}$$

La potencia desarrollada por nuestro motor será:

$$MCO = PS = PD * F_s/ETAM = 14492.41 \text{ HP}$$

Siendo F_s = Factor de servicio que vale 1

$$ETAM = 0.98$$

● **Método de Holtrop.**

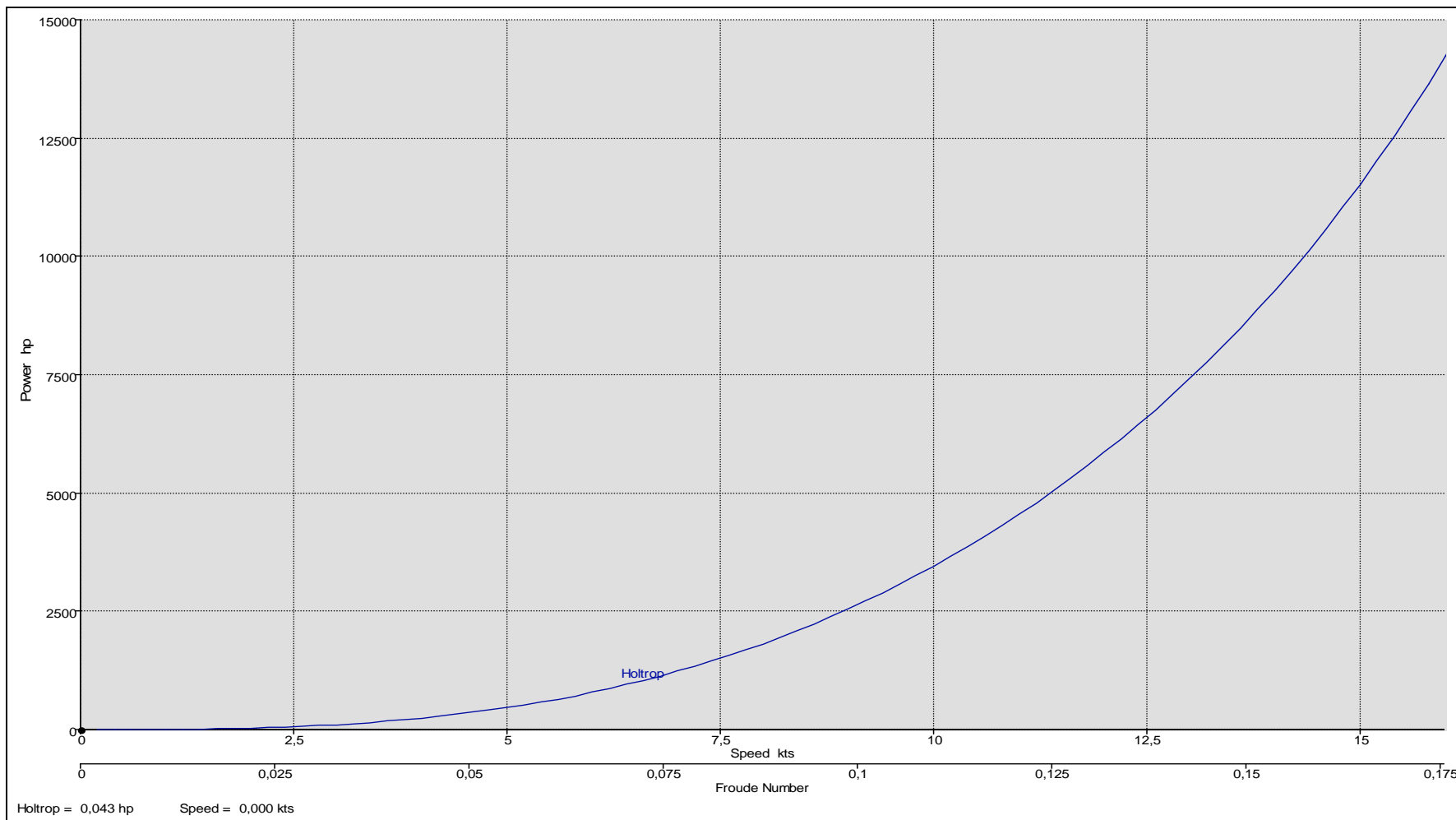
Este cálculo se realizará sobre las formas del buque usando un programa de ordenador denominado Hullspeed para Maxsurf.

-Resultados:

Speed (kn)	Holtrop resist (KN)	Holtrop Power(HP)
0	0	0
0.4	1.13	0.31
0.8	4.12	2.28
1.2	8.85	7.33
1.6	15.26	16.85
2	23.32	32.18
2.4	33.01	54.66
2.8	44.31	85.6
3.2	57.21	126.3
3.6	71.68	178.02
4	87.7	242.01
4.4	105.25	319.49
4.8	124.31	411.64
5.2	144.85	519.61
5.6	166.83	644.53
6	190.25	787.49
6.4	215.06	949.54
6.8	241.26	1131.77
7.2	268.8	1335.14
7.6	297.74	1561.06
8	328.16	1811.13
8.4	359.93	2085.76
8.8	393.02	2385.99
9.2	472.44	2712.89
9.6	463.19	3067.58
10	500.27	3451.25
10.4	538.72	3865.16
10.8	578.57	4310.74
11.2	619.88	4789.6
11.6	662.74	5303.58
12	707.23	5854.81
12.4	753.5	6445.8
12.8	801.71	7079.45
13.2	852.06	7759.2

Speed (kn)	Holtrop resist (KN)	Holtrop Power(HP)
13.6	904.79	8498.04
14	960.17	9273.58
14.4	1018.2	10118.2
14.8	1080.2	11.028.99
15.2	1145.61	12012.96
15.6	1215.19	13077.97
16	1289.44	14232.89

A continuación presentamos la curva Potencia-Velocidad calculada del mismo modo.



Curva Potencia-Velocidad

Estimación del diámetro de la hélice:

$$DP = 15.75 [MCO^{0.2} / N^{0.6}]$$

$$DP = 6.75 \text{ m}$$

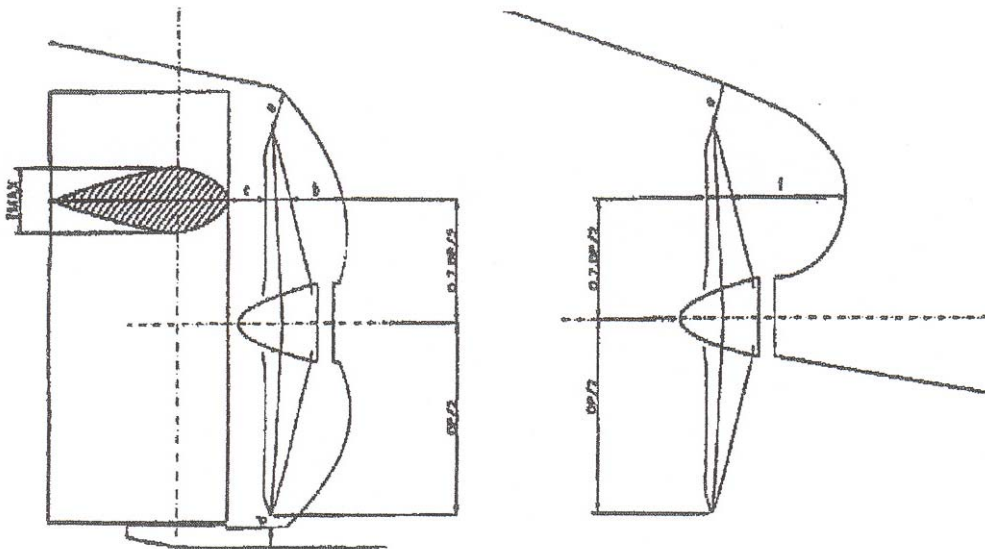
$$DP_{ARQ} = 9.1 \text{ m}$$

Es importante hacer una estimación del diámetro de la hélice que nos permita, entre otras cosas, controlar su inmersión en la situación de lastre, y verificar los huelgos entre hélice y codaste.

Huelgos entre la hélice y el casco:

Debido a la importancia de estos huelgos, las sociedades de clasificación incluyen en sus normas recomendaciones sobre los valores mínimos que deben tener, con objeto de que las vibraciones excitadas por la hélice no excedan unos niveles razonables.

La Sociedad de Clasificación **Lloyd's Register of shipping** recomienda los siguientes huelgos mínimos en metros según la siguiente figura, siendo Z el número de palas de la hélice y TMAX el espesor máximo del timón,



-Buques de 1 hélice:

$a = K_z * K * DP$ Con un mínimo de 0.10 DP

$b = 1.5 a$ Con un mínimo de 0.15 DP

$c = 0.12 DP$

$d = 0.03 DP$

$K_z = 1$ Para hélices de 4 palas

$K = (0.1 + L_{pp} / 3050) * (2.56 CB * MCO / L_{pp}^2 + 0.3)$

$K = 0.1016$

Por tanto según los valores obtenidos tenemos:

$a = 0.68 \text{ m}$

$b = 1.02 \text{ m}$

$c = 0.81 \text{ m}$

$d = 0.205 \text{ m}$

Resumen de huelgos:

Huelgos	Lloyd's	ARQnaval
a	0.68	1.76
b	1.02	2.64
c	0.81	1.09
d	0.205	0.27

Autonomía:

-Autonomía en millas: 16000 millas + 15% margen = 18400 millas.

-Velocidad de servicio: 15 nudos.

-Consumo específico de combustible: 145 gr. / BHP por hora

$$145 * 14492.41 = 2.10 \text{ Toneladas por hora}$$

-Densidad del combustible: 0.97 T / m³

-Tiempo de autonomía:

$$t = s / v = 4416038 \text{ segundos} = 1226.6 \text{ horas} = 102.22 \text{ Días}$$

-Capacidad de los tanques de combustible:

$$\text{Peso del combustible} = 2.10 \text{ T/h} * 1226.6 \text{ horas} = 2576 \text{ tn}$$

$$\text{Volumen} = \text{peso} / \gamma = 2655.6 \text{ m}^3$$

-Tanque de aceite:

Considerando la capacidad del tanque de aceite como un 3-4 % del combustible:

$$\text{Peso aceite} = 90.2 \text{ tn}$$

$$\text{Volumen} = 93 \text{ m}^3$$

	Cálculo	ARQ naval
Autonomía(Tn combustible)	2576	2588

Resumen de Potencias:

Potencias	Watson	L.K. Kupras	Holtrop	ARQnaval	Media
HP	18796	14492.41	12012.96	19740	16260.3

Potencias desarrolladas por el propulsor. Parece lógico adoptar como potencia propulsora la media entre los distintos métodos.

CAPITULO 5: DISPOSICION GENERAL.

Disposición general.

El buque objeto de nuestro estudio se trata de un petrolero de crudo de 110.000 TMP, cuyas dimensiones principales serán:

$$L_{pp} = 224,12 \text{ m} \quad T = 15.32 \text{ m}$$

$$B = 44.82 \text{ m} \quad V = 15 \text{ nudos}$$

$$D = 21.08 \text{ m} \quad F_n = 0.16$$

$$CB = 0.793 \quad \Delta = \gamma_{as} L_{pp} B T CB = 124922.6 \text{ TN}$$

El buque tendrá una cántara dividida por crujía por un manparó longitudinal y transversalmente por 7 manparos transversales que definirán 6 parejas de tanques de carga. Estos llevarán doble casco según los requerimientos de la IMO, no dispondrá de doble casco ni la cámara de maquina ni el pique de proa y popa, ya que el crudo pasará de los tanques y a través de la cámara de bombas (que también tendrá doble casco) para ser descargado. A popa de los tanques de carga se dispondrán dos tanques de decantación "Slop", protegidos con doble casco y doble fondo, con una capacidad no inferior al 2% de la capacidad de transporte de hidrocarburos.

Dispondrá de castillo de proa de una longitud mínima de 0.07 L_{pp} con los pañoles necesarios en esa zona. El pique de proa llevará en su interior la caja y pozo de cadenas. La superestructura irá popa con cuatro niveles

En el centro del buque y sobre la cubierta principal, se dispondrá de la zona de transversales del servicio de carga, a través de la cual se carga/descarga el buque. El servicio de manejo de las mangueras de carga estará atendida por una grúa electrohidráulica.

Sobre cubierta serán visibles las siguientes líneas:

-Líneas relacionadas con la carga y operaciones:

Líneas de manifolds, carga/descarga: Es la más importante que tiene el buque y nunca irán dispuestas por el interior, a ella se conectarán las mangueras de carga y descarga.

Líneas de carga y descarga en cubierta

Líneas de gas inerte: Separadas de las de carga.

Línea de cow: Para el lavado de los tanques con crudo

-Otras líneas:

Líneas de bunker: Para tomas de fuel y diesel.

Líneas de contra incendio: Como mínimo 5, como indica en su reglamento SOLAS.

Línea de aire: Para servicios.

Línea hidráulica: Para dar fuerza a los elementos de la cubierta.

Línea de cableado: De proa a popa para guardar el sistema de cableado.

-Líneas de especial interés:

Caídas: Van desde la cubierta principal hasta los tanques de carga.

Crossover: Líneas que unen varias líneas, siempre con doble válvula.

La cámara de bombas irá dispuesta a popa de la cántara y llevará instalada turbobombas con las turbinas accionadoras dispuestas en la Cámara de Máquinas, esta irá situada a popa.

La superestructura, cuyo manpapo frontal deberá estar situado a popa de cualquier tanque de carga (incluidos los de decantación), estará dividida en dos secciones de manera que la sección de proa, que incorpora los alojamientos de la tripulación, quede aislada de la zona de guardacalores y chimeneas que, por su naturaleza, es zona generadora de ruidos, calor y vibraciones. Dispondrá de camarotes para aprox. 20 personas, la tripulación estará formada entonces por :

- Capitán
- Primer oficial de puente.
- Segundo oficial de puente.
- Tercer oficial de puente.
- Primer maquinista.
- Segundo maquinista.
- Alumno de puente.
- Alumno de máquinas.

- Bombero
- Ayudante de bombero
- Electricista
- Mecánico.
- Cocinero.
- Marinero 1
- Marinero 2.
- Marinero 3.
- Mozo
- Engrasador 1.
- Engrasador 2.
- Camarero.

El motor propulsor situado en la Cámara de Máquinas será un diesel de MCO 16815.3 HP a 100 rpm. Y estará directamente acoplado a una hélice de 6.75 m de diámetro de 4 palas.

El codaste será de tipo abierto, para distanciar al máximo las palas de la hélice del casco y así evitar vibraciones. El timón será en un primer momento colgado semicompensado.

A popa de la superestructura se dispondrá el equipo de amarre, y en el costado irán dispuestos los botes salvavidas. El bote será de tipo cerrado como es obligatorio en los petroleros. En esta superestructura los alerones del puente van autoportados y se extiende hasta los costados para facilitar el control visual en las maniobras de amarre.

Espacios:

-Espacios de Carga: Formado por 12 tanques dispuestos por parejas en el sentido de la eslora. Entre cuadernas 4 y 19

-Espacios de Máquinas: Cámara de máquinas, cámara de bombas (Motor propulsor, grupos electrógenos, bombas de trasiego ..etc), espacio del servomotor. Entre cuadernas 2 y 4

-Espacio de Tanques:

- Tanques de carga. Entre cuadernas 4 y 19
- Tanques de lastre de doble fondo. Entre cuadernas 2 y 19
 - Zona de carga .De 4 a 19
 - Zona de máquinas. De 2 a 4
- Tanques de lastre de doble casco. Entre cuadernas 4y19
- Tanques de decantación. Entre cuadernas 4 y 5
- Pique de proa. Entre cuadernas 19 y 20
- Pique de popa. Entre cuadernas 1 y 3
- Tanques de servicio diario.
- Tanque de combustible. Entre cuadernas 4 y 5
- Tanque de aceite.
- Tanques de agua dulce.
- Almacén.
- Tanques de sedimentación. .

-Espacios de Alojamientos.

-Bajo cubiertas A y botes : Camarotes ,gambuza, aire acondicionado, equipos de aire a presión.

-Bajo cubierta. Puente: Camarotes, enfermería, comedores, zonas de ocio, cocina.

-Bajo cubierta. Techo Puente: puente de gobierno y derrota.

-Otros:

-Bajo cubierta castillo: Máquinaria hidráulica, caja de cadenas.

-Bajo cubierta toldilla: Taller,servomotor y pañoles

Configuración Estructural.

Es un buque estructuralmente fuerte, con una estructura básicamente longitudinal apoyada sobre estructura transversal y con una cubierta continua.

En este tipo de buque distinguimos tres zonas básicas:

- Zona de tanques y cámara de bombas.
- Zona de máquinas.
- Zona de habilitación.

Desde un punto de vista estructural el casco se compone de quilla plana, forro del fondo, forro del pantoque, forro del costado, cubierta superior con un puntal de 21.08 m, doble fondo con una altura que estará sujeta a las reglamentaciones de MARPOL 73/78, un doble casco q atenderá a reglamentaciones de Marpol.

En el sentido de la eslora, la cántara estará dividida por 7 manparos transversales que definirán los 6 pares de tanques de carga de que dispondrá nuestro buque. La distancia entre estos manparos deberá responder a las especificaciones de Marpol 73/78(máximo tamaño y eslora permitidos). Este requerimiento podría exigir, por parte de las Sociedades de Clasificación, una disposición de manparos transversales antibalance en el caso de que se pensara navegar con tanques parcialmente llenos.

En el sentido de la manga se dispondrá de un solo manparo longitudinal suficiente hasta valores de 145000 TMP.

Refuerzos:

-Piques y cámara de máquinas: Reforzado transversal.

- Fondo. Varengas y vagras intermedias.
- Costado. Cuadernas y palmejares intermedios.
- Cubierta. Esloras intermedias y baos.

-Bodega. Reforzado longitudinal en fondo y cubierta, y transversal en el costado

- Fondo. Longitudinales y varengas.
- Costado. Cuadernas, palmejares intermedios y bulrcamas.
- Cubierta. Longitudinales y baos fuertes.

-Manparos principales. Reforzado vertical.

- Refuerzos verticales.

-Castillo y superestructura de popa. Reforzado transversal.

- Manparos .Refuerzos verticales.
- Cubiertas y baos.

El buque se construir de manera que el momento flector máximo en las condiciones determinadas est lo más cerca posible al mínimo exigido por las reglas de Lloyd's Register, para obtener el menor peso de la estructura posible.

La protección del casco se hará mediante ánodos de cinc y todas las planchas y perfiles destinados a la estructura se chorrearán y recibirán una imprimación en el taller.

El acero utilizado será acero naval y acero de alta resistencia en los grados exigidos por las Sociedades de Clasificación.

CAPITULO 6 : VOLUMENES Y SUPERFICIES DE ESPACIOS DE CARGA.

En este apartado, como en apartados anteriores, se estimaran los volúmenes de los espacios mas importantes, primero mediante el cálculo de formulas sencillas y mas adelante nos iremos aproximando a las cifras reales.

En este momento empezará a consolidarse el peso muerto, ya que entre otros se calculará el espacio de las bodegas de carga

Definición de los compartimientos principales:

Pique de proa.

Las sociedades de clasificación requieren que el mamparo del pique de proa se sitúe entre una distancia mínima y otra máxima que se calculan a continuación para:

$L_{pp} > 200$ m. Para buques sin bulbo

Longitud mínima = 10

Longitud máxima = $0.08 * L_{pp} = 0.08 * 224.12 = 17.9$ m

Valores normales: Las Sociedades de Clasificación requieren un calado mínimo a proa para evitar reforzados adicionales de: $0.04L_{pp} = 8.9$ m

Se puede considerar un valor del 20- 40% mayor que el mínimo reglamentario:

Es decir, 14 m

Pique de popa.

No existen longitudes mínimas ni máximas requeridas por las sociedades de clasificación, aunque lo normal para buques grandes es tomar como valor el 4 % de la eslora.

$$\text{Distancia} = 0.04 * 224.12 = 8.9 \text{ m}$$

Cámara de Máquinas.

Para petroleros se puede estimar mediante:

$$L_{cm} = 0.28 L_{pp}^{0.67} + 0.48 MCO^{0.35} = 24.25 \text{ m}$$

$$MCO = 14492.41 \text{ HP}$$

Cámara de Bombas.

Se le dispondrá al petrolero de una cámara de bombas para el manejo de la carga y lastre, situada inmediatamente a proa de la cámara de máquinas.

Interpolando entre los valores normales obtenemos que:

$$LCBO = 3.74 \text{ m.}$$

Lpp	LCBO
200	3.5
300	4.5

Doble Fondo.

El doble fondo en la zona de carga debe tener una altura mínima por requerimientos estructurales, por lo que las Sociedades de Clasificación definen esta altura en sus reglas:

Lloyd's Register define una altura mínima de:

$$DDF = B / 15 \quad (\text{MARPOL 73/78})$$

$$\text{ó } h = 2 \text{ m, Si este valor es menor (} h_{\text{mínima}} \rightarrow 1 \text{ m)}$$

$$\text{como } B/15 = 2.98 = 3 \text{ m, tomaremos } DDF = 2 \text{ m.}$$

En la zona de cámara de máquinas se tomará por razones de capacidad la opción B/15

Volúmenes:***Volumen del casco completo.***

El volumen total del casco en m³ se puede estimar según la siguiente fórmula:

$$VTC = CBD * Lpp * B * DA + VBR$$

$$VTC = 0.82 * 224.12 * 44.82 * 21.08 + 5402.6 = 179115.8 \text{ m}^3$$

$$VBR = 0.012Lpp B^2 = 5402.6 \text{ m}^3$$

DA puntal corregido por arrufo, arrufo = 0

$$CBD = CB + 0.35(D-T)/T (1-CB) = 0.82$$

Doble fondo.

La altura del doble fondo es de 2 m

Para calcular su volumen utilizamos la siguiente fórmula:

$$VDF = Lpp * B * DDF [CB - 0.4 ((T - DDF) / T)^{2(1-CB)^{1/2}}]$$

$$VDF = 20090.11 * (0.655) = 13169 \text{ m}^3$$

Cámara de máquinas.

Para calcular la longitud de la cámara de maquinas en petroleros se utiliza la siguiente expresión:

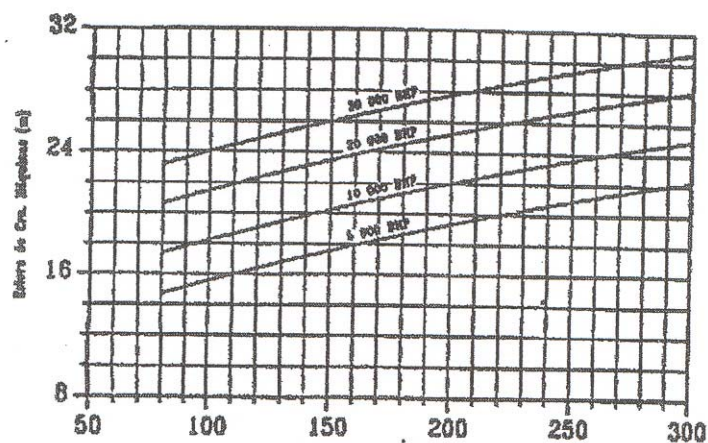
$$LCM = 0.28 Lpp^{0.67} + 0.48 MCO^{0.35}$$

$$MCO = 14492.41 \text{ HP}$$

$$LCM = 24.24 \text{ m}$$

Los valores obtenidos de la fórmula anterior se reflejan en la siguiente gráfica para petroleros:

$$LCM = 0.28 Lpp^{0.67} + 0.48 MCO^{0.35}$$



En el volumen de la cámara de máquinas se incluye también el de la cámara de bombas, este volumen se calcula por:

$$VQM = 0.85 LCM * B * D * (3.217 Lcm / Lpp - 0.0655)$$

$$VQM = 5500.4 \text{ m}^3$$

Piques de proa y popa.

La capacidad combinada de los piques se calcula según la fórmula siguiente:

$$VPQS = 0.37 LPQS * B * (D + (ARF + ARA) / 2) * CB$$

LPQS = Longitud de ambos piques

$$LPQS = 14 + 8.9 = 22.9 = 23 \text{ m}$$

ARF y ARA = Arufo en popa y en proa = 0

$$VPQS = 0.37 * 23 * 44.82 * 21.08 * 0.793$$

$$VPQS = 6375.9 \text{ m}^3$$

Doble casco.

El volumen del doble casco se calcula por la siguiente expresión.

$$LDC = Lpp - LCM - LPQS$$

$$LDC = 224.12 - 23 - (14 + 8.9)$$

$$LDC = 178.2 \text{ m}$$

$$BDC = 2 \text{ m}$$

$$VDC = 2.14 LDC * BDC * (D - DDF) * (0.82 CB + 0.217)$$

$$VDC = 2.14 * 178.2 * 2 (21.08 - 2) * (0.82 * 0.793 + 0.217)$$

$$VDC = 12620.5 \text{ m}^3$$

Volumen de carga.

Si restamos al volumen del casco ,los volúmenes de el doble fondo, cámara de máquinas, piques y doble casco obtenemos:

$$VCAR = 141450 \text{ m}^3$$

Debe ser él suficiente para cargar el peso muerto estipulado, siendo la densidad de la carga $0.84 \text{ t} / \text{m}^3$, nos da un valor de:

$110000 / 0.84 = 130952.3 \text{ m}^3$ (Este valor incluye carga útil, consumos, combustible; aceite, y otras componentes del peso muerto.)

Ahora nos dispondremos a definir y calcular los espacios reales de nuestro buque siguiendo las directrices que MARPO 73/78 nos exige y calculándolos a través del programa Hydmax en su módulo de calibración de tanques definiendo el compartimentado de nuestro buque.

Consideraciones sobre la definición de volúmenes: Todos los Petroleros de más de 30000 TMP deberán cumplir con lo dispuesto en la Regla 13 del Anexo I de MARPOL.

Doble Fondo:

Atendiendo al criterio de MARPOL:

Anexo I del MARPOL73/78. Capítulo 2, regla 13F.3b

Tanques o espacios del doble fondo. En cualquier sección transversal, la profundidad de cada tanque o espacio del doble fondo será tal que la distancia (r)h» que medie entre el fondo de los tanques de carga y la línea de trazado de las planchas del forro del fondo, medida perpendicularmente a dichas planchas como se indica en la figura 1, no sea inferior a la especificada a continuación:

$h = B/15$ (m), o bien $h = 2,0$ m, si este valor es menor.

El valor mínimo de h será de 1,0 m.

Nuestro valor de $B/15 = 2.98 = 3$ m, según la norma nuestro valor de altura de doble fondo será 2 m. Aunque por razones de capacidad en la zona de Cámara de Máquinas se ha elegido la opción B/15.

El doble fondo se extenderá a lo largo de los 174 m de la cántara, bajo los 3.5 metros de la zona de “Slops” y bajo los 22 m de cámara de máquinas. Esta configuración nos da unos resultados de capacidad de:

Doble fondo zona de carga = 13497.2 m³

Doble fondo zona CM = 681 m³

Doble fondo zona “slop” = 149.2 m³

DF_{TOTAL} = 14327.4 m³

Doble casco.

Para definir el doble casco acudimos de nuevo a MARPOL 73/78:

Anexo I del MARPOL 73/78. Capítulo 2, regla 13 F, 3 a.

Tanques o espacios laterales.-Los tanques o espacios laterales tendrán una profundidad igual a la altura total del costado del buque o se extenderán desde el techo del doble fondo hasta la cubierta más alta, ignorando el trancañil alomado en caso de haberlo.

Irán dispuestos de tal manera que los tanques de carga queden por dentro de la línea de trazado de las planchas del forro del costado, y en ningún caso a menos de la distancia "w" que indica la figura 1, medida en cualquier sección transversal perpendicularmente al forro del costado, tal como se indica a continuación.

$$W = 0.5 + WPM / 20000$$

o bien

$$W = 2 \text{ m, si este valor es menor.}$$

El valor mínimo de W será 1m.

En este caso $W = 6\text{m}$, en una primera opción se optó por elegir un doble casco de 2m, pero por necesidades de lastre separado, según la regla 13 de MARPOL que se detalla a continuación, elegimos una distancia de 2.5 m :

Anexo I del MARPOL 73/78. Capítulo 2, regla 13.2

La capacidad de los tanques de lastre separado se determinará de modo que el buque pueda operar con seguridad durante los viajes en lastre sin tener que recurrir a la utilización de los tanques de carga para lastrar con agua, salvo por lo que respecta a lo dispuesto en los párrafos 3) ó 4) de la presente Regla.

No obstante, la capacidad mínima de los tanques de lastre separado permitirá en cualquier caso que, en todas las condiciones de lastre que puedan darse en cualquier parte del viaje, incluida la condición de buque vacío con lastre separado únicamente, puedan ser satisfechas cada una de las siguientes prescripciones relativas a los calados y asiento del buque:

a) el calado de trazado en el centro del buque (dm), expresado en metros (sin tener en cuenta deformaciones del buque), no será inferior a:

$$dm = 2,0 + 0,02L;$$

b) los calados en las perpendiculares de proa y popa corresponderán a los determinados por el calado en el centro del buque (dm), tal como se especifica en el apartado a) del presente párrafo, con un asiento apopante no superior a $0,015L$; y

c) en cualquier caso, el calado en la perpendicular de popa no será nunca inferior al necesario para garantizar la inmersión total de la(s) hélice(s).

Aunque aparentemente la aplicación de la regla 13 de MARPOL 73/78 es de índole sencilla, los resultados respecto a la cantidad de lastre separado a disponer dependen de variables no evidentes a primera vista tales como la relación L/T . Así:

El calado medio requerido por MARPOL 73/78 es:

$$TL = 2 + 0.02L$$

Dividiendo entre T ambos miembros:

$$TL / T = 2/T + 0.02 L/T$$

Para grandes buques puede suponerse $2/T = 0.1$

Entonces

$$DISWL / DISW = (TL / T)^{CWP/CB} = (0.1 + 0.02L/T)^{CWP/CB}$$

En buques llenos:

$$1.05 < CWP/CB \leq 1.12$$

Adoptando:

$$CWP/CB = 1.08$$

Resulta:

$$DISWL / DISW = (0.1 + 0.02L/T)^{1.08}$$

Tomando como $DISW = 128734.6$ Tn (resultado obtenido sobre las formas reales para un $T=15.3$) y según lo anterior,

Obtenemos que:

$$DISWL = 46946.1 \text{ Tn (Desplazamiento en lastre)}$$

A partir de este dato podemos estimar la capacidad de lastre que debe tener nuestro buque:

$$DISW = PR + PM \rightarrow PR = 128734.6 - 110000 = 18734.6 \text{ Tn}$$

$$DISWL = \text{Peso en Rosca} + \text{Lastre} \rightarrow \text{Lastre} = 46946.1 - 18734.6 = \underline{\underline{28211.5 \text{ Tn}}}$$

Por lo que el volumen del lastre separado será **27523.4 m³**. Cantidad de lastre necesaria para cumplir todo lo anterior.

El volumen del doble casco que se obtiene con $W = 2.5$ es:

$$\begin{aligned} DC_{\text{Zona de carga}} &= 13229 \text{ m}^3 \\ DC_{\text{Zona slop}} &= 76 \text{ m}^3 \\ DC_{\text{Total}} &= 13305 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Esta configuración nos proporciona unos valores de lastre separado aceptables, ya que si sumamos el volumen del doble fondo y el del doble casco obtenemos un volumen para lastre separado de :

$$V = 13305 + 14327.4 = \underline{\underline{27632.4 \text{ m}^3}}$$

Zona de carga.

Una vez definidos los espacios de doble casco y doble fondo, se define por diferencia la zona de carga; Esta estará compuesta de 12 tanques de crudo y dos tanques de decantación a popa.

Los tanques de carga estarán sujetos a los siguientes criterios según MARPOL 73/78:

Anexo I del MARPOL 73/78 .Capítulo 3, regla 24.4

La longitud de cada tanque de carga no exceder de 10 m o de uno de los siguientes valores, si fuera mayor:

Nº de manparos longitudinales en tanques		Uno(a crujía)	Dos	Tres(uno a crujía)	Caso de no disponer de manparos o cuando se disponen de balance
Longitud de tanques laterales		$(0.25bi/B + 0.15)L$	0.2L	0.2L	$(0.25bi/B + 0.15)L$
Longitud del tanque central	$bi < 0.2B$	--	0.2L	0.2L	Ó
	$bi < 0.2B$	--	$(0.25bi/B + 0.15)L$	$(0.25bi/B + 0.15)L$	0.2L

*B = Manga del buque.
Bi = Manga del tanque.
L = Lpp.*

Según esto nuestro buque tendrá una eslora máxima de tanques permitida de:

$L_{Tanque} = 58.6$ m, Siendo la manga de los tanques 20 m, hemos dispuesto tanques de 29 m de eslora y 18.5 m de altura.

Esta configuración da unos valores en la zona de carga de :

$$V_{\text{Total zona carga}} = 127363 \text{ m}^3 \rightarrow 106985 \text{ Tn de crudo (Siendo } \gamma_{\text{crudo}} = 0.84 \text{ Tn/m}^3 \text{)}.$$

Tanques de decantación.

Estos atienden al reglamento de MARPOL 73/78 que dice:

Anexo I del MARPOL 73/78 .Capítulo 2, regla 15.2 c

La disposición del tanque o de la combinación de tanques de decantación será tal que tengan capacidad suficiente para tener las lavazas generadas por el lavado de tanques, los residuos de hidrocarburos y los del lastre contaminado.

La capacidad total del tanque o de la combinación de tanques de decantación no será inferior al 3 por 100 de la capacidad de transporte de hidrocarburos del buque, si bien la Administración podrá aceptar:

i) el 2 por 100 para los petroleros en que la disposición del lavado de tanques sea tal que, una vez que el tanque o los tanques de decantación hayan sido cargados con agua de lavado, ésta baste para el lavado de los tanques y, cuando sea ello aplicable, para proveer el fluido motriz destinado a los eductores sin introducir agua adicional en el sistema;

ii) el 2 por 100 cuando existan tanques de lastre separado o tanques dedicados a lastre limpio de conformidad con lo dispuesto en la Regla 13 del presente Anexo, o cuando se haya instalado un sistema de limpieza de los tanques de carga que utilice lavado con crudos de conformidad con lo dispuesto en la Regla 13B del presente Anexo.

Esa capacidad podrá reducirse al 1,5 por 100 para los petroleros en que la disposición del lavado de tanques sea tal que, una vez que el tanque o los tanques de decantación hayan sido cargados con agua de lavado, ésta baste para el lavado de los tanques y, cuando sea ello aplicable, para proveer el fluido destinado a los eductores, sin introducir agua adicional en el sistema;

iii) el 1 por 100 para los buques de carga combinados cuando la carga de hidrocarburos únicamente se transporte en tanques de paredes lisas. Esa capacidad podrá reducirse al 0,8 por 100 cuando la disposición del lavado de tanques sea tal que, una vez que el tanque o los tanques de decantación hayan sido cargados con agua de lavado, ésta baste para el lavado de los tanques y, cuando sea ello aplicable, para proveer el fluido motriz destinado a los eductores, sin introducir agua adicional en el sistema. Los petroleros nuevos de peso muerto igual o superior a 70.000 toneladas llevar n por lo menos dos tanques de decantación.

Según la norma el tamaño de los tanques de decantación de ser como mínimo:

$$V_{\text{Slop}} = 0.02 * V_{\text{carga}} = 2547 \text{ m}^3$$

Hemos dispuesto de dos tanques de decantación a popa de la cántara, estos abarcan la manga del buque sin contar con el doble casco y 18.5 m de altura partir del doble fondo y 3.75 m de eslora. Esta configuración nos da un volumen de los tanques de decantación de **2496.3 m³**.

También habrá que considerar la siguiente regla:

Anexo I del MARPOL 73/78 .Capítulo 2, regla 15.2 a

*Se montarán medios adecuados para la limpieza de los tanques de carga y trasvase de lastres contaminados y de aguas de lavado de los tanques de carga a un tanque de decantación aprobado por la Administración.
En los petroleros existentes, podrá designarse como tanque de decantación cualquiera de los tanques de carga.*

Piques de proa y popa.

El volumen del los piques serán:

$$V_{pproa} = 3543 \text{ m}^3$$

$$V_{ppopa} = 1905 \text{ m}^3$$

Cámara de Máquinas.

Hemos definido una cámara de máquinas de 22 m de eslora, un puntal de 17.5 m y la manga del buque que tendrá un volumen de **10037 m³**

Tanque de combustible y aceite.

En función de la autonomía se definieron estos tanques:

-Autonomía en millas : 16000 millas + 15% margen = 18400 millas.

-Velocidad de servicio : 15 nudos.

-Consumo específico de combustible : 145 gr. / BHP por hora

$$145 * 14492.41 = 2.10 \text{ Toneladas por hora}$$

-Densidad del combustible: 0.97 T / m³

-Tiempo de autonomía:

$$t = s / v = 4416038 \text{ segundos} = 1226.6 \text{ horas} = 102.22 \text{ Días}$$

-Capacidad de los tanques de combustible:

$$\text{Peso del combustible} = 2.10 \text{ T / h} * 1226.6 \text{ horas} = 2576 \text{ tn}$$

$$\text{Volumen} = \text{peso} / \gamma = 2655.6 \text{ m}^3$$

Este tanque estará situado a popa de los tanques de decantación por necesidades de espacio, abarcará 4.5 metros de eslora y 17.5 metros de puntal. El volumen real de este tanque será de **2735.6 m³**

-Tanque de aceite:

Considerando la capacidad del tanque de aceite como un 3-4 % del combustible:

$$\begin{aligned} \text{Peso aceite} &= 90.2 \text{ tn} \\ \text{Volumen} &= 93 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Este tanque irá situado en cámara de máquinas y tendrá un volumen de **90 m³**

Otro tanque derivado de estos cálculos es el de servicio diario, el volumen de este será el equivalente a 24 horas según el consumo 145 gr. / BHP por hora, lo que resulta un volumen de :

$$P = 24 * 2.10 \text{ Tn/h} = 50.4 \text{ Tn} \rightarrow 51.9 \text{ m}^3; \text{ El volumen real de este tanque será de } 54 \text{ m}^3$$

Tanque de agua dulce.

Considerando un consumo de agua de 100litros por persona y día:

El viaje durará 102 días, por lo que la necesidad de agua será:

$$100 * 20 * 102 = 204000 \text{ litros} \rightarrow 204 \text{ m}^3$$

El tanque definido tendrá un volumen de **216 m³**

Cuadro resumen de volúmenes.

<i>Espacio</i>	<i>Volumen teórico</i>	<i>Volumen real</i>	<i>ARQnaval</i>
Doble Fondo	13169	14327.4	12479
Doble Casco	12620.5	13305	10109
Pique de proa	3881	3543	1630
Pique de popa	2467.2	1905	1211
Zona de carga	141450	127363	128316
Cámara de máquinas	5500.4	10037	17196

A continuación presentamos los valores derivados del **Estudio de capacidades** definidos, realizados con el programa Hydromax en su versión para Maxsurf.

Tank Calibrations - Pique popa

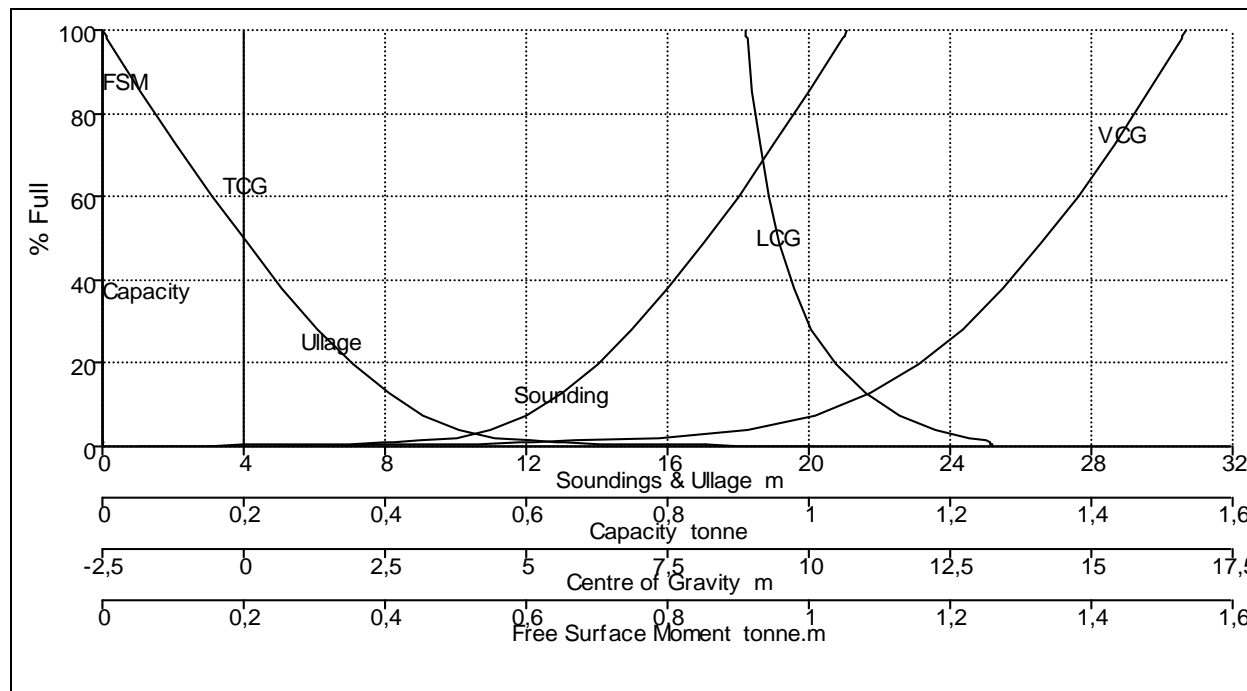
Fluid Type = Specific Gravity = 0
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	21,100	0,000	100,0	1904,777	0,000	8,887	0,000
2	21,000	0,100	98,6	1878,979	0,000	8,896	0,000
3	20,951	0,149	98,0	1866,325	0,000	8,901	0,000
4	20,000	1,100	85,3	1625,494	0,000	9,001	0,000
5	19,000	2,100	72,5	1381,039	0,000	9,127	0,000
6	18,000	3,100	60,2	1147,261	0,000	9,282	0,000
7	17,000	4,100	48,6	926,468	0,000	9,476	0,000
8	16,000	5,100	37,9	721,621	0,000	9,724	0,000
9	15,000	6,100	28,2	536,447	0,000	10,048	0,000
10	14,000	7,100	19,7	375,409	0,000	10,475	0,000
11	13,000	8,100	12,8	243,862	0,000	11,001	0,000
12	12,000	9,100	7,6	145,017	0,000	11,596	0,000
13	11,000	10,100	4,1	78,320	0,000	12,240	0,000
14	10,000	11,100	2,1	40,377	0,000	12,841	0,000
15	9,000	12,100	1,3	24,378	0,000	13,122	0,000
16	8,250	12,850	1,0	19,037	0,000	13,194	0,000
17	8,000	13,100	0,9	17,772	0,000	13,206	0,000
18	7,000	14,100	0,7	13,861	0,000	13,225	0,000
19	6,000	15,100	0,6	10,856	0,000	13,233	0,000
20	5,000	16,100	0,4	8,337	0,000	13,238	0,000
21	4,000	17,100	0,3	6,151	0,000	13,241	0,000
22	3,000	18,100	0,2	4,215	0,000	13,243	0,000
23	2,000	19,100	0,1	2,492	0,000	13,246	0,000
24	1,000	20,100	0,1	1,009	0,000	13,253	0,000

Tank Calibrations - Pique popa

Fluid Type = Specific Gravity = 0
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	16,681	0,000
2	16,621	0,000
3	16,591	0,000
4	16,015	0,000
5	15,398	0,000
6	14,765	0,000
7	14,112	0,000
8	13,432	0,000
9	12,715	0,000
10	11,944	0,000
11	11,093	0,000
12	10,115	0,000
13	8,903	0,000
14	7,346	0,000
15	5,877	0,000
16	5,096	0,000
17	4,880	0,000
18	4,133	0,000
19	3,473	0,000
20	2,857	0,000
21	2,268	0,000
22	1,699	0,000
23	1,137	0,000
24	0,582	0,000



Tank Calibrations - slop 1

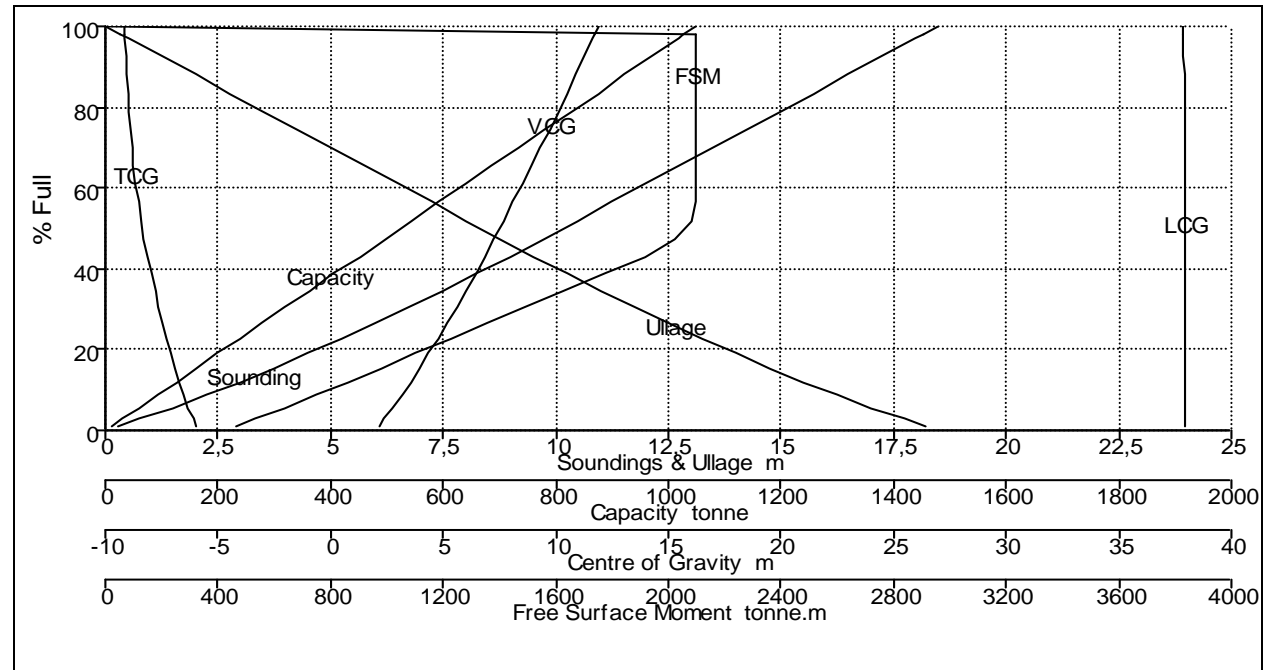
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	1248,176	1048,468	37,892	-9,177
2	18,165	0,335	98,0	1223,088	1027,394	37,892	-9,160
3	18,000	0,500	97,0	1210,676	1016,968	37,892	-9,151
4	17,250	1,250	92,5	1154,426	969,718	37,893	-9,110
5	16,500	2,000	88,0	1098,176	922,468	37,894	-9,065
6	15,750	2,750	83,5	1041,926	875,218	37,895	-9,014
7	15,000	3,500	79,0	985,676	827,968	37,896	-8,958
8	14,250	4,250	74,5	929,426	780,718	37,897	-8,895
9	13,500	5,000	70,0	873,176	733,468	37,899	-8,824
10	12,750	5,750	65,4	816,926	686,218	37,900	-8,743
11	12,000	6,500	60,9	760,676	638,968	37,902	-8,650
12	11,250	7,250	56,4	704,427	591,718	37,904	-8,542
13	10,500	8,000	51,9	648,233	544,516	37,907	-8,416
14	9,750	8,750	47,5	592,387	497,605	37,909	-8,274
15	9,000	9,500	43,0	537,327	451,355	37,911	-8,118
16	8,250	10,250	38,7	483,517	406,154	37,912	-7,956
17	7,500	11,000	34,5	431,159	362,173	37,913	-7,791
18	6,750	11,750	30,5	380,303	319,455	37,915	-7,623
19	6,000	12,500	26,5	330,991	278,032	37,916	-7,452
20	5,250	13,250	22,7	283,264	237,941	37,917	-7,276
21	4,500	14,000	19,0	237,169	199,222	37,918	-7,095
22	3,750	14,750	15,4	192,769	161,926	37,919	-6,909
23	3,000	15,500	12,0	150,151	126,127	37,920	-6,716
24	2,250	16,250	8,8	109,414	91,908	37,921	-6,515
25	1,500	17,000	5,7	70,686	59,376	37,921	-6,305
26	0,750	17,750	2,7	34,135	28,673	37,922	-6,083
27	0,281	18,219	1,0	12,482	10,485	37,922	-5,937

Tank Calibrations - slop 1

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,926	0,000
2	11,753	2100,000
3	11,668	2100,000
4	11,280	2100,000
5	10,891	2100,000
6	10,501	2100,000
7	10,109	2100,000
8	9,714	2100,000
9	9,317	2100,000
10	8,917	2100,000
11	8,514	2100,000
12	8,106	2099,928
13	7,692	2081,886
14	7,274	2024,130
15	6,854	1916,011
16	6,434	1771,720
17	6,016	1628,423
18	5,600	1489,590
19	5,186	1356,066
20	4,775	1227,056
21	4,366	1101,760
22	3,961	980,648
23	3,559	863,109
24	3,160	748,750
25	2,767	637,402
26	2,380	528,889
27	2,141	461,792



Tank Calibrations - slop 2

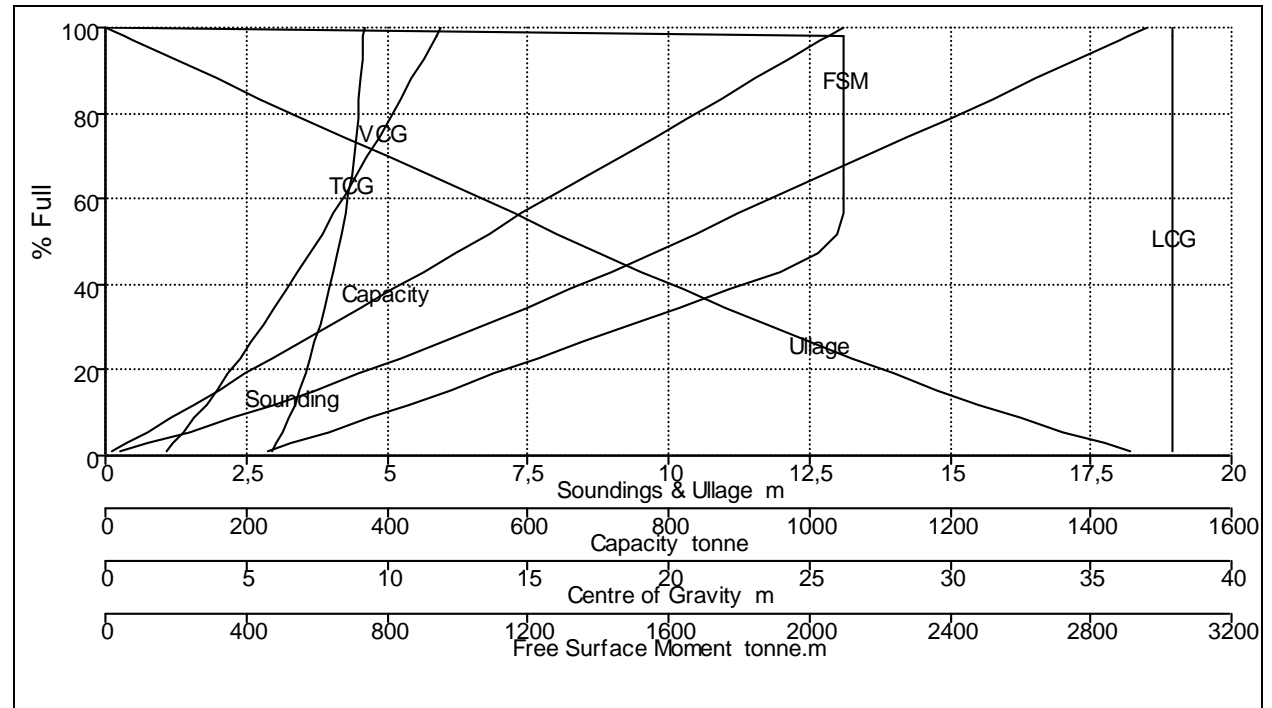
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	1248,176	1048,468	37,892	9,177
2	18,165	0,335	98,0	1223,088	1027,394	37,892	9,160
3	18,000	0,500	97,0	1210,676	1016,968	37,892	9,151
4	17,250	1,250	92,5	1154,426	969,718	37,893	9,110
5	16,500	2,000	88,0	1098,176	922,468	37,894	9,065
6	15,750	2,750	83,5	1041,926	875,218	37,895	9,014
7	15,000	3,500	79,0	985,676	827,968	37,896	8,958
8	14,250	4,250	74,5	929,426	780,718	37,897	8,895
9	13,500	5,000	70,0	873,176	733,468	37,899	8,824
10	12,750	5,750	65,4	816,926	686,218	37,900	8,743
11	12,000	6,500	60,9	760,676	638,968	37,902	8,650
12	11,250	7,250	56,4	704,427	591,718	37,904	8,542
13	10,500	8,000	51,9	648,233	544,516	37,907	8,416
14	9,750	8,750	47,5	592,387	497,605	37,909	8,274
15	9,000	9,500	43,0	537,327	451,355	37,911	8,118
16	8,250	10,250	38,7	483,517	406,154	37,912	7,956
17	7,500	11,000	34,5	431,159	362,173	37,913	7,791
18	6,750	11,750	30,5	380,303	319,455	37,915	7,623
19	6,000	12,500	26,5	330,991	278,032	37,916	7,452
20	5,250	13,250	22,7	283,264	237,941	37,917	7,276
21	4,500	14,000	19,0	237,169	199,222	37,918	7,095
22	3,750	14,750	15,4	192,769	161,926	37,919	6,909
23	3,000	15,500	12,0	150,151	126,127	37,920	6,716
24	2,250	16,250	8,8	109,414	91,908	37,921	6,515
25	1,500	17,000	5,7	70,686	59,376	37,921	6,305
26	0,750	17,750	2,7	34,135	28,673	37,922	6,083
27	0,281	18,219	1,0	12,482	10,485	37,922	5,937

Tank Calibrations - slop 2

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,926	0,000
2	11,753	2100,000
3	11,668	2100,000
4	11,280	2100,000
5	10,891	2100,000
6	10,501	2100,000
7	10,109	2100,000
8	9,714	2100,000
9	9,317	2100,000
10	8,917	2100,000
11	8,514	2100,000
12	8,106	2099,928
13	7,692	2081,886
14	7,274	2024,130
15	6,854	1916,011
16	6,434	1771,720
17	6,016	1628,423
18	5,600	1489,590
19	5,186	1356,066
20	4,775	1227,056
21	4,366	1101,760
22	3,961	980,648
23	3,559	863,109
24	3,160	748,750
25	2,767	637,402
26	2,380	528,889
27	2,141	461,792



Tank Calibrations - Tank 1

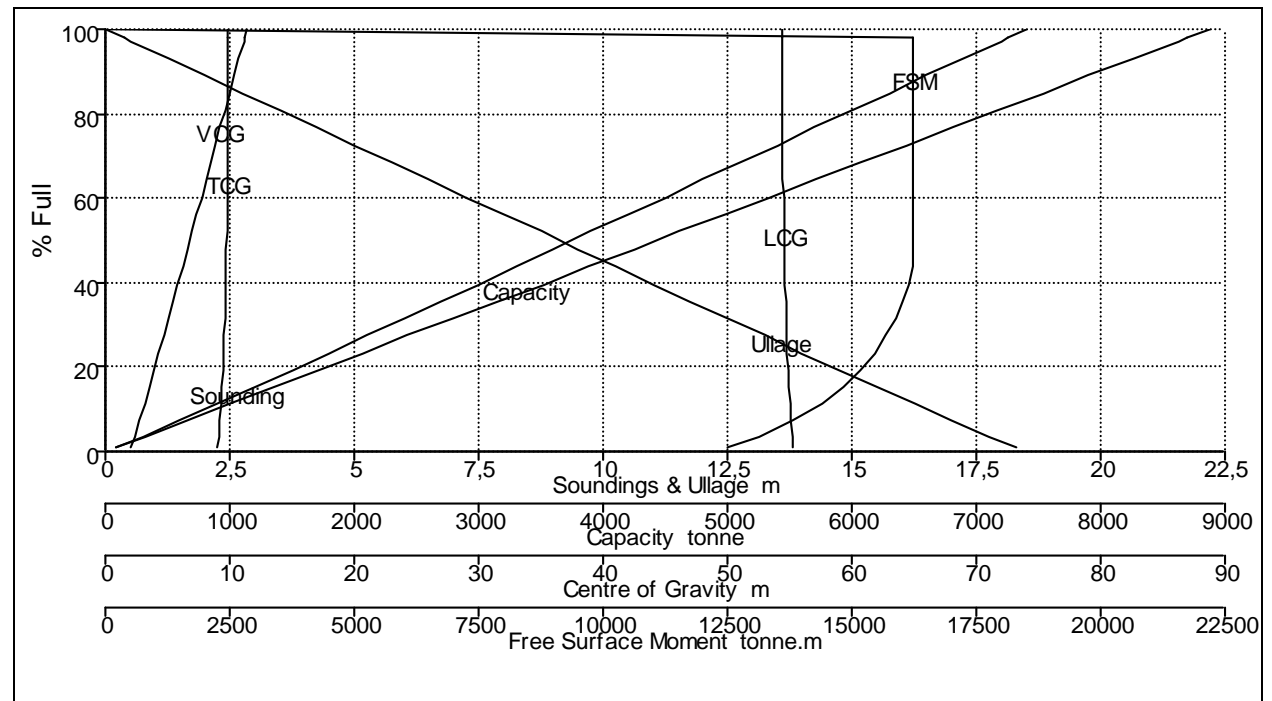
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	10567,012	8876,290	54,402	9,872
2	18,134	0,366	98,0	10354,615	8697,876	54,405	9,869
3	18,000	0,500	97,3	10277,012	8632,690	54,407	9,869
4	17,250	1,250	93,1	9842,012	8267,290	54,413	9,863
5	16,500	2,000	89,0	9407,012	7901,890	54,421	9,856
6	15,750	2,750	84,9	8972,012	7536,490	54,429	9,849
7	15,000	3,500	80,8	8537,012	7171,090	54,438	9,842
8	14,250	4,250	76,7	8102,012	6805,690	54,449	9,833
9	13,500	5,000	72,6	7667,012	6440,290	54,460	9,824
10	12,750	5,750	68,4	7232,012	6074,890	54,472	9,813
11	12,000	6,500	64,3	6797,012	5709,490	54,487	9,801
12	11,250	7,250	60,2	6362,012	5344,090	54,503	9,788
13	10,500	8,000	56,1	5927,012	4978,690	54,521	9,772
14	9,750	8,750	52,0	5492,012	4613,290	54,543	9,754
15	9,000	9,500	47,9	5057,012	4247,890	54,568	9,733
16	8,250	10,250	43,7	4622,076	3882,544	54,598	9,708
17	7,500	11,000	39,6	4187,554	3517,545	54,632	9,679
18	6,750	11,750	35,5	3753,959	3153,325	54,672	9,645
19	6,000	12,500	31,4	3321,632	2790,171	54,716	9,606
20	5,250	13,250	27,4	2891,155	2428,570	54,766	9,562
21	4,500	14,000	23,3	2463,093	2068,998	54,822	9,512
22	3,750	14,750	19,3	2037,867	1711,809	54,886	9,453
23	3,000	15,500	15,3	1616,742	1358,063	54,956	9,386
24	2,250	16,250	11,4	1200,427	1008,359	55,037	9,305
25	1,500	17,000	7,5	790,838	664,304	55,126	9,212
26	0,750	17,750	3,7	389,720	327,364	55,225	9,100
27	0,206	18,294	1,0	105,567	88,676	55,305	9,008

Tank Calibrations - Tank 1

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,362	0,000
2	11,178	16240,000
3	11,111	16240,000
4	10,735	16240,000
5	10,358	16240,000
6	9,982	16240,000
7	9,605	16240,000
8	9,228	16240,000
9	8,851	16240,000
10	8,474	16240,000
11	8,096	16240,000
12	7,718	16240,000
13	7,339	16240,000
14	6,960	16240,000
15	6,581	16240,000
16	6,200	16215,164
17	5,819	16156,290
18	5,437	16030,821
19	5,054	15908,879
20	4,671	15688,009
21	4,288	15470,946
22	3,905	15175,118
23	3,522	14821,583
24	3,139	14399,896
25	2,757	13820,506
26	2,377	13129,444
27	2,103	12507,018



Tank Calibrations - Tank 2

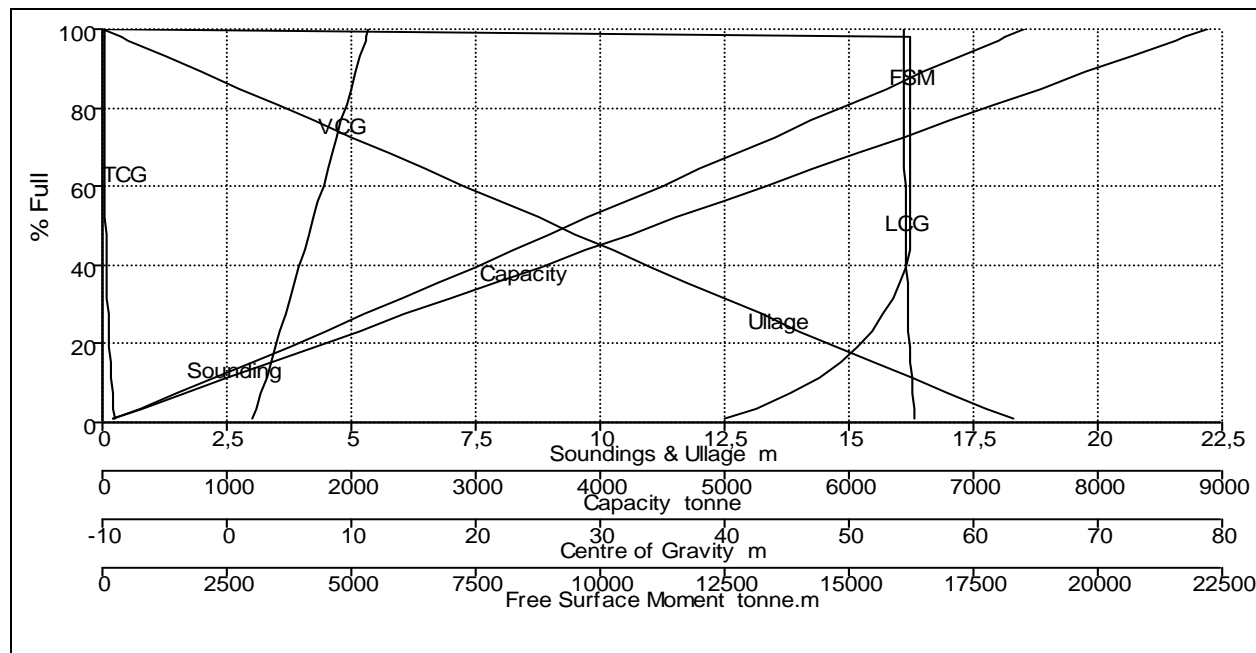
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	10567,012	8876,290	54,402	-9,872
2	18,134	0,366	98,0	10354,615	8697,876	54,405	-9,869
3	18,000	0,500	97,3	10277,012	8632,690	54,407	-9,869
4	17,250	1,250	93,1	9842,012	8267,290	54,413	-9,863
5	16,500	2,000	89,0	9407,012	7901,890	54,421	-9,856
6	15,750	2,750	84,9	8972,012	7536,490	54,429	-9,849
7	15,000	3,500	80,8	8537,012	7171,090	54,438	-9,842
8	14,250	4,250	76,7	8102,012	6805,690	54,449	-9,833
9	13,500	5,000	72,6	7667,012	6440,290	54,460	-9,824
10	12,750	5,750	68,4	7232,012	6074,890	54,472	-9,813
11	12,000	6,500	64,3	6797,012	5709,490	54,487	-9,801
12	11,250	7,250	60,2	6362,012	5344,090	54,503	-9,788
13	10,500	8,000	56,1	5927,012	4978,690	54,521	-9,772
14	9,750	8,750	52,0	5492,012	4613,290	54,543	-9,754
15	9,000	9,500	47,9	5057,012	4247,890	54,568	-9,733
16	8,250	10,250	43,7	4622,076	3882,544	54,598	-9,708
17	7,500	11,000	39,6	4187,554	3517,545	54,632	-9,679
18	6,750	11,750	35,5	3753,959	3153,325	54,672	-9,645
19	6,000	12,500	31,4	3321,632	2790,171	54,716	-9,606
20	5,250	13,250	27,4	2891,155	2428,570	54,766	-9,562
21	4,500	14,000	23,3	2463,093	2068,998	54,822	-9,512
22	3,750	14,750	19,3	2037,867	1711,809	54,886	-9,453
23	3,000	15,500	15,3	1616,742	1358,063	54,956	-9,386
24	2,250	16,250	11,4	1200,427	1008,359	55,037	-9,305
25	1,500	17,000	7,5	790,838	664,304	55,126	-9,212
26	0,750	17,750	3,7	389,720	327,364	55,225	-9,100
27	0,206	18,294	1,0	105,567	88,676	55,305	-9,008

Tank Calibrations - Tank 2

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,362	0,000
2	11,178	16240,000
3	11,111	16240,000
4	10,735	16240,000
5	10,358	16240,000
6	9,982	16240,000
7	9,605	16240,000
8	9,228	16240,000
9	8,851	16240,000
10	8,474	16240,000
11	8,096	16240,000
12	7,718	16240,000
13	7,339	16240,000
14	6,960	16240,000
15	6,581	16240,000
16	6,200	16215,164
17	5,819	16156,290
18	5,437	16030,821
19	5,054	15908,879
20	4,671	15688,009
21	4,288	15470,946
22	3,905	15175,118
23	3,522	14821,583
24	3,139	14399,896
25	2,757	13820,506
26	2,377	13129,444
27	2,103	12507,018



Tank Calibrations - Tank3

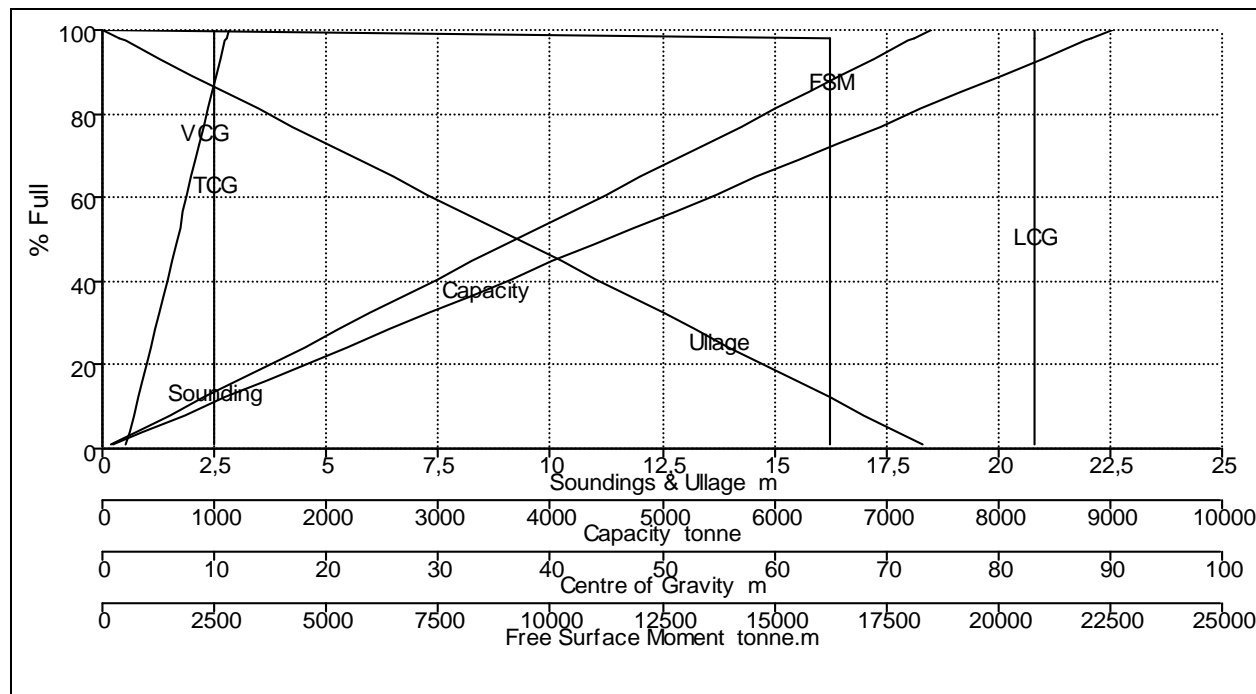
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	10730,000	9013,200	83,250	10,000
2	18,128	0,372	98,0	10514,328	8832,035	83,250	10,000
3	18,000	0,500	97,3	10440,000	8769,600	83,250	10,000
4	17,250	1,250	93,2	10005,000	8404,200	83,250	10,000
5	16,500	2,000	89,2	9570,000	8038,800	83,250	10,000
6	15,750	2,750	85,1	9135,000	7673,400	83,250	10,000
7	15,000	3,500	81,1	8700,000	7308,000	83,250	10,000
8	14,250	4,250	77,0	8265,000	6942,600	83,250	10,000
9	13,500	5,000	73,0	7830,000	6577,200	83,250	10,000
10	12,750	5,750	68,9	7395,000	6211,800	83,250	10,000
11	12,000	6,500	64,9	6960,000	5846,400	83,250	10,000
12	11,250	7,250	60,8	6525,000	5481,000	83,250	10,000
13	10,500	8,000	56,8	6090,000	5115,600	83,250	10,000
14	9,750	8,750	52,7	5655,000	4750,200	83,250	10,000
15	9,000	9,500	48,6	5220,000	4384,800	83,250	10,000
16	8,250	10,250	44,6	4785,000	4019,400	83,250	10,000
17	7,500	11,000	40,5	4350,000	3654,000	83,250	10,000
18	6,750	11,750	36,5	3915,000	3288,600	83,250	10,000
19	6,000	12,500	32,4	3480,000	2923,200	83,250	10,000
20	5,250	13,250	28,4	3045,000	2557,800	83,250	10,000
21	4,500	14,000	24,3	2610,000	2192,400	83,250	10,000
22	3,750	14,750	20,3	2175,000	1827,000	83,250	10,000
23	3,000	15,500	16,2	1740,000	1461,600	83,250	10,000
24	2,250	16,250	12,2	1305,000	1096,200	83,250	10,000
25	1,500	17,000	8,1	870,000	730,800	83,250	10,000
26	0,750	17,750	4,1	435,000	365,400	83,250	10,000
27	0,185	18,315	1,0	107,300	90,132	83,250	10,000

Tank Calibrations - Tank3

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,250	0,000
2	11,064	16240,000
3	11,000	16240,000
4	10,625	16240,000
5	10,250	16240,000
6	9,875	16240,000
7	9,500	16240,000
8	9,125	16240,000
9	8,750	16240,000
10	8,375	16240,000
11	8,000	16240,000
12	7,625	16240,000
13	7,250	16240,000
14	6,875	16240,000
15	6,500	16240,000
16	6,125	16240,000
17	5,750	16240,000
18	5,375	16240,000
19	5,000	16240,000
20	4,625	16240,000
21	4,250	16240,000
22	3,875	16240,000
23	3,500	16240,000
24	3,125	16240,000
25	2,750	16240,000
26	2,375	16240,000
27	2,092	16240,000



Tank Calibrations - Tank 4

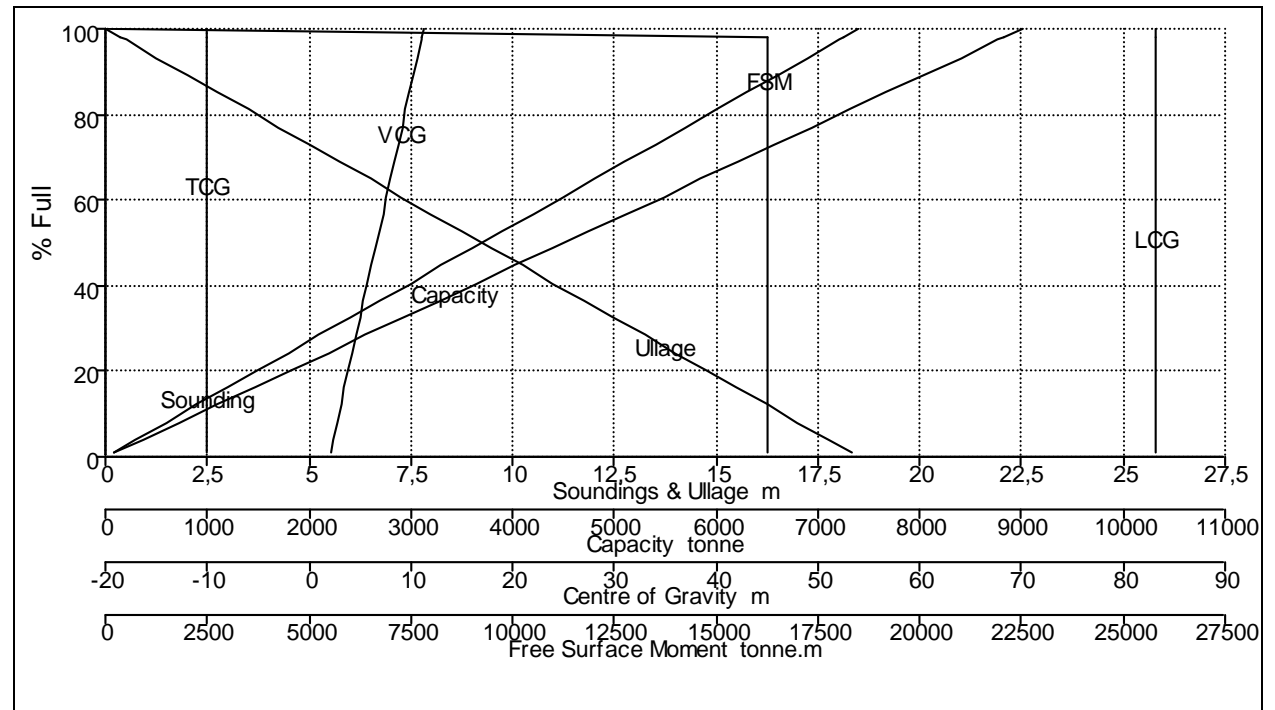
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	10730,000	9013,200	83,250	-10,000
2	18,128	0,372	98,0	10514,328	8832,035	83,250	-10,000
3	18,000	0,500	97,3	10440,000	8769,600	83,250	-10,000
4	17,250	1,250	93,2	10005,000	8404,200	83,250	-10,000
5	16,500	2,000	89,2	9570,000	8038,800	83,250	-10,000
6	15,750	2,750	85,1	9135,000	7673,400	83,250	-10,000
7	15,000	3,500	81,1	8700,000	7308,000	83,250	-10,000
8	14,250	4,250	77,0	8265,000	6942,600	83,250	-10,000
9	13,500	5,000	73,0	7830,000	6577,200	83,250	-10,000
10	12,750	5,750	68,9	7395,000	6211,800	83,250	-10,000
11	12,000	6,500	64,9	6960,000	5846,400	83,250	-10,000
12	11,250	7,250	60,8	6525,000	5481,000	83,250	-10,000
13	10,500	8,000	56,8	6090,000	5115,600	83,250	-10,000
14	9,750	8,750	52,7	5655,000	4750,200	83,250	-10,000
15	9,000	9,500	48,6	5220,000	4384,800	83,250	-10,000
16	8,250	10,250	44,6	4785,000	4019,400	83,250	-10,000
17	7,500	11,000	40,5	4350,000	3654,000	83,250	-10,000
18	6,750	11,750	36,5	3915,000	3288,600	83,250	-10,000
19	6,000	12,500	32,4	3480,000	2923,200	83,250	-10,000
20	5,250	13,250	28,4	3045,000	2557,800	83,250	-10,000
21	4,500	14,000	24,3	2610,000	2192,400	83,250	-10,000
22	3,750	14,750	20,3	2175,000	1827,000	83,250	-10,000
23	3,000	15,500	16,2	1740,000	1461,600	83,250	-10,000
24	2,250	16,250	12,2	1305,000	1096,200	83,250	-10,000
25	1,500	17,000	8,1	870,000	730,800	83,250	-10,000
26	0,750	17,750	4,1	435,000	365,400	83,250	-10,000
27	0,185	18,315	1,0	107,300	90,132	83,250	-10,000

Tank Calibrations - Tank 4

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,250	0,000
2	11,064	16240,000
3	11,000	16240,000
4	10,625	16240,000
5	10,250	16240,000
6	9,875	16240,000
7	9,500	16240,000
8	9,125	16240,000
9	8,750	16240,000
10	8,375	16240,000
11	8,000	16240,000
12	7,625	16240,000
13	7,250	16240,000
14	6,875	16240,000
15	6,500	16240,000
16	6,125	16240,000
17	5,750	16240,000
18	5,375	16240,000
19	5,000	16240,000
20	4,625	16240,000
21	4,250	16240,000
22	3,875	16240,000
23	3,500	16240,000
24	3,125	16240,000
25	2,750	16240,000
26	2,375	16240,000
27	2,092	16240,000



Tank Calibrations - Tank 5

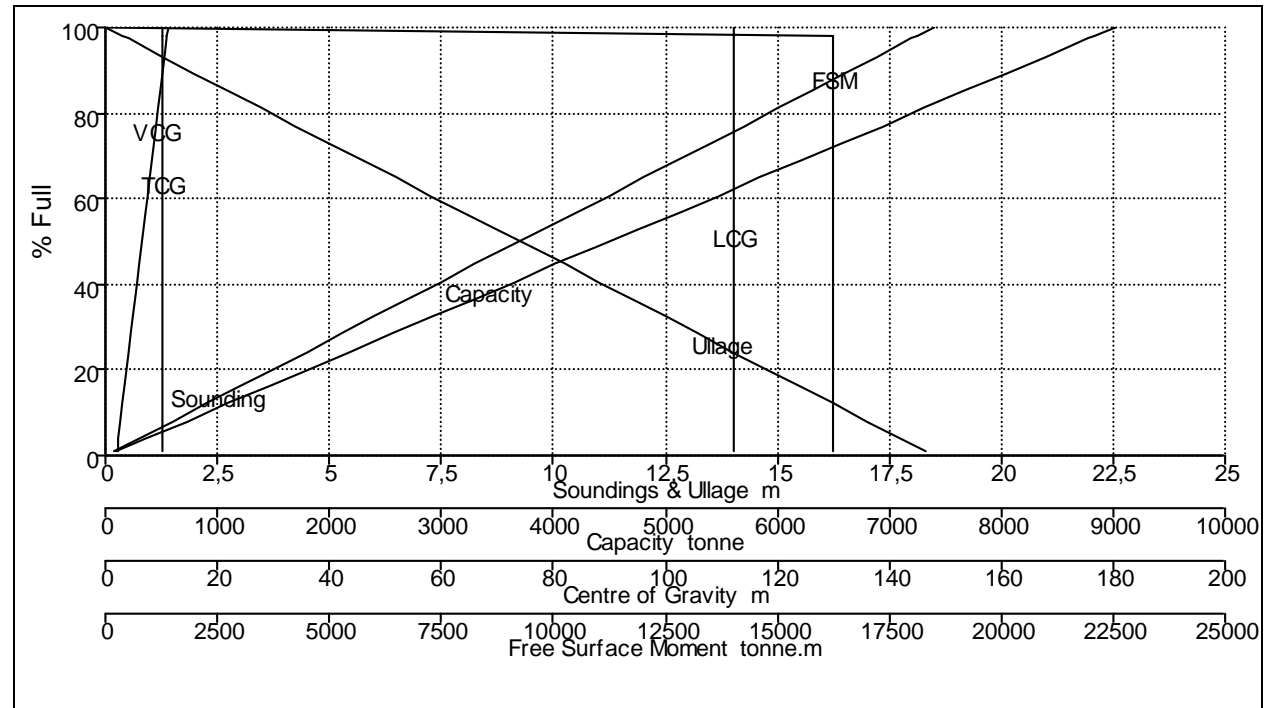
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	10730,000	9013,200	112,250	10,000
2	18,128	0,372	98,0	10514,328	8832,035	112,250	10,000
3	18,000	0,500	97,3	10440,000	8769,600	112,250	10,000
4	17,250	1,250	93,2	10005,000	8404,200	112,250	10,000
5	16,500	2,000	89,2	9570,000	8038,800	112,250	10,000
6	15,750	2,750	85,1	9135,000	7673,400	112,250	10,000
7	15,000	3,500	81,1	8700,000	7308,000	112,250	10,000
8	14,250	4,250	77,0	8265,000	6942,600	112,250	10,000
9	13,500	5,000	73,0	7830,000	6577,200	112,250	10,000
10	12,750	5,750	68,9	7395,000	6211,800	112,250	10,000
11	12,000	6,500	64,9	6960,000	5846,400	112,250	10,000
12	11,250	7,250	60,8	6525,000	5481,000	112,250	10,000
13	10,500	8,000	56,8	6090,000	5115,600	112,250	10,000
14	9,750	8,750	52,7	5655,000	4750,200	112,250	10,000
15	9,000	9,500	48,6	5220,000	4384,800	112,250	10,000
16	8,250	10,250	44,6	4785,000	4019,400	112,250	10,000
17	7,500	11,000	40,5	4350,000	3654,000	112,250	10,000
18	6,750	11,750	36,5	3915,000	3288,600	112,250	10,000
19	6,000	12,500	32,4	3480,000	2923,200	112,250	10,000
20	5,250	13,250	28,4	3045,000	2557,800	112,250	10,000
21	4,500	14,000	24,3	2610,000	2192,400	112,250	10,000
22	3,750	14,750	20,3	2175,000	1827,000	112,250	10,000
23	3,000	15,500	16,2	1740,000	1461,600	112,250	10,000
24	2,250	16,250	12,2	1305,000	1096,200	112,250	10,000
25	1,500	17,000	8,1	870,000	730,800	112,250	10,000
26	0,750	17,750	4,1	435,000	365,400	112,250	10,000
27	0,185	18,315	1,0	107,300	90,132	112,250	10,000

Tank Calibrations - Tank 5

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,250	0,000
2	11,064	16240,000
3	11,000	16240,000
4	10,625	16240,000
5	10,250	16240,000
6	9,875	16240,000
7	9,500	16240,000
8	9,125	16240,000
9	8,750	16240,000
10	8,375	16240,000
11	8,000	16240,000
12	7,625	16240,000
13	7,250	16240,000
14	6,875	16240,000
15	6,500	16240,000
16	6,125	16240,000
17	5,750	16240,000
18	5,375	16240,000
19	5,000	16240,000
20	4,625	16240,000
21	4,250	16240,000
22	3,875	16240,000
23	3,500	16240,000
24	3,125	16240,000
25	2,750	16240,000
26	2,375	16240,000
27	2,092	16240,000



Tank Calibrations - Tank 6

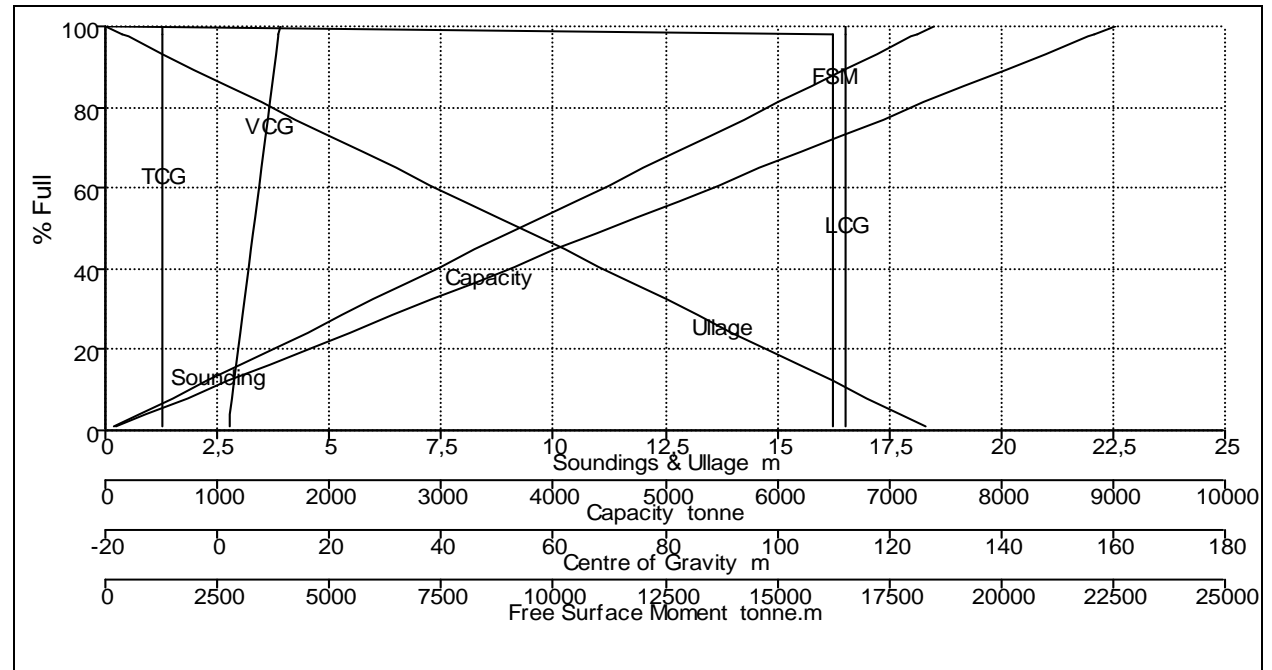
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	10730,000	9013,200	112,250	-10,000
2	18,128	0,372	98,0	10514,328	8832,035	112,250	-10,000
3	18,000	0,500	97,3	10440,000	8769,600	112,250	-10,000
4	17,250	1,250	93,2	10005,000	8404,200	112,250	-10,000
5	16,500	2,000	89,2	9570,000	8038,800	112,250	-10,000
6	15,750	2,750	85,1	9135,000	7673,400	112,250	-10,000
7	15,000	3,500	81,1	8700,000	7308,000	112,250	-10,000
8	14,250	4,250	77,0	8265,000	6942,600	112,250	-10,000
9	13,500	5,000	73,0	7830,000	6577,200	112,250	-10,000
10	12,750	5,750	68,9	7395,000	6211,800	112,250	-10,000
11	12,000	6,500	64,9	6960,000	5846,400	112,250	-10,000
12	11,250	7,250	60,8	6525,000	5481,000	112,250	-10,000
13	10,500	8,000	56,8	6090,000	5115,600	112,250	-10,000
14	9,750	8,750	52,7	5655,000	4750,200	112,250	-10,000
15	9,000	9,500	48,6	5220,000	4384,800	112,250	-10,000
16	8,250	10,250	44,6	4785,000	4019,400	112,250	-10,000
17	7,500	11,000	40,5	4350,000	3654,000	112,250	-10,000
18	6,750	11,750	36,5	3915,000	3288,600	112,250	-10,000
19	6,000	12,500	32,4	3480,000	2923,200	112,250	-10,000
20	5,250	13,250	28,4	3045,000	2557,800	112,250	-10,000
21	4,500	14,000	24,3	2610,000	2192,400	112,250	-10,000
22	3,750	14,750	20,3	2175,000	1827,000	112,250	-10,000
23	3,000	15,500	16,2	1740,000	1461,600	112,250	-10,000
24	2,250	16,250	12,2	1305,000	1096,200	112,250	-10,000
25	1,500	17,000	8,1	870,000	730,800	112,250	-10,000
26	0,750	17,750	4,1	435,000	365,400	112,250	-10,000
27	0,185	18,315	1,0	107,300	90,132	112,250	-10,000

Tank Calibrations - Tank 6

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,250	0,000
2	11,064	16240,000
3	11,000	16240,000
4	10,625	16240,000
5	10,250	16240,000
6	9,875	16240,000
7	9,500	16240,000
8	9,125	16240,000
9	8,750	16240,000
10	8,375	16240,000
11	8,000	16240,000
12	7,625	16240,000
13	7,250	16240,000
14	6,875	16240,000
15	6,500	16240,000
16	6,125	16240,000
17	5,750	16240,000
18	5,375	16240,000
19	5,000	16240,000
20	4,625	16240,000
21	4,250	16240,000
22	3,875	16240,000
23	3,500	16240,000
24	3,125	16240,000
25	2,750	16240,000
26	2,375	16240,000
27	2,092	16240,000



Tank Calibrations - Tank 7

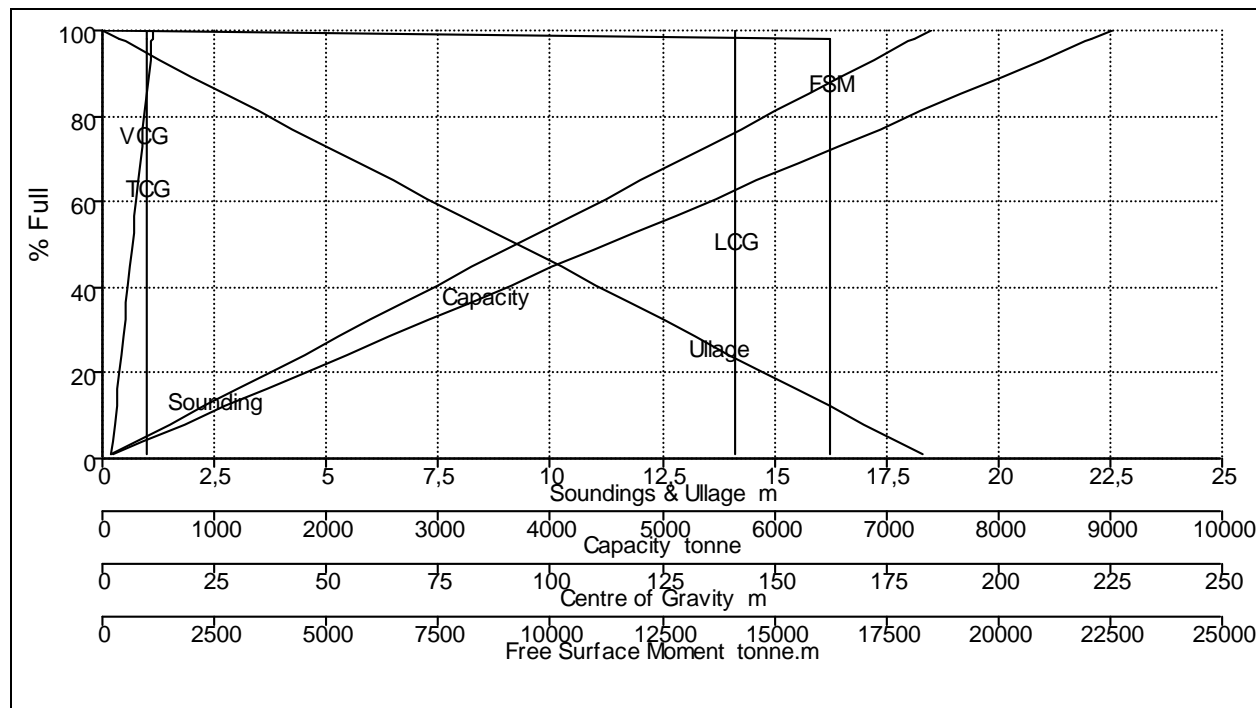
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	10730,000	9013,200	141,250	10,000
2	18,128	0,372	98,0	10514,328	8832,035	141,250	10,000
3	18,000	0,500	97,3	10440,000	8769,600	141,250	10,000
4	17,250	1,250	93,2	10005,000	8404,200	141,250	10,000
5	16,500	2,000	89,2	9570,000	8038,800	141,250	10,000
6	15,750	2,750	85,1	9135,000	7673,400	141,250	10,000
7	15,000	3,500	81,1	8700,000	7308,000	141,250	10,000
8	14,250	4,250	77,0	8265,000	6942,600	141,250	10,000
9	13,500	5,000	73,0	7830,000	6577,200	141,250	10,000
10	12,750	5,750	68,9	7395,000	6211,800	141,250	10,000
11	12,000	6,500	64,9	6960,000	5846,400	141,250	10,000
12	11,250	7,250	60,8	6525,000	5481,000	141,250	10,000
13	10,500	8,000	56,8	6090,000	5115,600	141,250	10,000
14	9,750	8,750	52,7	5655,000	4750,200	141,250	10,000
15	9,000	9,500	48,6	5220,000	4384,800	141,250	10,000
16	8,250	10,250	44,6	4785,000	4019,400	141,250	10,000
17	7,500	11,000	40,5	4350,000	3654,000	141,250	10,000
18	6,750	11,750	36,5	3915,000	3288,600	141,250	10,000
19	6,000	12,500	32,4	3480,000	2923,200	141,250	10,000
20	5,250	13,250	28,4	3045,000	2557,800	141,250	10,000
21	4,500	14,000	24,3	2610,000	2192,400	141,250	10,000
22	3,750	14,750	20,3	2175,000	1827,000	141,250	10,000
23	3,000	15,500	16,2	1740,000	1461,600	141,250	10,000
24	2,250	16,250	12,2	1305,000	1096,200	141,250	10,000
25	1,500	17,000	8,1	870,000	730,800	141,250	10,000
26	0,750	17,750	4,1	435,000	365,400	141,250	10,000
27	0,185	18,315	1,0	107,300	90,132	141,250	10,000

Tank Calibrations - Tank 7

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,250	0,000
2	11,064	16240,000
3	11,000	16240,000
4	10,625	16240,000
5	10,250	16240,000
6	9,875	16240,000
7	9,500	16240,000
8	9,125	16240,000
9	8,750	16240,000
10	8,375	16240,000
11	8,000	16240,000
12	7,625	16240,000
13	7,250	16240,000
14	6,875	16240,000
15	6,500	16240,000
16	6,125	16240,000
17	5,750	16240,000
18	5,375	16240,000
19	5,000	16240,000
20	4,625	16240,000
21	4,250	16240,000
22	3,875	16240,000
23	3,500	16240,000
24	3,125	16240,000
25	2,750	16240,000
26	2,375	16240,000
27	2,092	16240,000



Tank Calibrations - Tank 8

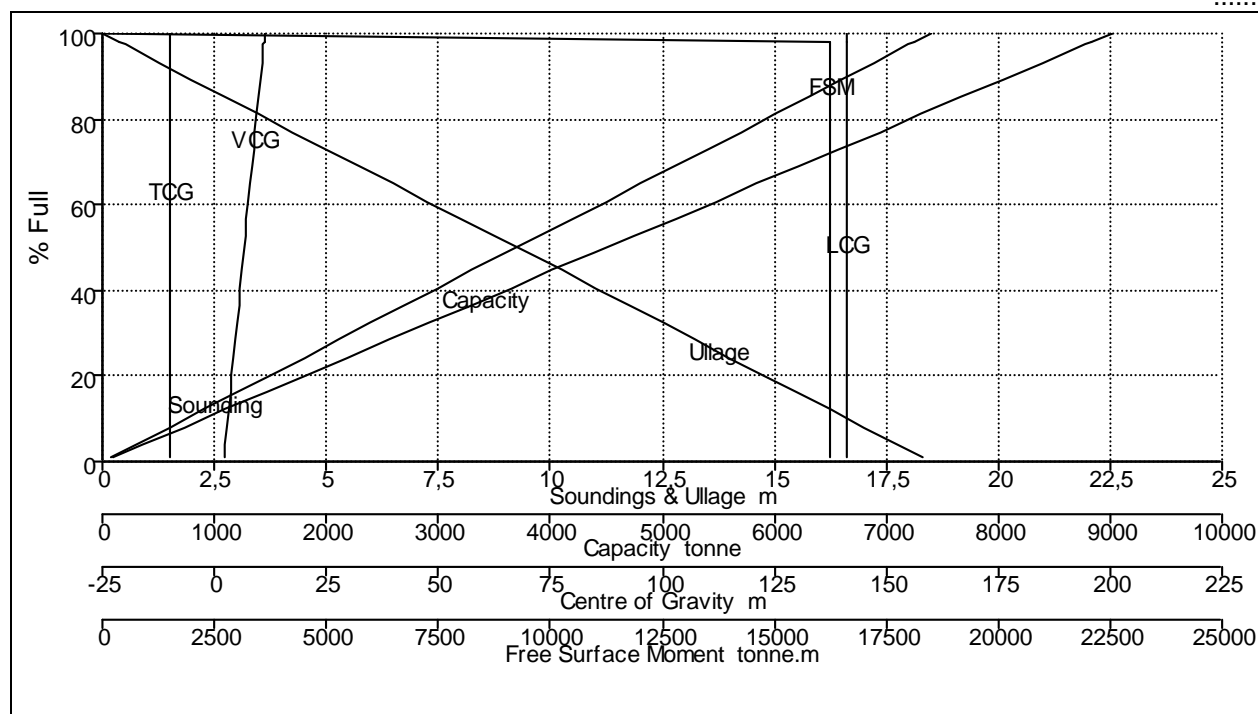
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	10730,000	9013,200	141,250	-10,000
2	18,128	0,372	98,0	10514,328	8832,035	141,250	-10,000
3	18,000	0,500	97,3	10440,000	8769,600	141,250	-10,000
4	17,250	1,250	93,2	10005,000	8404,200	141,250	-10,000
5	16,500	2,000	89,2	9570,000	8038,800	141,250	-10,000
6	15,750	2,750	85,1	9135,000	7673,400	141,250	-10,000
7	15,000	3,500	81,1	8700,000	7308,000	141,250	-10,000
8	14,250	4,250	77,0	8265,000	6942,600	141,250	-10,000
9	13,500	5,000	73,0	7830,000	6577,200	141,250	-10,000
10	12,750	5,750	68,9	7395,000	6211,800	141,250	-10,000
11	12,000	6,500	64,9	6960,000	5846,400	141,250	-10,000
12	11,250	7,250	60,8	6525,000	5481,000	141,250	-10,000
13	10,500	8,000	56,8	6090,000	5115,600	141,250	-10,000
14	9,750	8,750	52,7	5655,000	4750,200	141,250	-10,000
15	9,000	9,500	48,6	5220,000	4384,800	141,250	-10,000
16	8,250	10,250	44,6	4785,000	4019,400	141,250	-10,000
17	7,500	11,000	40,5	4350,000	3654,000	141,250	-10,000
18	6,750	11,750	36,5	3915,000	3288,600	141,250	-10,000
19	6,000	12,500	32,4	3480,000	2923,200	141,250	-10,000
20	5,250	13,250	28,4	3045,000	2557,800	141,250	-10,000
21	4,500	14,000	24,3	2610,000	2192,400	141,250	-10,000
22	3,750	14,750	20,3	2175,000	1827,000	141,250	-10,000
23	3,000	15,500	16,2	1740,000	1461,600	141,250	-10,000
24	2,250	16,250	12,2	1305,000	1096,200	141,250	-10,000
25	1,500	17,000	8,1	870,000	730,800	141,250	-10,000
26	0,750	17,750	4,1	435,000	365,400	141,250	-10,000
27	0,185	18,315	1,0	107,300	90,132	141,250	-10,000

Tank Calibrations - Tank 8

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,250	0,000
2	11,064	16240,000
3	11,000	16240,000
4	10,625	16240,000
5	10,250	16240,000
6	9,875	16240,000
7	9,500	16240,000
8	9,125	16240,000
9	8,750	16240,000
10	8,375	16240,000
11	8,000	16240,000
12	7,625	16240,000
13	7,250	16240,000
14	6,875	16240,000
15	6,500	16240,000
16	6,125	16240,000
17	5,750	16240,000
18	5,375	16240,000
19	5,000	16240,000
20	4,625	16240,000
21	4,250	16240,000
22	3,875	16240,000
23	3,500	16240,000
24	3,125	16240,000
25	2,750	16240,000
26	2,375	16240,000
27	2,092	16240,000



Tank Calibrations - Tank 9

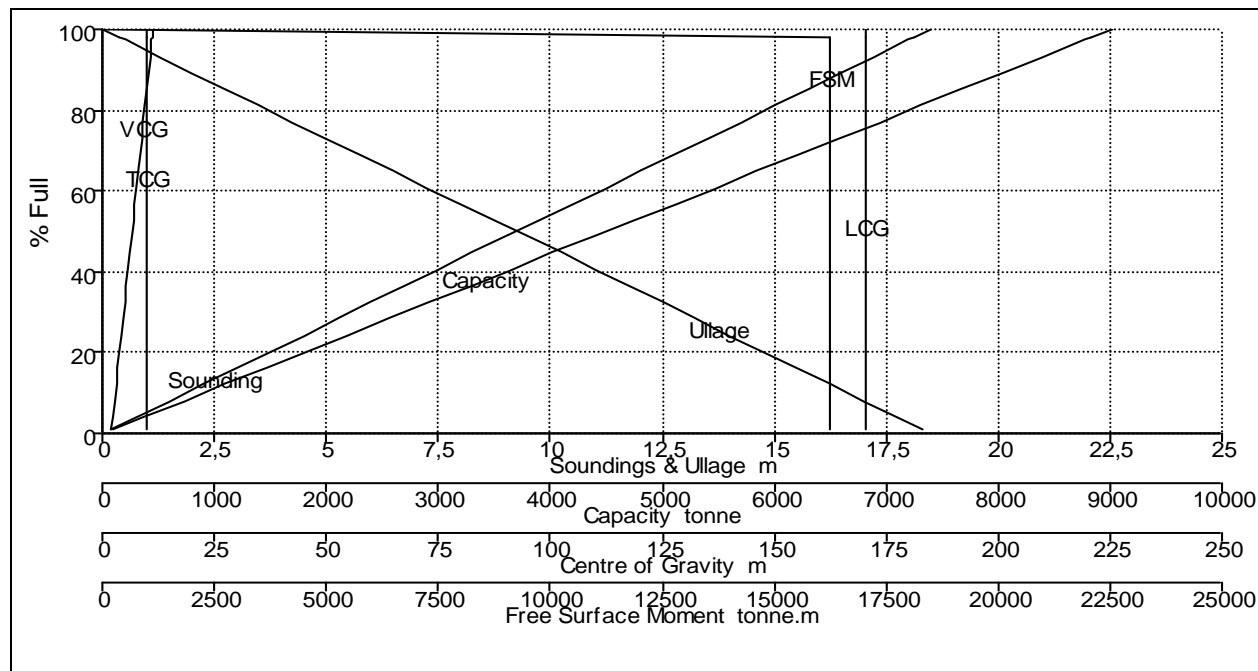
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	10730,000	9013,200	170,250	10,000
2	18,128	0,372	98,0	10514,328	8832,035	170,250	10,000
3	18,000	0,500	97,3	10440,000	8769,600	170,250	10,000
4	17,250	1,250	93,2	10005,000	8404,200	170,250	10,000
5	16,500	2,000	89,2	9570,000	8038,800	170,250	10,000
6	15,750	2,750	85,1	9135,000	7673,400	170,250	10,000
7	15,000	3,500	81,1	8700,000	7308,000	170,250	10,000
8	14,250	4,250	77,0	8265,000	6942,600	170,250	10,000
9	13,500	5,000	73,0	7830,000	6577,200	170,250	10,000
10	12,750	5,750	68,9	7395,000	6211,800	170,250	10,000
11	12,000	6,500	64,9	6960,000	5846,400	170,250	10,000
12	11,250	7,250	60,8	6525,000	5481,000	170,250	10,000
13	10,500	8,000	56,8	6090,000	5115,600	170,250	10,000
14	9,750	8,750	52,7	5655,000	4750,200	170,250	10,000
15	9,000	9,500	48,6	5220,000	4384,800	170,250	10,000
16	8,250	10,250	44,6	4785,000	4019,400	170,250	10,000
17	7,500	11,000	40,5	4350,000	3654,000	170,250	10,000
18	6,750	11,750	36,5	3915,000	3288,600	170,250	10,000
19	6,000	12,500	32,4	3480,000	2923,200	170,250	10,000
20	5,250	13,250	28,4	3045,000	2557,800	170,250	10,000
21	4,500	14,000	24,3	2610,000	2192,400	170,250	10,000
22	3,750	14,750	20,3	2175,000	1827,000	170,250	10,000
23	3,000	15,500	16,2	1740,000	1461,600	170,250	10,000
24	2,250	16,250	12,2	1305,000	1096,200	170,250	10,000
25	1,500	17,000	8,1	870,000	730,800	170,250	10,000
26	0,750	17,750	4,1	435,000	365,400	170,250	10,000
27	0,185	18,315	1,0	107,300	90,132	170,250	10,000

Tank Calibrations - Tank 9

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,250	0,000
2	11,064	16240,000
3	11,000	16240,000
4	10,625	16240,000
5	10,250	16240,000
6	9,875	16240,000
7	9,500	16240,000
8	9,125	16240,000
9	8,750	16240,000
10	8,375	16240,000
11	8,000	16240,000
12	7,625	16240,000
13	7,250	16240,000
14	6,875	16240,000
15	6,500	16240,000
16	6,125	16240,000
17	5,750	16240,000
18	5,375	16240,000
19	5,000	16240,000
20	4,625	16240,000
21	4,250	16240,000
22	3,875	16240,000
23	3,500	16240,000
24	3,125	16240,000
25	2,750	16240,000
26	2,375	16240,000
27	2,092	16240,000



Tank Calibrations - Tank 10

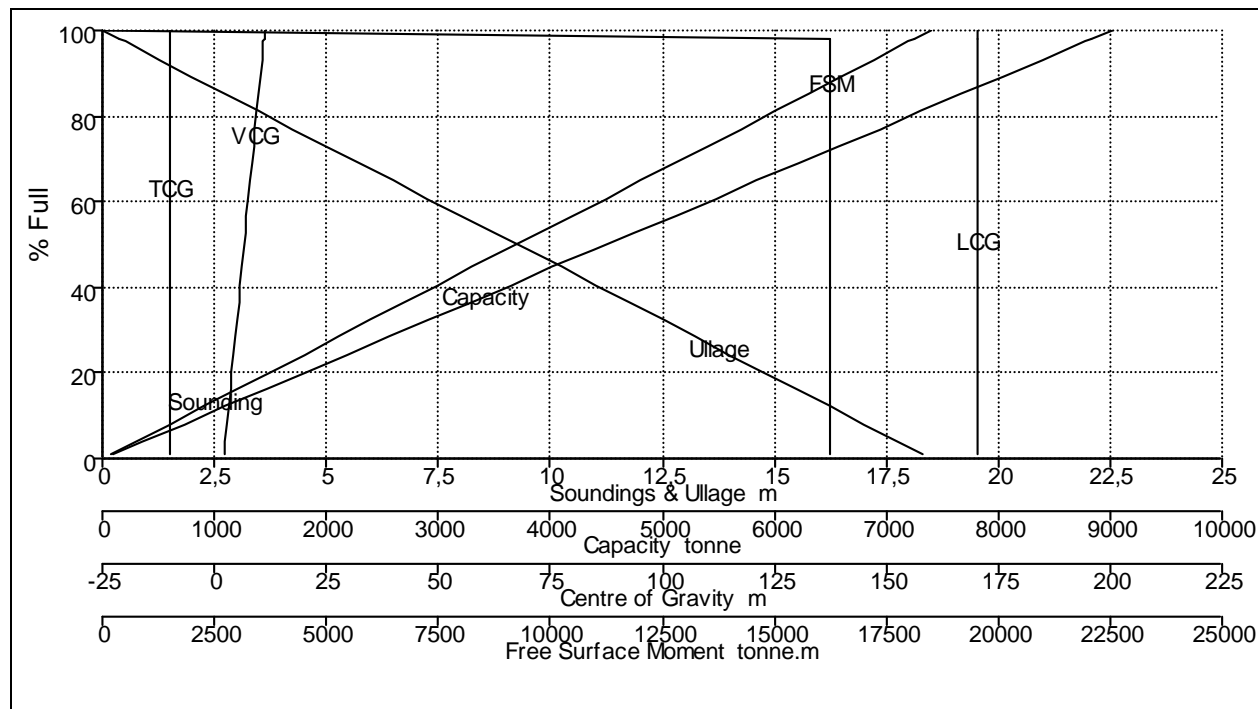
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	10730,000	9013,200	170,250	-10,000
2	18,128	0,372	98,0	10514,328	8832,035	170,250	-10,000
3	18,000	0,500	97,3	10440,000	8769,600	170,250	-10,000
4	17,250	1,250	93,2	10005,000	8404,200	170,250	-10,000
5	16,500	2,000	89,2	9570,000	8038,800	170,250	-10,000
6	15,750	2,750	85,1	9135,000	7673,400	170,250	-10,000
7	15,000	3,500	81,1	8700,000	7308,000	170,250	-10,000
8	14,250	4,250	77,0	8265,000	6942,600	170,250	-10,000
9	13,500	5,000	73,0	7830,000	6577,200	170,250	-10,000
10	12,750	5,750	68,9	7395,000	6211,800	170,250	-10,000
11	12,000	6,500	64,9	6960,000	5846,400	170,250	-10,000
12	11,250	7,250	60,8	6525,000	5481,000	170,250	-10,000
13	10,500	8,000	56,8	6090,000	5115,600	170,250	-10,000
14	9,750	8,750	52,7	5655,000	4750,200	170,250	-10,000
15	9,000	9,500	48,6	5220,000	4384,800	170,250	-10,000
16	8,250	10,250	44,6	4785,000	4019,400	170,250	-10,000
17	7,500	11,000	40,5	4350,000	3654,000	170,250	-10,000
18	6,750	11,750	36,5	3915,000	3288,600	170,250	-10,000
19	6,000	12,500	32,4	3480,000	2923,200	170,250	-10,000
20	5,250	13,250	28,4	3045,000	2557,800	170,250	-10,000
21	4,500	14,000	24,3	2610,000	2192,400	170,250	-10,000
22	3,750	14,750	20,3	2175,000	1827,000	170,250	-10,000
23	3,000	15,500	16,2	1740,000	1461,600	170,250	-10,000
24	2,250	16,250	12,2	1305,000	1096,200	170,250	-10,000
25	1,500	17,000	8,1	870,000	730,800	170,250	-10,000
26	0,750	17,750	4,1	435,000	365,400	170,250	-10,000
27	0,185	18,315	1,0	107,300	90,132	170,250	-10,000

Tank Calibrations - Tank 10

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,250	0,000
2	11,064	16240,000
3	11,000	16240,000
4	10,625	16240,000
5	10,250	16240,000
6	9,875	16240,000
7	9,500	16240,000
8	9,125	16240,000
9	8,750	16240,000
10	8,375	16240,000
11	8,000	16240,000
12	7,625	16240,000
13	7,250	16240,000
14	6,875	16240,000
15	6,500	16240,000
16	6,125	16240,000
17	5,750	16240,000
18	5,375	16240,000
19	5,000	16240,000
20	4,625	16240,000
21	4,250	16240,000
22	3,875	16240,000
23	3,500	16240,000
24	3,125	16240,000
25	2,750	16240,000
26	2,375	16240,000
27	2,092	16240,000



Tank Calibrations - Tank 11

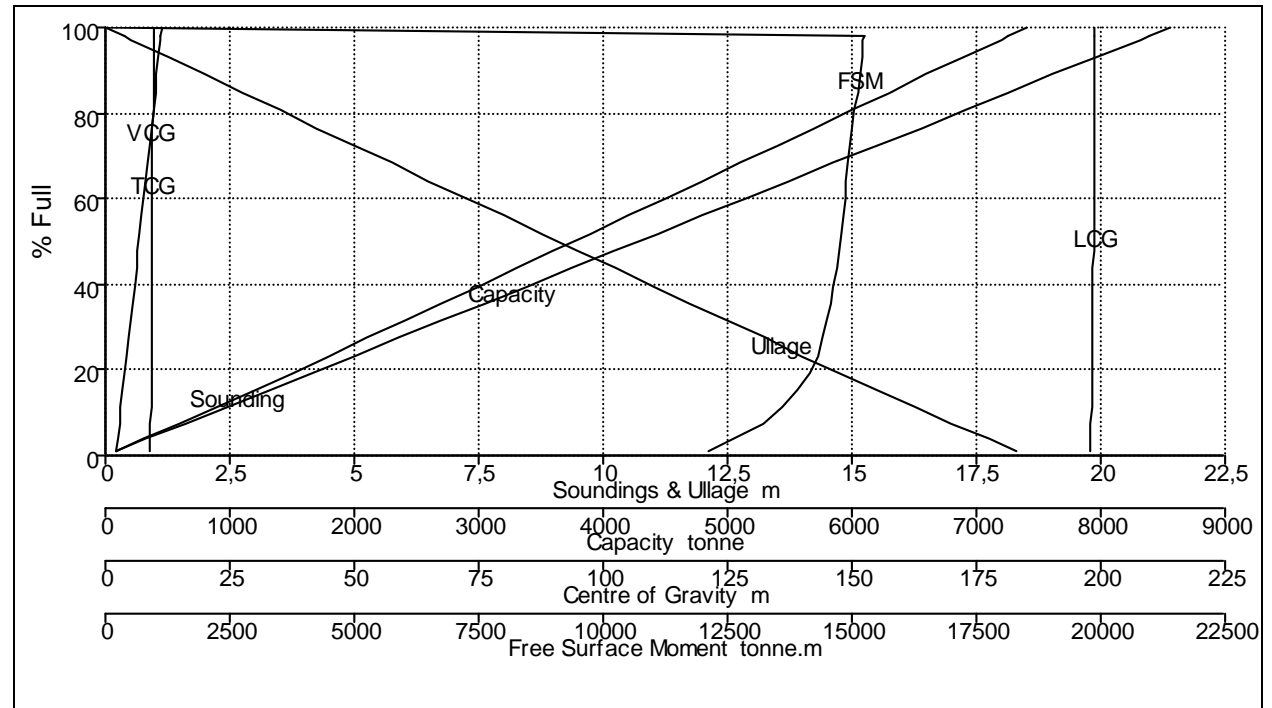
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	10194,560	8563,430	198,699	9,578
2	18,137	0,363	98,0	9989,647	8391,304	198,694	9,574
3	18,000	0,500	97,2	9912,194	8326,243	198,692	9,572
4	17,250	1,250	93,1	9489,123	7970,863	198,682	9,564
5	16,500	2,000	88,9	9066,595	7615,939	198,672	9,555
6	15,750	2,750	84,8	8644,592	7261,457	198,662	9,547
7	15,000	3,500	80,7	8223,250	6907,530	198,651	9,537
8	14,250	4,250	76,5	7802,588	6554,174	198,640	9,528
9	13,500	5,000	72,4	7382,496	6201,297	198,628	9,518
10	12,750	5,750	68,3	6962,849	5848,793	198,616	9,508
11	12,000	6,500	64,2	6543,628	5496,647	198,603	9,497
12	11,250	7,250	60,1	6124,849	5144,873	198,588	9,485
13	10,500	8,000	56,0	5706,538	4793,492	198,573	9,471
14	9,750	8,750	51,9	5288,728	4442,532	198,556	9,457
15	9,000	9,500	47,8	4871,461	4092,027	198,536	9,441
16	8,250	10,250	43,7	4454,791	3742,025	198,515	9,423
17	7,500	11,000	39,6	4038,802	3392,594	198,491	9,403
18	6,750	11,750	35,5	3623,601	3043,825	198,464	9,380
19	6,000	12,500	31,5	3209,351	2695,855	198,432	9,353
20	5,250	13,250	27,4	2796,279	2348,874	198,396	9,322
21	4,500	14,000	23,4	2384,685	2003,136	198,353	9,284
22	3,750	14,750	19,4	1975,046	1659,038	198,303	9,239
23	3,000	15,500	15,4	1568,504	1317,544	198,244	9,185
24	2,250	16,250	11,4	1166,093	979,518	198,174	9,122
25	1,500	17,000	7,5	768,991	645,953	198,093	9,045
26	0,750	17,750	3,7	379,219	318,544	197,997	8,947
27	0,202	18,298	1,0	101,081	84,908	197,919	8,860

Tank Calibrations - Tank 11

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,368	0,000
2	11,185	15240,175
3	11,115	15232,778
4	10,736	15193,698
5	10,356	15157,932
6	9,977	15115,899
7	9,598	15058,354
8	9,219	15005,014
9	8,841	14962,971
10	8,462	14927,831
11	8,083	14892,770
12	7,704	14856,261
13	7,325	14818,146
14	6,946	14778,234
15	6,566	14734,898
16	6,187	14688,092
17	5,807	14635,546
18	5,427	14574,722
19	5,046	14502,803
20	4,665	14417,484
21	4,284	14310,565
22	3,902	14145,991
23	3,520	13890,636
24	3,138	13582,271
25	2,757	13221,640
26	2,377	12636,981
27	2,101	12121,797



Tank Calibrations - Tank 12

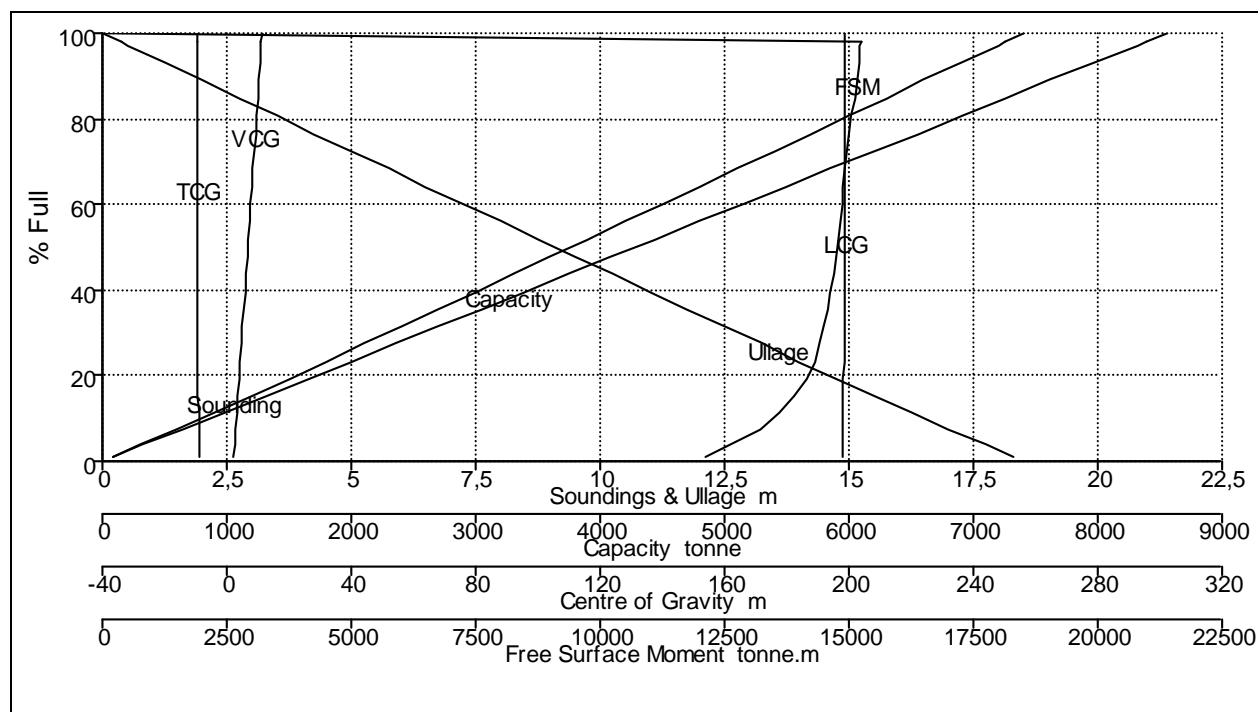
Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	10194,560	8563,430	198,699	-9,578
2	18,137	0,363	98,0	9989,647	8391,304	198,694	-9,574
3	18,000	0,500	97,2	9912,194	8326,243	198,692	-9,572
4	17,250	1,250	93,1	9489,123	7970,863	198,682	-9,564
5	16,500	2,000	88,9	9066,595	7615,939	198,672	-9,555
6	15,750	2,750	84,8	8644,592	7261,457	198,662	-9,547
7	15,000	3,500	80,7	8223,250	6907,530	198,651	-9,537
8	14,250	4,250	76,5	7802,588	6554,174	198,640	-9,528
9	13,500	5,000	72,4	7382,496	6201,297	198,628	-9,518
10	12,750	5,750	68,3	6962,849	5848,793	198,616	-9,508
11	12,000	6,500	64,2	6543,628	5496,647	198,603	-9,497
12	11,250	7,250	60,1	6124,849	5144,873	198,588	-9,485
13	10,500	8,000	56,0	5706,538	4793,492	198,573	-9,471
14	9,750	8,750	51,9	5288,728	4442,532	198,556	-9,457
15	9,000	9,500	47,8	4871,461	4092,027	198,536	-9,441
16	8,250	10,250	43,7	4454,791	3742,025	198,515	-9,423
17	7,500	11,000	39,6	4038,802	3392,594	198,491	-9,403
18	6,750	11,750	35,5	3623,601	3043,825	198,464	-9,380
19	6,000	12,500	31,5	3209,351	2695,855	198,432	-9,353
20	5,250	13,250	27,4	2796,279	2348,874	198,396	-9,322
21	4,500	14,000	23,4	2384,685	2003,136	198,353	-9,284
22	3,750	14,750	19,4	1975,046	1659,038	198,303	-9,239
23	3,000	15,500	15,4	1568,504	1317,544	198,244	-9,185
24	2,250	16,250	11,4	1166,093	979,518	198,174	-9,122
25	1,500	17,000	7,5	768,991	645,953	198,093	-9,045
26	0,750	17,750	3,7	379,219	318,544	197,997	-8,947
27	0,202	18,298	1,0	101,081	84,908	197,919	-8,860

Tank Calibrations - Tank 12

Fluid Type = Specific Gravity = 0,84
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	11,368	0,000
2	11,185	15240,175
3	11,115	15232,778
4	10,736	15193,698
5	10,356	15157,932
6	9,977	15115,899
7	9,598	15058,354
8	9,219	15005,014
9	8,841	14962,971
10	8,462	14927,831
11	8,083	14892,770
12	7,704	14856,261
13	7,325	14818,146
14	6,946	14778,234
15	6,566	14734,898
16	6,187	14688,092
17	5,807	14635,546
18	5,427	14574,722
19	5,046	14502,803
20	4,665	14417,484
21	4,284	14310,565
22	3,902	14145,991
23	3,520	13890,636
24	3,138	13582,271
25	2,757	13221,640
26	2,377	12636,981
27	2,101	12121,797



Tank Calibrations - Pique proa

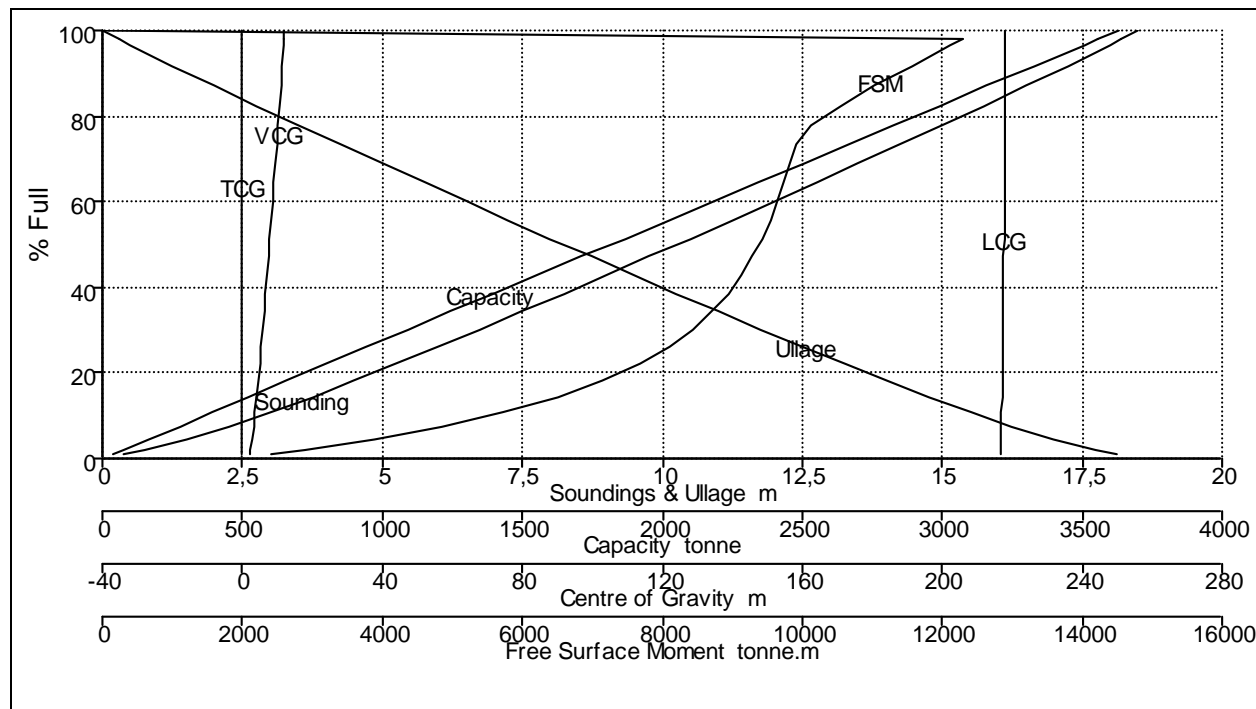
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	18,500	0,000	100,0	3543,160	3631,739	217,806	0,000
2	18,200	0,300	98,0	3471,854	3558,651	217,797	0,000
3	18,000	0,500	96,7	3424,618	3510,233	217,791	0,000
4	17,250	1,250	91,7	3250,844	3332,115	217,770	0,000
5	16,500	2,000	87,0	3082,262	3159,318	217,752	0,000
6	15,750	2,750	82,3	2917,792	2990,737	217,736	0,000
7	15,000	3,500	77,8	2757,435	2826,371	217,724	0,000
8	14,250	4,250	73,4	2600,155	2665,159	217,713	0,000
9	13,500	5,000	69,0	2443,677	2504,768	217,700	0,000
10	12,750	5,750	64,6	2287,595	2344,785	217,687	0,000
11	12,000	6,500	60,2	2131,941	2185,240	217,671	0,000
12	11,250	7,250	55,8	1976,772	2026,192	217,652	0,000
13	10,500	8,000	51,4	1822,150	1867,704	217,631	0,000
14	9,750	8,750	47,1	1668,159	1709,863	217,605	0,000
15	9,000	9,500	42,8	1514,933	1552,807	217,574	0,000
16	8,250	10,250	38,5	1362,946	1397,019	217,537	0,000
17	7,500	11,000	34,3	1213,869	1244,216	217,501	0,000
18	6,750	11,750	30,1	1066,386	1093,046	217,457	0,000
19	6,000	12,500	26,0	921,007	944,032	217,400	0,000
20	5,250	13,250	22,0	778,440	797,901	217,329	0,000
21	4,500	14,000	18,1	639,759	655,753	217,238	0,000
22	3,750	14,750	14,3	506,737	519,405	217,126	0,000
23	3,000	15,500	10,8	382,975	392,550	217,014	0,000
24	2,250	16,250	7,6	269,016	275,741	216,899	0,000
25	1,500	17,000	4,6	164,605	168,720	216,728	0,000
26	0,750	17,750	2,1	74,225	76,081	216,517	0,000
27	0,374	18,126	1,0	35,423	36,309	216,478	0,000

Tank Calibrations - Pique proa

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	12,047	0,000
2	11,876	12282,373
3	11,763	12124,555
4	11,342	11556,849
5	10,936	11027,990
6	10,533	10548,645
7	10,137	10116,410
8	9,746	9903,629
9	9,354	9819,655
10	8,962	9735,492
11	8,568	9643,780
12	8,173	9541,491
13	7,775	9422,017
14	7,376	9289,626
15	6,973	9133,869
16	6,568	8942,118
17	6,162	8715,852
18	5,752	8437,135
19	5,337	8092,320
20	4,918	7670,938
21	4,493	7144,532
22	4,064	6498,970
23	3,639	5729,989
24	3,219	4849,825
25	2,799	3879,609
26	2,385	2894,542
27	2,190	2420,478



Tank Calibrations - D.F. slop 1

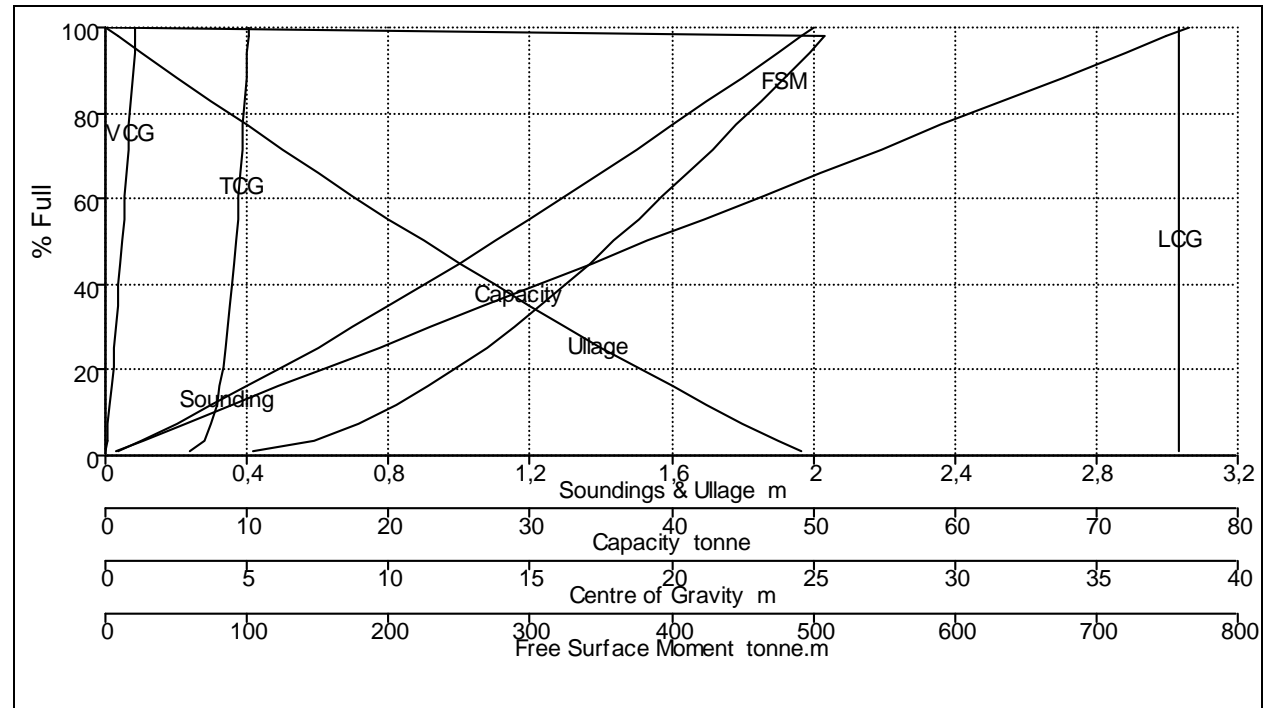
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	74,667	76,534	37,922	5,068
2	1,966	0,034	98,0	73,166	74,995	37,922	5,052
3	1,900	0,100	94,2	70,317	72,075	37,922	5,022
4	1,800	0,200	88,4	66,017	67,667	37,921	4,975
5	1,700	0,300	82,7	61,767	63,311	37,921	4,926
6	1,600	0,400	77,1	57,570	59,010	37,921	4,877
7	1,500	0,500	71,6	53,428	54,764	37,921	4,826
8	1,400	0,600	66,1	49,340	50,573	37,921	4,773
9	1,300	0,700	60,7	45,309	46,441	37,921	4,718
10	1,200	0,800	55,4	41,336	42,370	37,921	4,662
11	1,100	0,900	50,1	37,423	38,358	37,920	4,602
12	1,000	1,000	45,0	33,572	34,412	37,920	4,540
13	0,900	1,100	39,9	29,787	30,532	37,920	4,475
14	0,800	1,200	34,9	26,069	26,721	37,920	4,404
15	0,700	1,300	30,0	22,424	22,985	37,919	4,329
16	0,600	1,400	25,3	18,857	19,328	37,919	4,246
17	0,500	1,500	20,6	15,375	15,759	37,919	4,155
18	0,400	1,600	16,1	11,986	12,286	37,919	4,050
19	0,300	1,700	11,7	8,705	8,923	37,919	3,924
20	0,200	1,800	7,4	5,552	5,691	37,919	3,760
21	0,100	1,900	3,4	2,565	2,629	37,917	3,491
22	0,034	1,966	1,0	0,747	0,765	37,910	3,001

Tank Calibrations - D.F. slop 1

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,070	0,000
2	1,051	508,723
3	1,015	497,383
4	0,961	480,429
5	0,907	463,128
6	0,853	445,565
7	0,798	428,452
8	0,744	411,523
9	0,691	393,942
10	0,637	376,852
11	0,583	359,742
12	0,530	342,009
13	0,476	324,753
14	0,423	306,460
15	0,370	288,362
16	0,316	269,029
17	0,263	249,405
18	0,211	228,155
19	0,158	205,021
20	0,106	178,957
21	0,053	146,872
22	0,019	104,102



Tank Calibrations - D.F. slop 2

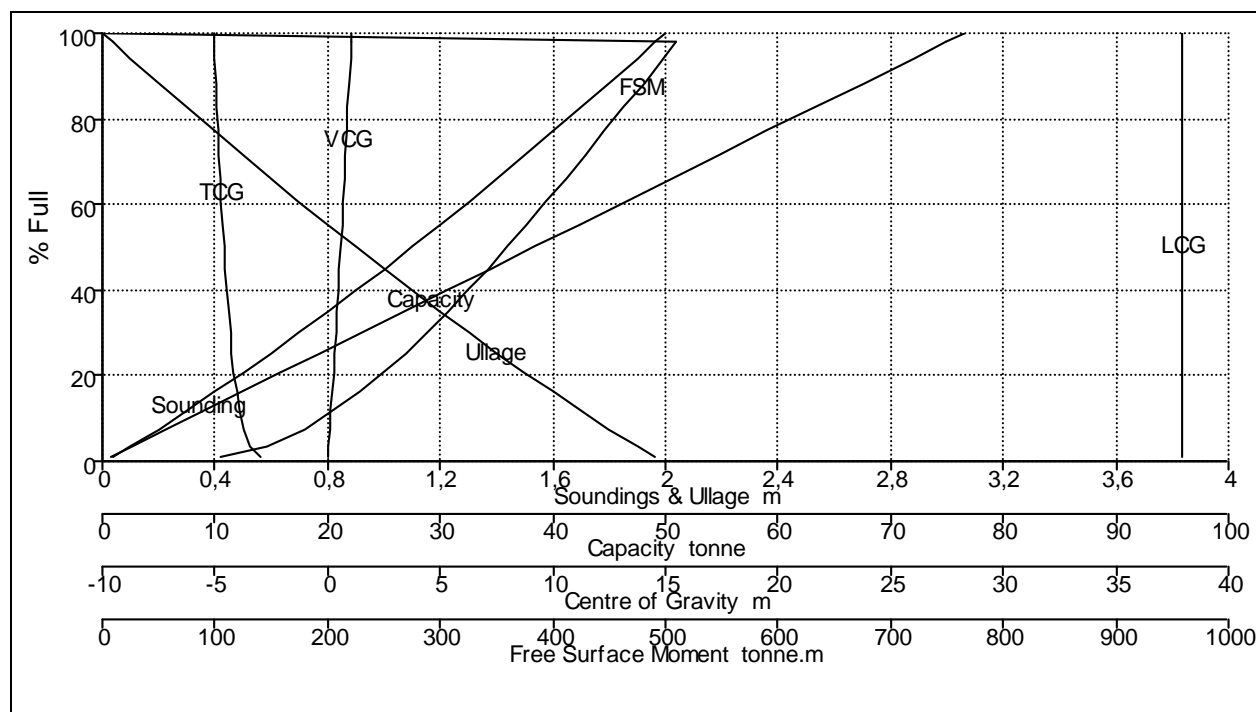
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	74,667	76,534	37,922	-5,068
2	1,966	0,034	98,0	73,166	74,995	37,922	-5,052
3	1,900	0,100	94,2	70,317	72,075	37,922	-5,022
4	1,800	0,200	88,4	66,017	67,667	37,921	-4,975
5	1,700	0,300	82,7	61,767	63,311	37,921	-4,926
6	1,600	0,400	77,1	57,570	59,010	37,921	-4,877
7	1,500	0,500	71,6	53,428	54,764	37,921	-4,826
8	1,400	0,600	66,1	49,340	50,573	37,921	-4,773
9	1,300	0,700	60,7	45,309	46,441	37,921	-4,718
10	1,200	0,800	55,4	41,336	42,370	37,921	-4,662
11	1,100	0,900	50,1	37,423	38,358	37,920	-4,602
12	1,000	1,000	45,0	33,572	34,412	37,920	-4,540
13	0,900	1,100	39,9	29,787	30,532	37,920	-4,475
14	0,800	1,200	34,9	26,069	26,721	37,920	-4,404
15	0,700	1,300	30,0	22,424	22,985	37,919	-4,329
16	0,600	1,400	25,3	18,857	19,328	37,919	-4,246
17	0,500	1,500	20,6	15,375	15,759	37,919	-4,155
18	0,400	1,600	16,1	11,986	12,286	37,919	-4,050
19	0,300	1,700	11,7	8,705	8,923	37,919	-3,924
20	0,200	1,800	7,4	5,552	5,691	37,919	-3,760
21	0,100	1,900	3,4	2,565	2,629	37,917	-3,491
22	0,034	1,966	1,0	0,747	0,765	37,910	-3,001

Tank Calibrations - D.F. slop 2

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,070	0,000
2	1,051	508,723
3	1,015	497,383
4	0,961	480,429
5	0,907	463,128
6	0,853	445,565
7	0,798	428,452
8	0,744	411,523
9	0,691	393,942
10	0,637	376,852
11	0,583	359,742
12	0,530	342,009
13	0,476	324,753
14	0,423	306,460
15	0,370	288,362
16	0,316	269,029
17	0,263	249,405
18	0,211	228,155
19	0,158	205,021
20	0,106	178,957
21	0,053	146,872
22	0,019	104,102



Tank Calibrations - D.F. 1

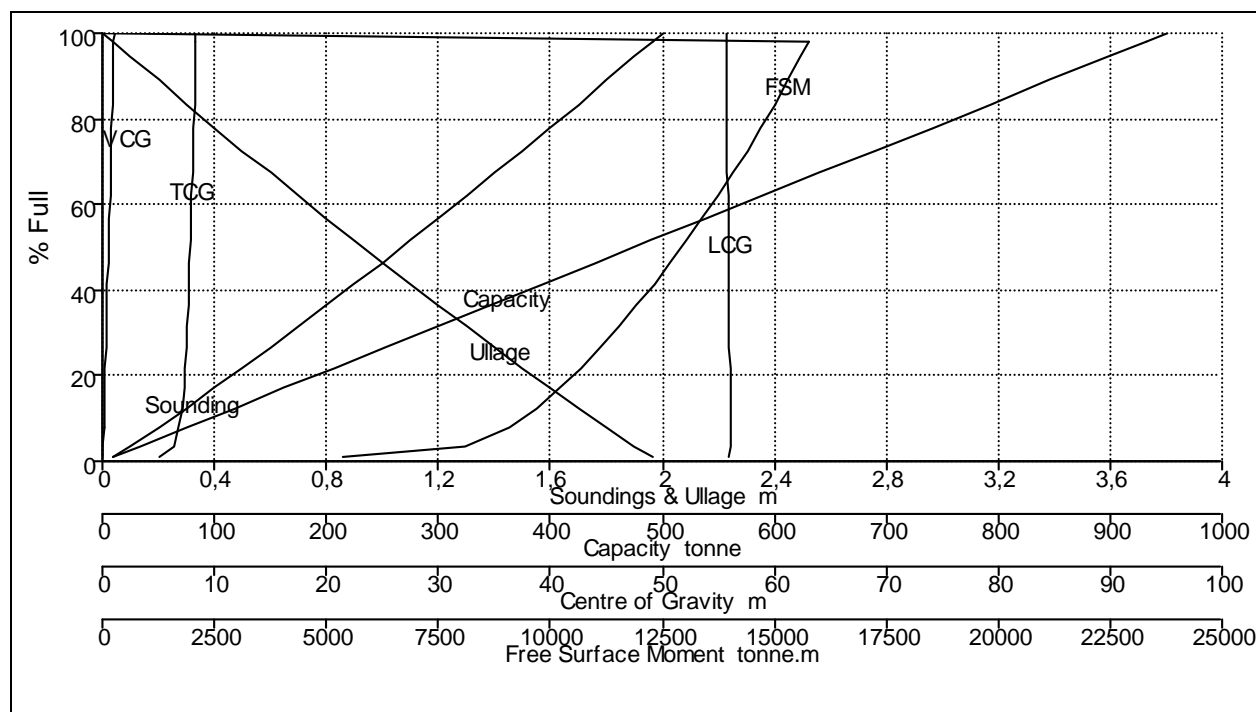
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	927,242	950,423	55,736	8,336
2	1,964	0,036	98,0	908,602	931,317	55,741	8,320
3	1,900	0,100	94,4	875,671	897,563	55,750	8,291
4	1,800	0,200	88,9	824,474	845,086	55,766	8,245
5	1,700	0,300	83,4	773,668	793,010	55,781	8,197
6	1,600	0,400	78,0	723,272	741,354	55,798	8,148
7	1,500	0,500	72,6	673,299	690,131	55,815	8,096
8	1,400	0,600	67,3	623,772	639,366	55,833	8,043
9	1,300	0,700	62,0	574,708	589,075	55,851	7,987
10	1,200	0,800	56,7	526,129	539,283	55,870	7,929
11	1,100	0,900	51,6	478,060	490,011	55,890	7,868
12	1,000	1,000	46,4	430,520	441,283	55,910	7,804
13	0,900	1,100	41,4	383,543	393,132	55,932	7,735
14	0,800	1,200	36,4	337,151	345,580	55,955	7,661
15	0,700	1,300	31,4	291,387	298,672	55,978	7,581
16	0,600	1,400	26,6	246,280	252,437	56,004	7,492
17	0,500	1,500	21,8	201,888	206,935	56,031	7,391
18	0,400	1,600	17,1	158,260	162,217	56,060	7,269
19	0,300	1,700	12,5	115,495	118,382	56,092	7,111
20	0,200	1,800	8,0	73,722	75,565	56,125	6,867
21	0,100	1,900	3,6	33,342	34,176	56,141	6,322
22	0,035	1,965	1,0	9,272	9,504	55,999	5,127

Tank Calibrations - D.F. 1

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,050	0,000
2	1,031	15787,776
3	0,997	15604,592
4	0,944	15316,839
5	0,892	15013,932
6	0,839	14708,737
7	0,786	14391,839
8	0,733	14067,572
9	0,680	13739,712
10	0,628	13393,275
11	0,575	13048,454
12	0,523	12683,572
13	0,471	12312,151
14	0,418	11929,518
15	0,366	11524,356
16	0,314	11111,506
17	0,262	10664,874
18	0,211	10194,934
19	0,159	9687,124
20	0,107	9095,036
21	0,055	8085,700
22	0,020	5349,008



Tank Calibrations - D.F. 2

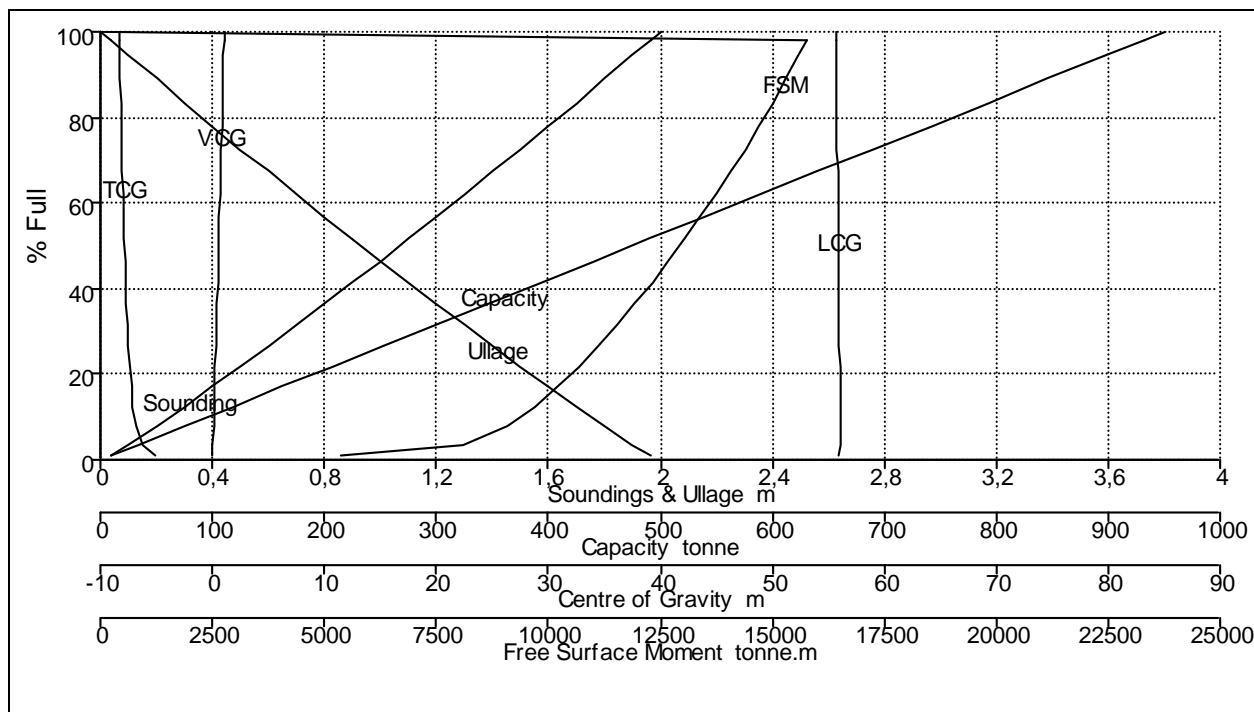
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	927,242	950,423	55,736	-8,336
2	1,964	0,036	98,0	908,602	931,317	55,741	-8,320
3	1,900	0,100	94,4	875,671	897,563	55,750	-8,291
4	1,800	0,200	88,9	824,474	845,086	55,766	-8,245
5	1,700	0,300	83,4	773,668	793,010	55,781	-8,197
6	1,600	0,400	78,0	723,272	741,354	55,798	-8,148
7	1,500	0,500	72,6	673,299	690,131	55,815	-8,096
8	1,400	0,600	67,3	623,772	639,366	55,833	-8,043
9	1,300	0,700	62,0	574,708	589,075	55,851	-7,987
10	1,200	0,800	56,7	526,129	539,283	55,870	-7,929
11	1,100	0,900	51,6	478,060	490,011	55,890	-7,868
12	1,000	1,000	46,4	430,520	441,283	55,910	-7,804
13	0,900	1,100	41,4	383,543	393,132	55,932	-7,735
14	0,800	1,200	36,4	337,151	345,580	55,955	-7,661
15	0,700	1,300	31,4	291,387	298,672	55,978	-7,581
16	0,600	1,400	26,6	246,280	252,437	56,004	-7,492
17	0,500	1,500	21,8	201,888	206,935	56,031	-7,391
18	0,400	1,600	17,1	158,260	162,217	56,060	-7,269
19	0,300	1,700	12,5	115,495	118,382	56,092	-7,111
20	0,200	1,800	8,0	73,722	75,565	56,125	-6,867
21	0,100	1,900	3,6	33,342	34,176	56,141	-6,322
22	0,035	1,965	1,0	9,272	9,504	55,999	-5,127

Tank Calibrations - D.F. 2

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,050	0,000
2	1,031	15787,776
3	0,997	15604,592
4	0,944	15316,839
5	0,892	15013,932
6	0,839	14708,737
7	0,786	14391,839
8	0,733	14067,572
9	0,680	13739,712
10	0,628	13393,275
11	0,575	13048,454
12	0,523	12683,572
13	0,471	12312,151
14	0,418	11929,518
15	0,366	11524,356
16	0,314	11111,506
17	0,262	10664,874
18	0,211	10194,934
19	0,159	9687,124
20	0,107	9095,036
21	0,055	8085,700
22	0,020	5349,008



Tank Calibrations - D.F. 3

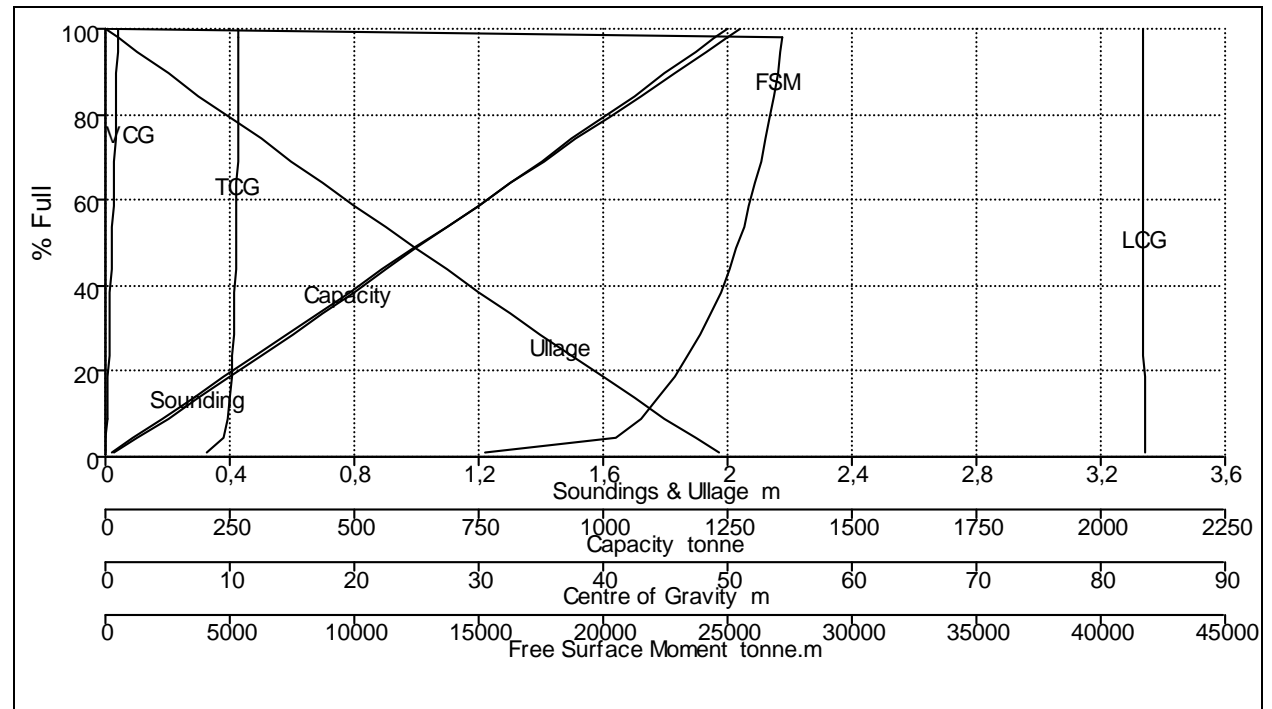
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	1243,148	1274,227	83,401	10,747
2	1,961	0,039	98,0	1218,161	1248,615	83,402	10,740
3	1,900	0,100	94,8	1178,737	1208,205	83,405	10,727
4	1,800	0,200	89,6	1114,411	1142,271	83,408	10,706
5	1,700	0,300	84,5	1050,195	1076,450	83,412	10,684
6	1,600	0,400	79,3	986,104	1010,757	83,415	10,660
7	1,500	0,500	74,2	922,155	945,209	83,419	10,634
8	1,400	0,600	69,0	858,359	879,818	83,423	10,607
9	1,300	0,700	63,9	794,721	814,589	83,427	10,577
10	1,200	0,800	58,8	731,269	749,551	83,431	10,546
11	1,100	0,900	53,7	668,013	684,714	83,435	10,511
12	1,000	1,000	48,7	604,967	620,091	83,439	10,473
13	0,900	1,100	43,6	542,176	555,731	83,444	10,432
14	0,800	1,200	38,6	479,648	491,640	83,449	10,386
15	0,700	1,300	33,6	417,433	427,869	83,455	10,334
16	0,600	1,400	28,6	355,580	364,469	83,461	10,276
17	0,500	1,500	23,7	294,117	301,470	83,468	10,208
18	0,400	1,600	18,8	233,124	238,952	83,477	10,125
19	0,300	1,700	13,9	172,643	176,959	83,487	10,017
20	0,200	1,800	9,1	112,761	115,580	83,504	9,849
21	0,100	1,900	4,3	53,611	54,952	83,535	9,454
22	0,028	1,972	1,0	12,329	12,638	83,618	8,097

Tank Calibrations - D.F. 3

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,019	0,000
2	1,000	27175,609
3	0,969	27113,278
4	0,918	26998,735
5	0,867	26849,018
6	0,816	26690,411
7	0,765	26504,124
8	0,714	26317,082
9	0,663	26111,821
10	0,612	25875,455
11	0,561	25640,733
12	0,510	25358,030
13	0,460	25048,072
14	0,409	24736,575
15	0,358	24317,356
16	0,307	23900,945
17	0,256	23397,044
18	0,205	22866,627
19	0,155	22237,512
20	0,104	21550,691
21	0,053	20470,198
22	0,015	15266,308



Tank Calibrations - D.F. 4

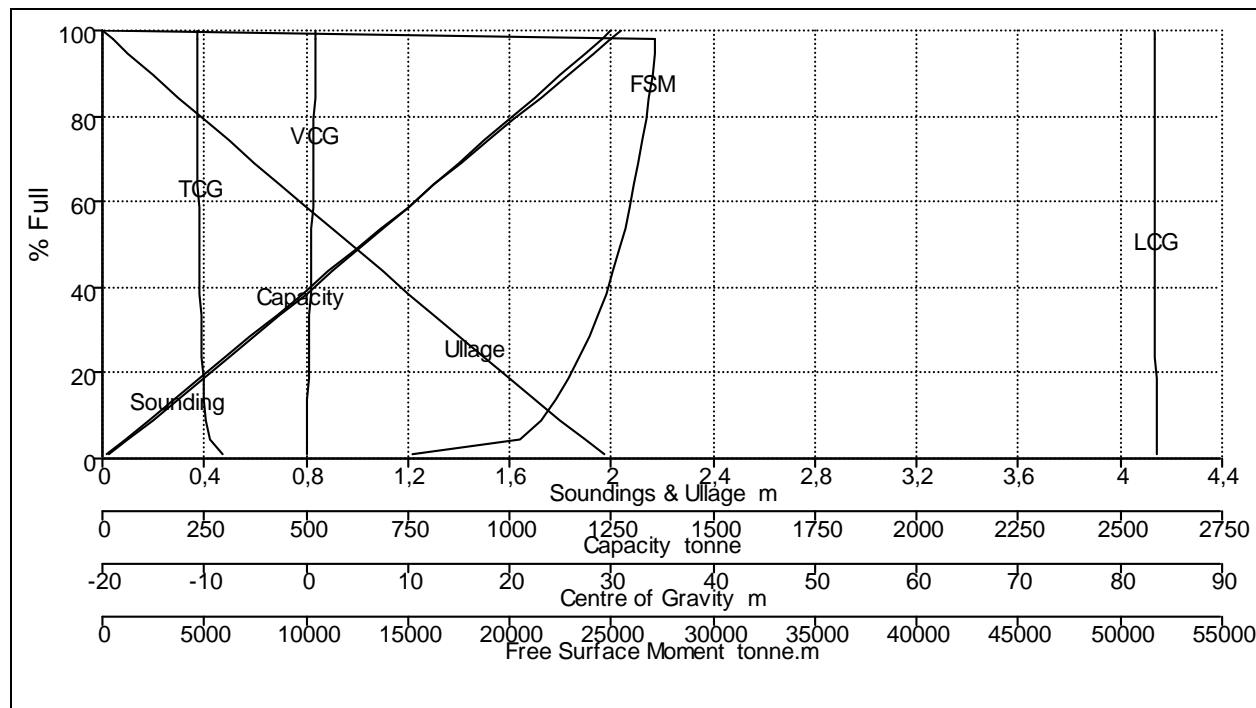
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	1243,148	1274,227	83,401	-10,747
2	1,961	0,039	98,0	1218,161	1248,615	83,402	-10,740
3	1,900	0,100	94,8	1178,737	1208,205	83,405	-10,727
4	1,800	0,200	89,6	1114,411	1142,271	83,408	-10,706
5	1,700	0,300	84,5	1050,195	1076,450	83,412	-10,684
6	1,600	0,400	79,3	986,104	1010,757	83,415	-10,660
7	1,500	0,500	74,2	922,155	945,209	83,419	-10,634
8	1,400	0,600	69,0	858,359	879,818	83,423	-10,607
9	1,300	0,700	63,9	794,721	814,589	83,427	-10,577
10	1,200	0,800	58,8	731,269	749,551	83,431	-10,546
11	1,100	0,900	53,7	668,013	684,714	83,435	-10,511
12	1,000	1,000	48,7	604,967	620,091	83,439	-10,473
13	0,900	1,100	43,6	542,176	555,731	83,444	-10,432
14	0,800	1,200	38,6	479,648	491,640	83,449	-10,386
15	0,700	1,300	33,6	417,433	427,869	83,455	-10,334
16	0,600	1,400	28,6	355,580	364,469	83,461	-10,276
17	0,500	1,500	23,7	294,117	301,470	83,468	-10,208
18	0,400	1,600	18,8	233,124	238,952	83,477	-10,125
19	0,300	1,700	13,9	172,643	176,959	83,487	-10,017
20	0,200	1,800	9,1	112,761	115,580	83,504	-9,849
21	0,100	1,900	4,3	53,611	54,952	83,535	-9,454
22	0,028	1,972	1,0	12,329	12,638	83,618	-8,097

Tank Calibrations - D.F. 4

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,019	0,000
2	1,000	27175,609
3	0,969	27113,278
4	0,918	26998,735
5	0,867	26849,018
6	0,816	26690,411
7	0,765	26504,124
8	0,714	26317,082
9	0,663	26111,821
10	0,612	25875,455
11	0,561	25640,733
12	0,510	25358,030
13	0,460	25048,072
14	0,409	24736,575
15	0,358	24317,356
16	0,307	23900,945
17	0,256	23397,044
18	0,205	22866,627
19	0,155	22237,512
20	0,104	21550,691
21	0,053	20470,198
22	0,015	15266,308



Tank Calibrations - D.F. 5

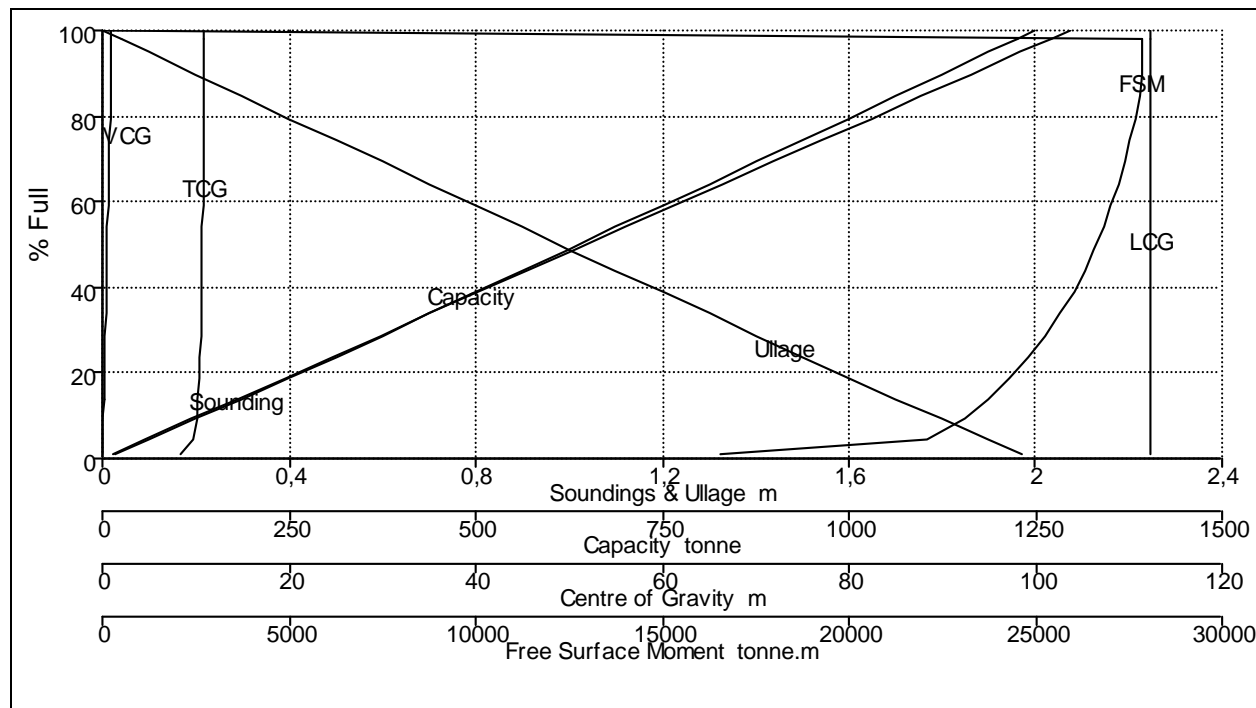
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	1264,458	1296,070	112,250	10,922
2	1,961	0,039	98,0	1239,043	1270,019	112,250	10,917
3	1,900	0,100	94,9	1199,498	1229,486	112,250	10,907
4	1,800	0,200	89,7	1134,538	1162,902	112,250	10,890
5	1,700	0,300	84,6	1069,592	1096,332	112,250	10,872
6	1,600	0,400	79,5	1004,723	1029,841	112,250	10,852
7	1,500	0,500	74,3	939,957	963,456	112,250	10,830
8	1,400	0,600	69,2	875,301	897,184	112,250	10,806
9	1,300	0,700	64,1	810,763	831,032	112,250	10,781
10	1,200	0,800	59,0	746,372	765,031	112,250	10,753
11	1,100	0,900	53,9	682,131	699,185	112,250	10,723
12	1,000	1,000	48,9	618,062	633,513	112,250	10,689
13	0,900	1,100	43,8	554,206	568,061	112,250	10,652
14	0,800	1,200	38,8	490,566	502,830	112,250	10,611
15	0,700	1,300	33,8	427,200	437,880	112,250	10,564
16	0,600	1,400	28,8	364,147	373,250	112,250	10,511
17	0,500	1,500	23,8	301,438	308,974	112,250	10,448
18	0,400	1,600	18,9	239,144	245,123	112,250	10,372
19	0,300	1,700	14,0	177,303	181,736	112,250	10,271
20	0,200	1,800	9,2	115,987	118,887	112,250	10,112
21	0,100	1,900	4,4	55,299	56,681	112,250	9,726
22	0,027	1,973	1,0	12,560	12,874	112,250	8,344

Tank Calibrations - D.F. 5

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,016	0,000
2	0,997	27840,988
3	0,966	27840,988
4	0,915	27840,988
5	0,865	27779,046
6	0,814	27662,834
7	0,763	27521,950
8	0,712	27381,547
9	0,662	27211,514
10	0,611	27020,737
11	0,560	26830,853
12	0,509	26579,182
13	0,459	26312,128
14	0,408	26032,592
15	0,357	25650,418
16	0,306	25272,003
17	0,256	24799,334
18	0,205	24306,141
19	0,154	23718,937
20	0,104	23085,928
21	0,053	22071,845
22	0,015	16556,127



Tank Calibrations - D.F. 6

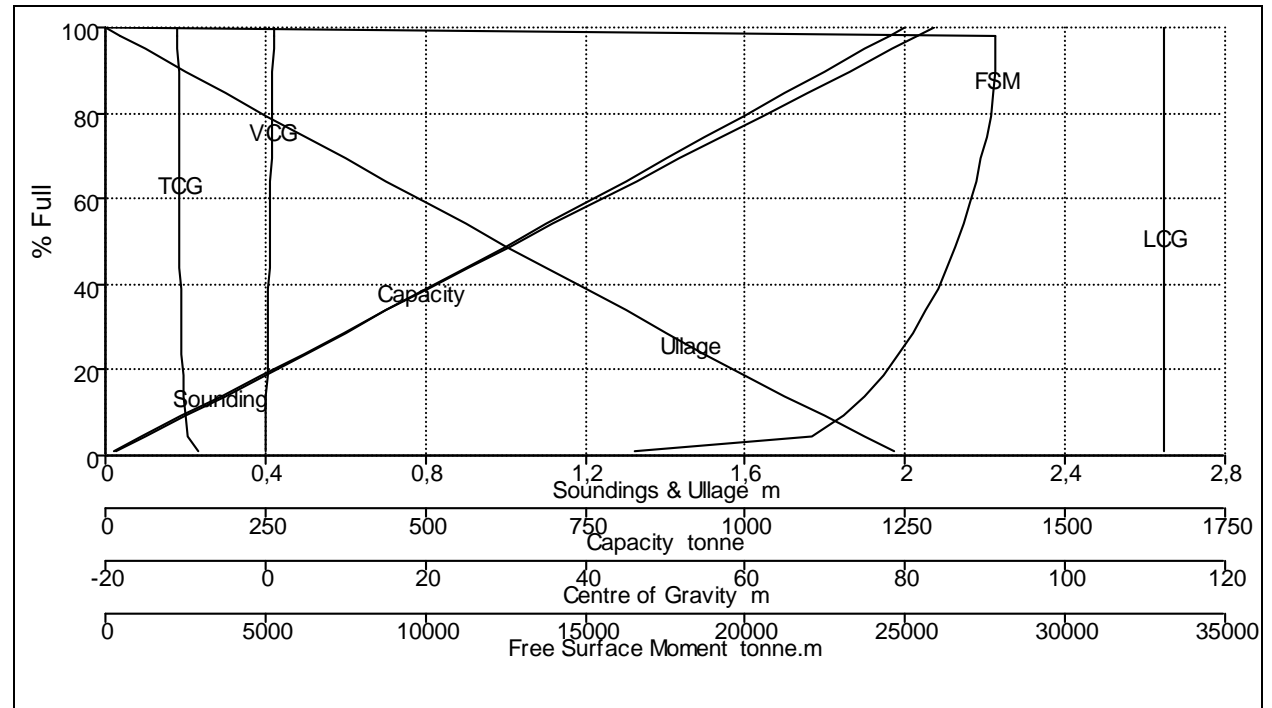
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	1264,458	1296,070	112,250	-10,922
2	1,961	0,039	98,0	1239,043	1270,019	112,250	-10,917
3	1,900	0,100	94,9	1199,498	1229,486	112,250	-10,907
4	1,800	0,200	89,7	1134,538	1162,902	112,250	-10,890
5	1,700	0,300	84,6	1069,592	1096,332	112,250	-10,872
6	1,600	0,400	79,5	1004,723	1029,841	112,250	-10,852
7	1,500	0,500	74,3	939,957	963,456	112,250	-10,830
8	1,400	0,600	69,2	875,301	897,184	112,250	-10,806
9	1,300	0,700	64,1	810,763	831,032	112,250	-10,781
10	1,200	0,800	59,0	746,372	765,031	112,250	-10,753
11	1,100	0,900	53,9	682,131	699,185	112,250	-10,723
12	1,000	1,000	48,9	618,062	633,513	112,250	-10,689
13	0,900	1,100	43,8	554,206	568,061	112,250	-10,652
14	0,800	1,200	38,8	490,566	502,830	112,250	-10,611
15	0,700	1,300	33,8	427,200	437,880	112,250	-10,564
16	0,600	1,400	28,8	364,147	373,250	112,250	-10,511
17	0,500	1,500	23,8	301,438	308,974	112,250	-10,448
18	0,400	1,600	18,9	239,144	245,123	112,250	-10,372
19	0,300	1,700	14,0	177,303	181,736	112,250	-10,271
20	0,200	1,800	9,2	115,987	118,887	112,250	-10,112
21	0,100	1,900	4,4	55,299	56,681	112,250	-9,726
22	0,027	1,973	1,0	12,560	12,874	112,250	-8,344

Tank Calibrations - D.F. 6

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,016	0,000
2	0,997	27840,988
3	0,966	27840,988
4	0,915	27840,988
5	0,865	27779,046
6	0,814	27662,834
7	0,763	27521,950
8	0,712	27381,547
9	0,662	27211,514
10	0,611	27020,737
11	0,560	26830,853
12	0,509	26579,182
13	0,459	26312,128
14	0,408	26032,592
15	0,357	25650,418
16	0,306	25272,003
17	0,256	24799,334
18	0,205	24306,141
19	0,154	23718,937
20	0,104	23085,928
21	0,053	22071,845
22	0,015	16556,127



Tank Calibrations - D.F. 7

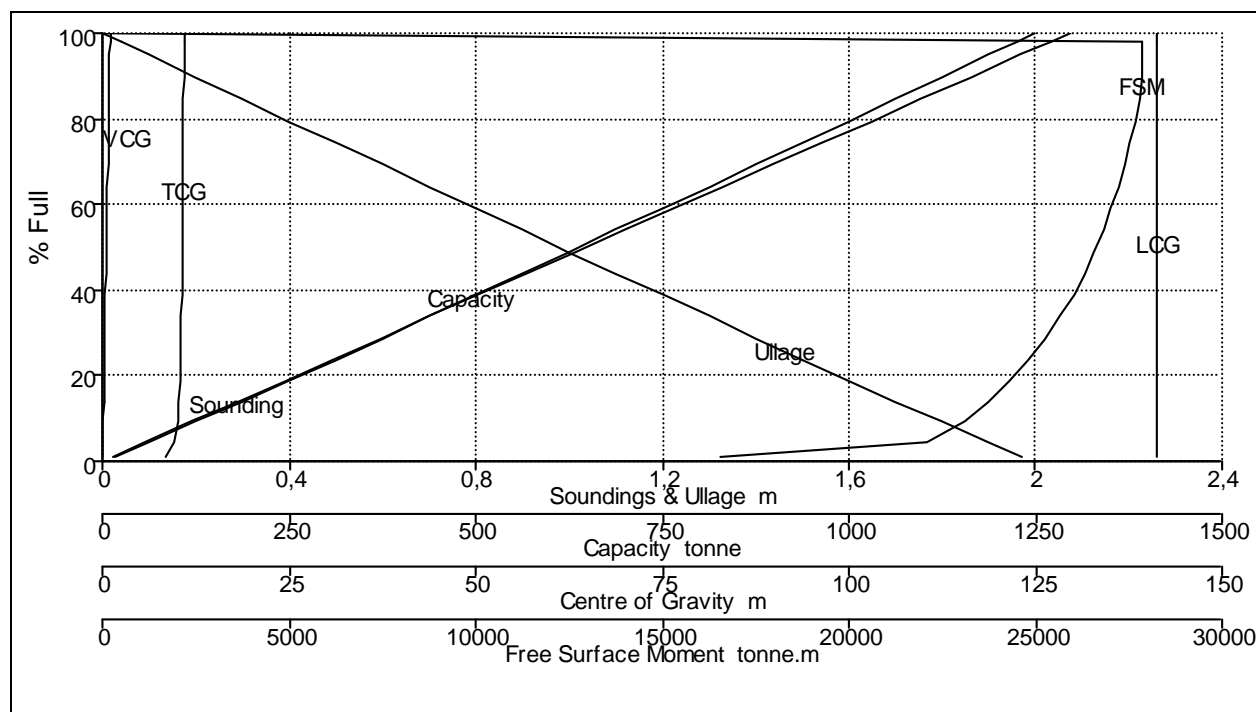
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	1264,434	1296,045	141,250	10,922
2	1,961	0,039	98,0	1239,019	1269,994	141,250	10,916
3	1,900	0,100	94,9	1199,474	1229,461	141,250	10,907
4	1,800	0,200	89,7	1134,514	1162,877	141,250	10,890
5	1,700	0,300	84,6	1069,568	1096,307	141,250	10,872
6	1,600	0,400	79,5	1004,699	1029,817	141,250	10,851
7	1,500	0,500	74,3	939,934	963,432	141,250	10,830
8	1,400	0,600	69,2	875,279	897,161	141,250	10,806
9	1,300	0,700	64,1	810,741	831,009	141,250	10,781
10	1,200	0,800	59,0	746,351	765,009	141,250	10,753
11	1,100	0,900	53,9	682,112	699,164	141,250	10,722
12	1,000	1,000	48,9	618,043	633,495	141,250	10,689
13	0,900	1,100	43,8	554,189	568,044	141,250	10,652
14	0,800	1,200	38,8	490,550	502,814	141,250	10,610
15	0,700	1,300	33,8	427,186	437,866	141,250	10,564
16	0,600	1,400	28,8	364,135	373,238	141,250	10,511
17	0,500	1,500	23,8	301,428	308,964	141,250	10,448
18	0,400	1,600	18,9	239,136	245,114	141,250	10,372
19	0,300	1,700	14,0	177,297	181,730	141,250	10,271
20	0,200	1,800	9,2	115,983	118,882	141,250	10,112
21	0,100	1,900	4,4	55,296	56,678	141,250	9,726
22	0,027	1,973	1,0	12,560	12,874	141,250	8,343

Tank Calibrations - D.F. 7

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,016	0,000
2	0,997	27840,988
3	0,966	27840,988
4	0,915	27840,988
5	0,865	27778,534
6	0,814	27662,157
7	0,763	27521,144
8	0,712	27380,609
9	0,662	27210,354
10	0,611	27019,454
11	0,560	26829,449
12	0,509	26577,490
13	0,459	26310,344
14	0,408	26030,423
15	0,357	25648,250
16	0,306	25269,837
17	0,256	24796,993
18	0,205	24303,950
19	0,154	23716,841
20	0,104	23084,113
21	0,053	22069,827
22	0,015	16553,647



Tank Calibrations - D.F. 8

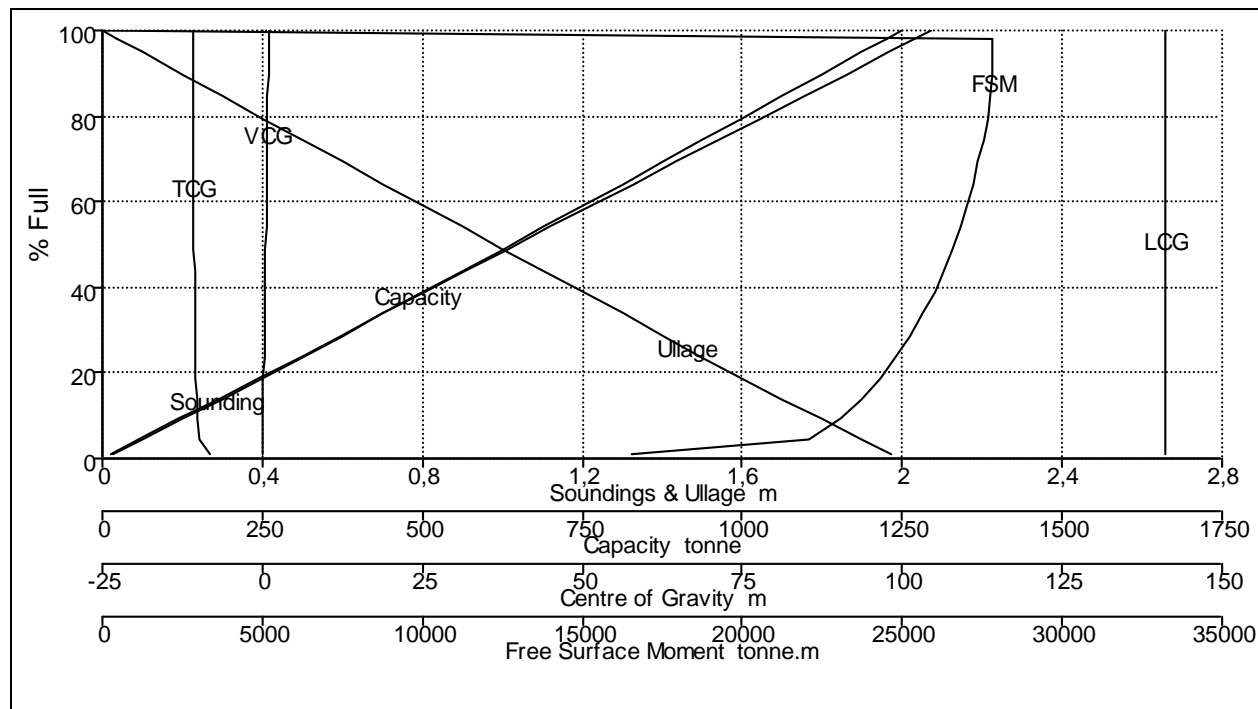
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	1264,434	1296,045	141,250	-10,922
2	1,961	0,039	98,0	1239,019	1269,994	141,250	-10,916
3	1,900	0,100	94,9	1199,474	1229,461	141,250	-10,907
4	1,800	0,200	89,7	1134,514	1162,877	141,250	-10,890
5	1,700	0,300	84,6	1069,568	1096,307	141,250	-10,872
6	1,600	0,400	79,5	1004,699	1029,817	141,250	-10,851
7	1,500	0,500	74,3	939,934	963,432	141,250	-10,830
8	1,400	0,600	69,2	875,279	897,161	141,250	-10,806
9	1,300	0,700	64,1	810,741	831,009	141,250	-10,781
10	1,200	0,800	59,0	746,351	765,009	141,250	-10,753
11	1,100	0,900	53,9	682,112	699,164	141,250	-10,722
12	1,000	1,000	48,9	618,043	633,495	141,250	-10,689
13	0,900	1,100	43,8	554,189	568,044	141,250	-10,652
14	0,800	1,200	38,8	490,550	502,814	141,250	-10,610
15	0,700	1,300	33,8	427,186	437,866	141,250	-10,564
16	0,600	1,400	28,8	364,135	373,238	141,250	-10,511
17	0,500	1,500	23,8	301,428	308,964	141,250	-10,448
18	0,400	1,600	18,9	239,136	245,114	141,250	-10,372
19	0,300	1,700	14,0	177,297	181,730	141,250	-10,271
20	0,200	1,800	9,2	115,983	118,882	141,250	-10,112
21	0,100	1,900	4,4	55,296	56,678	141,250	-9,726
22	0,027	1,973	1,0	12,560	12,874	141,250	-8,343

Tank Calibrations - D.F. 8

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,016	0,000
2	0,997	27840,988
3	0,966	27840,988
4	0,915	27840,988
5	0,865	27778,534
6	0,814	27662,157
7	0,763	27521,144
8	0,712	27380,609
9	0,662	27210,354
10	0,611	27019,454
11	0,560	26829,449
12	0,509	26577,490
13	0,459	26310,344
14	0,408	26030,423
15	0,357	25648,250
16	0,306	25269,837
17	0,256	24796,993
18	0,205	24303,950
19	0,154	23716,841
20	0,104	23084,113
21	0,053	22069,827
22	0,015	16553,647



Tank Calibrations - D.F. 9

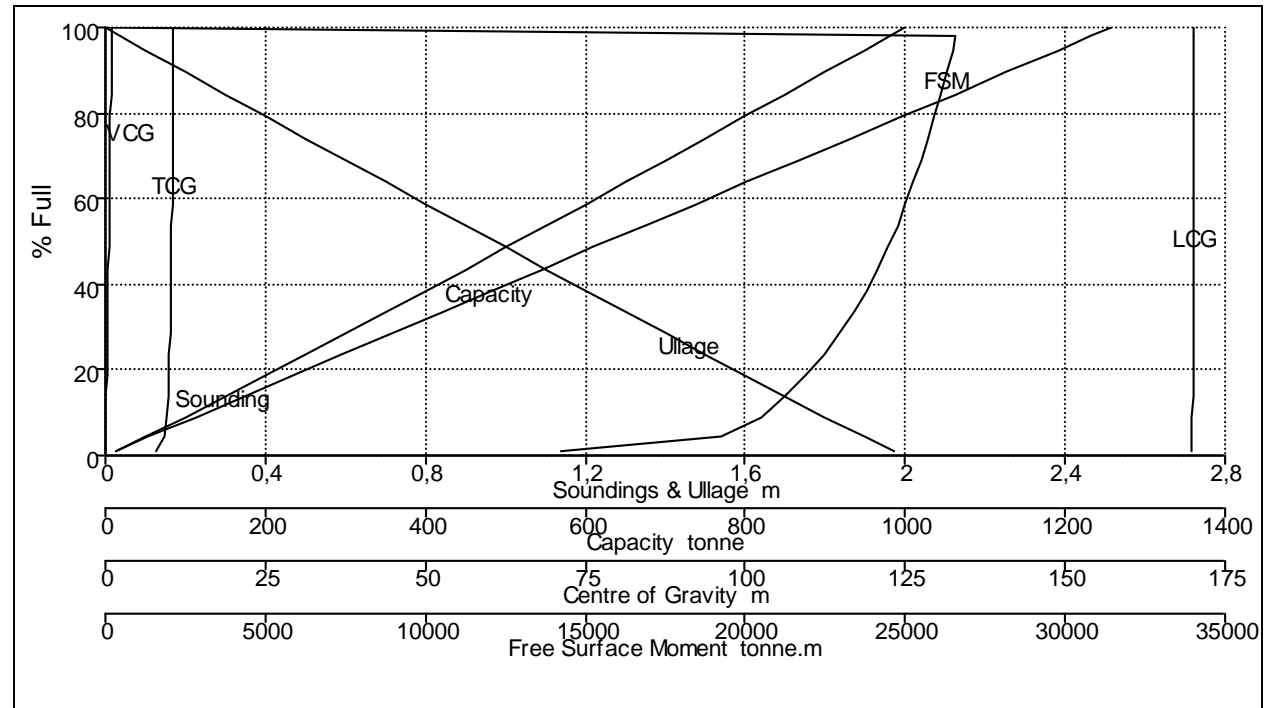
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	1226,871	1257,543	170,023	10,613
2	1,961	0,039	98,0	1202,211	1232,266	170,021	10,605
3	1,900	0,100	94,8	1162,974	1192,048	170,018	10,591
4	1,800	0,200	89,6	1099,207	1126,687	170,013	10,567
5	1,700	0,300	84,4	1035,582	1061,472	170,008	10,542
6	1,600	0,400	79,2	972,116	996,419	170,003	10,516
7	1,500	0,500	74,1	908,826	931,547	169,998	10,488
8	1,400	0,600	68,9	845,715	866,858	169,993	10,458
9	1,300	0,700	63,8	782,791	802,360	169,988	10,426
10	1,200	0,800	58,7	720,084	738,086	169,982	10,392
11	1,100	0,900	53,6	657,598	674,038	169,977	10,355
12	1,000	1,000	48,5	595,346	610,229	169,970	10,315
13	0,900	1,100	43,5	533,371	546,706	169,964	10,271
14	0,800	1,200	38,4	471,680	483,472	169,957	10,222
15	0,700	1,300	33,4	410,312	420,570	169,949	10,167
16	0,600	1,400	28,5	349,322	358,055	169,940	10,104
17	0,500	1,500	23,5	288,732	295,950	169,928	10,030
18	0,400	1,600	18,6	228,638	234,354	169,914	9,940
19	0,300	1,700	13,8	169,094	173,321	169,896	9,820
20	0,200	1,800	9,0	110,242	112,999	169,870	9,638
21	0,100	1,900	4,3	52,311	53,619	169,833	9,228
22	0,028	1,972	1,0	12,149	12,453	169,798	7,907

Tank Calibrations - D.F. 9

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,021	0,000
2	1,002	26565,342
3	0,970	26474,746
4	0,919	26310,271
5	0,868	26130,358
6	0,817	25929,983
7	0,766	25717,601
8	0,715	25506,655
9	0,664	25265,651
10	0,613	25008,188
11	0,562	24752,788
12	0,511	24451,728
13	0,460	24127,926
14	0,409	23803,284
15	0,358	23388,422
16	0,307	22965,277
17	0,257	22468,916
18	0,206	21914,646
19	0,155	21251,735
20	0,104	20488,916
21	0,053	19262,960
22	0,015	14205,813



Tank Calibrations - D.F. 10

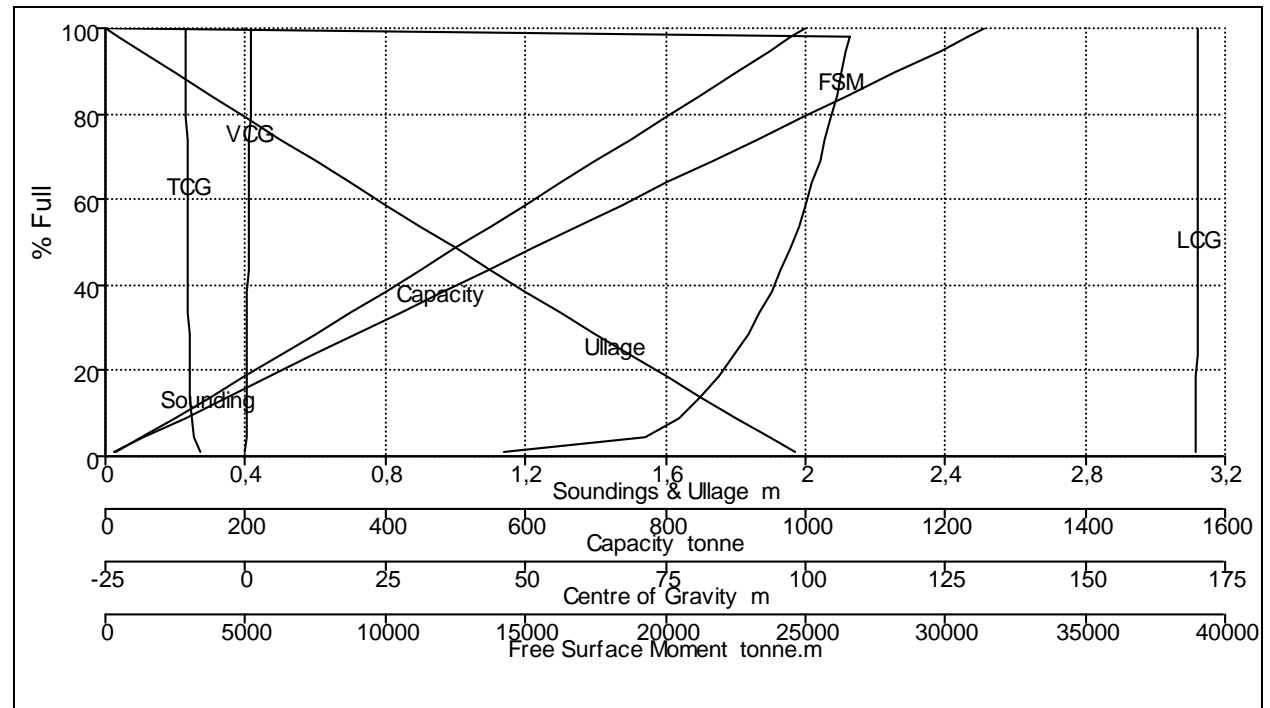
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	1226,871	1257,543	170,023	-10,613
2	1,961	0,039	98,0	1202,211	1232,266	170,021	-10,605
3	1,900	0,100	94,8	1162,974	1192,048	170,018	-10,591
4	1,800	0,200	89,6	1099,207	1126,687	170,013	-10,567
5	1,700	0,300	84,4	1035,582	1061,472	170,008	-10,542
6	1,600	0,400	79,2	972,116	996,419	170,003	-10,516
7	1,500	0,500	74,1	908,826	931,547	169,998	-10,488
8	1,400	0,600	68,9	845,715	866,858	169,993	-10,458
9	1,300	0,700	63,8	782,791	802,360	169,988	-10,426
10	1,200	0,800	58,7	720,084	738,086	169,982	-10,392
11	1,100	0,900	53,6	657,598	674,038	169,977	-10,355
12	1,000	1,000	48,5	595,346	610,229	169,970	-10,315
13	0,900	1,100	43,5	533,371	546,706	169,964	-10,271
14	0,800	1,200	38,4	471,680	483,472	169,957	-10,222
15	0,700	1,300	33,4	410,312	420,570	169,949	-10,167
16	0,600	1,400	28,5	349,322	358,055	169,940	-10,104
17	0,500	1,500	23,5	288,732	295,950	169,928	-10,030
18	0,400	1,600	18,6	228,638	234,354	169,914	-9,940
19	0,300	1,700	13,8	169,094	173,321	169,896	-9,820
20	0,200	1,800	9,0	110,242	112,999	169,870	-9,638
21	0,100	1,900	4,3	52,311	53,619	169,833	-9,228
22	0,028	1,972	1,0	12,149	12,453	169,798	-7,907

Tank Calibrations - D.F. 10

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,021	0,000
2	1,002	26565,342
3	0,970	26474,746
4	0,919	26310,271
5	0,868	26130,358
6	0,817	25929,983
7	0,766	25717,601
8	0,715	25506,655
9	0,664	25265,651
10	0,613	25008,188
11	0,562	24752,788
12	0,511	24451,728
13	0,460	24127,926
14	0,409	23803,284
15	0,358	23388,422
16	0,307	22965,277
17	0,257	22468,916
18	0,206	21914,646
19	0,155	21251,735
20	0,104	20488,916
21	0,053	19262,960
22	0,015	14205,813



Tank Calibrations - D.F. 11

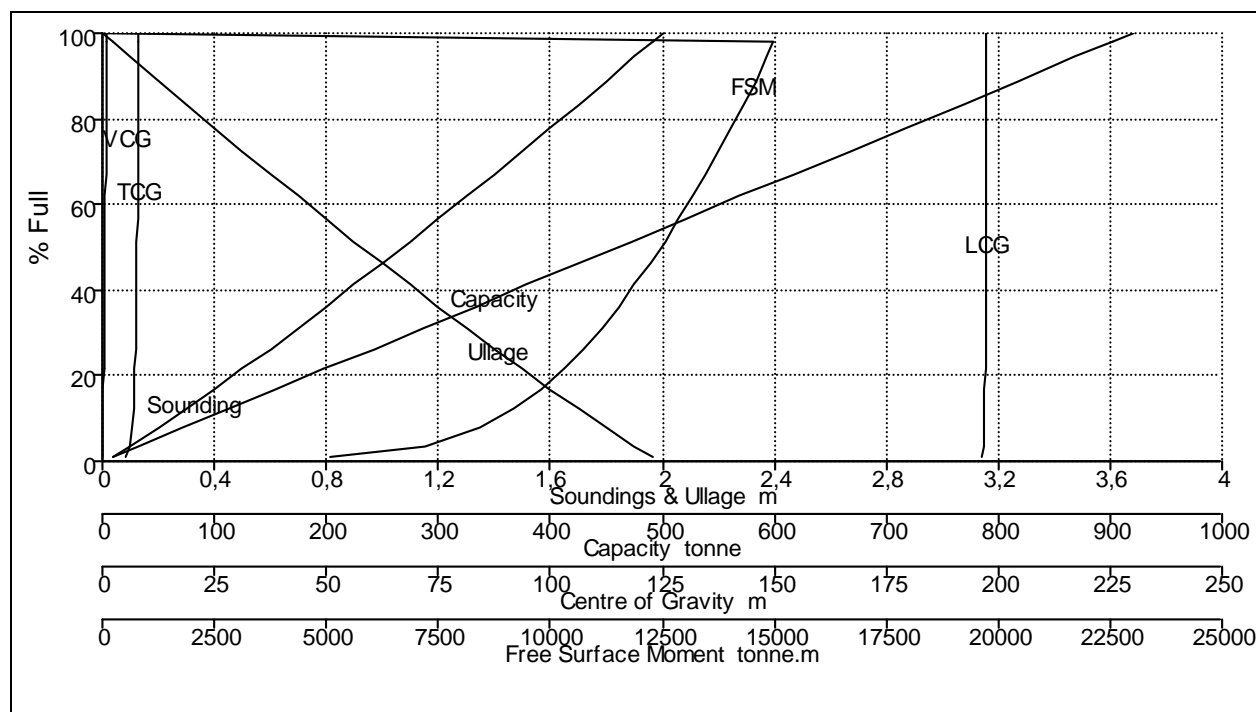
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	897,569	920,008	197,496	8,186
2	1,964	0,036	98,0	879,525	901,513	197,489	8,171
3	1,900	0,100	94,4	847,609	868,800	197,478	8,144
4	1,800	0,200	88,9	797,998	817,948	197,461	8,100
5	1,700	0,300	83,4	748,751	767,470	197,442	8,055
6	1,600	0,400	78,0	699,883	717,380	197,422	8,008
7	1,500	0,500	72,6	651,403	667,688	197,401	7,959
8	1,400	0,600	67,2	603,330	618,413	197,379	7,908
9	1,300	0,700	61,9	555,686	569,579	197,355	7,854
10	1,200	0,800	56,7	508,491	521,203	197,330	7,797
11	1,100	0,900	51,4	461,760	473,304	197,302	7,736
12	1,000	1,000	46,3	415,522	425,910	197,272	7,672
13	0,900	1,100	41,2	369,812	379,057	197,239	7,602
14	0,800	1,200	36,2	324,659	332,775	197,203	7,526
15	0,700	1,300	31,2	280,106	287,109	197,162	7,441
16	0,600	1,400	26,3	236,221	242,126	197,115	7,345
17	0,500	1,500	21,5	193,069	197,896	197,060	7,233
18	0,400	1,600	16,8	150,784	154,554	196,993	7,098
19	0,300	1,700	12,2	109,524	112,262	196,910	6,922
20	0,200	1,800	7,8	69,619	71,359	196,792	6,673
21	0,100	1,900	3,5	31,713	32,506	196,597	6,210
22	0,034	1,966	1,0	8,975	9,200	196,333	5,315

Tank Calibrations - D.F. 11

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,053	0,000
2	1,034	14994,948
3	1,000	14833,432
4	0,947	14575,859
5	0,894	14304,188
6	0,841	14032,662
7	0,789	13755,851
8	0,736	13466,475
9	0,683	13164,028
10	0,631	12860,306
11	0,578	12550,922
12	0,526	12217,652
13	0,473	11876,639
14	0,421	11530,375
15	0,368	11147,646
16	0,316	10747,059
17	0,264	10311,151
18	0,211	9794,509
19	0,159	9183,253
20	0,107	8417,542
21	0,054	7206,025
22	0,019	5070,692



Tank Calibrations - D.F. 12

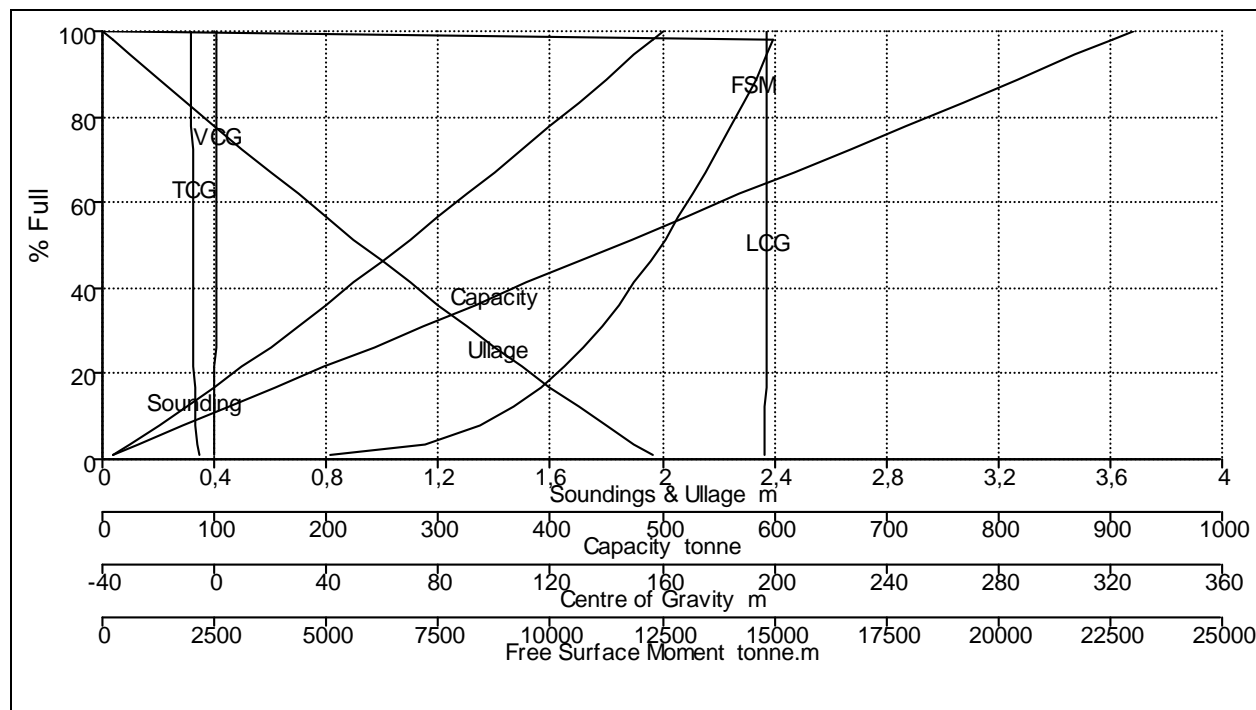
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	2,000	0,000	100,0	897,569	920,008	197,496	-8,186
2	1,964	0,036	98,0	879,525	901,513	197,489	-8,171
3	1,900	0,100	94,4	847,609	868,800	197,478	-8,144
4	1,800	0,200	88,9	797,998	817,948	197,461	-8,100
5	1,700	0,300	83,4	748,751	767,470	197,442	-8,055
6	1,600	0,400	78,0	699,883	717,380	197,422	-8,008
7	1,500	0,500	72,6	651,403	667,688	197,401	-7,959
8	1,400	0,600	67,2	603,330	618,413	197,379	-7,908
9	1,300	0,700	61,9	555,686	569,579	197,355	-7,854
10	1,200	0,800	56,7	508,491	521,203	197,330	-7,797
11	1,100	0,900	51,4	461,760	473,304	197,302	-7,736
12	1,000	1,000	46,3	415,522	425,910	197,272	-7,672
13	0,900	1,100	41,2	369,812	379,057	197,239	-7,602
14	0,800	1,200	36,2	324,659	332,775	197,203	-7,526
15	0,700	1,300	31,2	280,106	287,109	197,162	-7,441
16	0,600	1,400	26,3	236,221	242,126	197,115	-7,345
17	0,500	1,500	21,5	193,069	197,896	197,060	-7,233
18	0,400	1,600	16,8	150,784	154,554	196,993	-7,098
19	0,300	1,700	12,2	109,524	112,262	196,910	-6,922
20	0,200	1,800	7,8	69,619	71,359	196,792	-6,673
21	0,100	1,900	3,5	31,713	32,506	196,597	-6,210
22	0,034	1,966	1,0	8,975	9,200	196,333	-5,315

Tank Calibrations - D.F. 12

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	1,053	0,000
2	1,034	14994,948
3	1,000	14833,432
4	0,947	14575,859
5	0,894	14304,188
6	0,841	14032,662
7	0,789	13755,851
8	0,736	13466,475
9	0,683	13164,028
10	0,631	12860,306
11	0,578	12550,922
12	0,526	12217,652
13	0,473	11876,639
14	0,421	11530,375
15	0,368	11147,646
16	0,316	10747,059
17	0,264	10311,151
18	0,211	9794,509
19	0,159	9183,253
20	0,107	8417,542
21	0,054	7206,025
22	0,019	5070,692



Tank Calibrations - D.C. slop 1

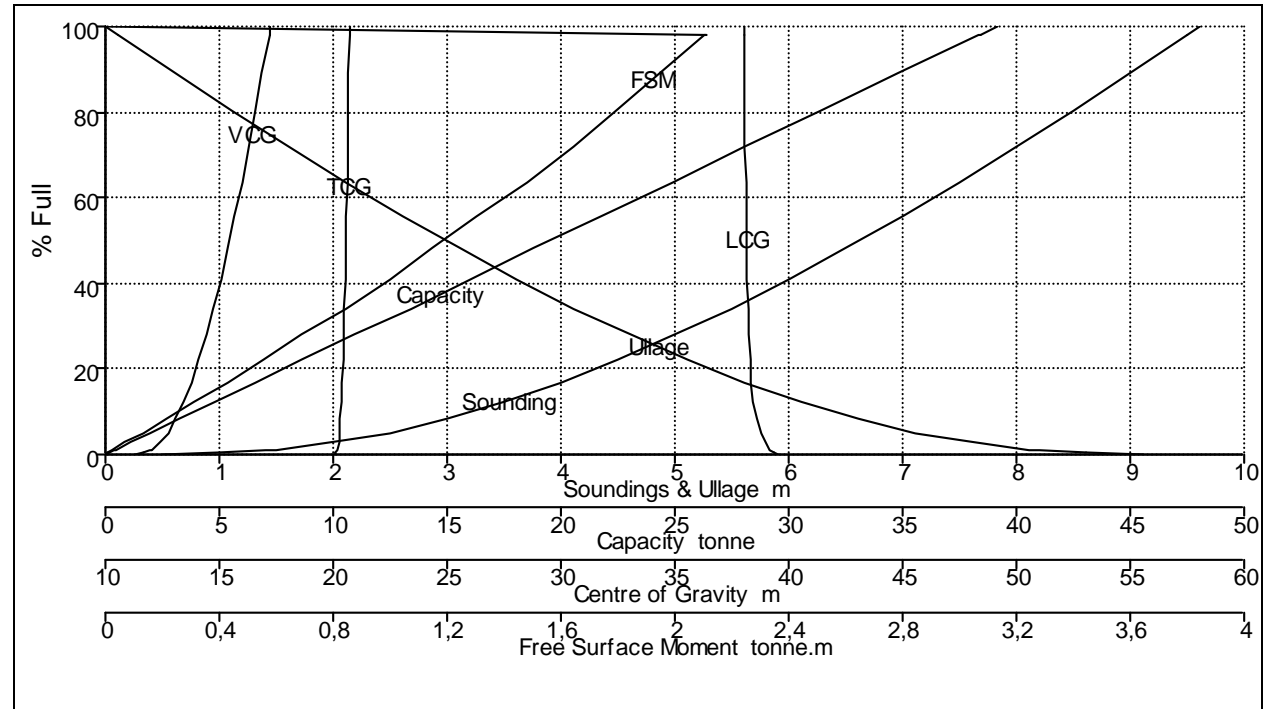
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1	9,607	0,000	100,0	38,196	39,151	38,052	20,719
2	9,500	0,107	98,0	37,446	38,382	38,055	20,715
3	9,497	0,110	98,0	37,426	38,362	38,055	20,715
4	9,000	0,607	89,0	34,005	34,855	38,066	20,694
5	8,500	1,107	80,3	30,661	31,427	38,079	20,672
6	8,000	1,607	71,8	27,414	28,099	38,094	20,648
7	7,500	2,107	63,5	24,268	24,875	38,111	20,623
8	7,000	2,607	55,7	21,256	21,787	38,131	20,597
9	6,500	3,107	48,1	18,382	18,841	38,154	20,569
10	6,000	3,607	41,0	15,646	16,037	38,182	20,539
11	5,500	4,107	34,2	13,056	13,382	38,216	20,507
12	5,000	4,607	27,9	10,652	10,919	38,257	20,473
13	4,500	5,107	22,1	8,441	8,652	38,308	20,438
14	4,000	5,607	16,8	6,425	6,586	38,376	20,399
15	3,500	6,107	12,2	4,656	4,772	38,465	20,360
16	3,000	6,607	8,2	3,148	3,226	38,586	20,320
17	2,500	7,107	5,0	1,925	1,973	38,751	20,278
18	2,000	7,607	2,7	1,041	1,067	38,936	20,236
19	1,500	8,107	1,2	0,457	0,469	39,137	20,186
20	1,407	8,200	1,0	0,381	0,391	39,174	20,176
21	1,000	8,607	0,4	0,144	0,147	39,329	20,133
22	0,500	9,107	0,0	0,018	0,019	39,534	20,068

Tank Calibrations - D.C. slop 1

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1	17,252	0,000
2	17,188	2,108
3	17,186	2,107
4	16,889	1,945
5	16,588	1,791
6	16,285	1,646
7	15,980	1,483
8	15,673	1,306
9	15,365	1,145
10	15,053	1,000
11	14,737	0,843
12	14,420	0,687
13	14,098	0,553
14	13,769	0,431
15	13,435	0,309
16	13,092	0,216
17	12,734	0,131
18	12,375	0,066
19	12,005	0,026
20	11,937	0,020
21	11,640	0,006
22	11,263	0,000



Tank Calibrations - D.C.slop 2

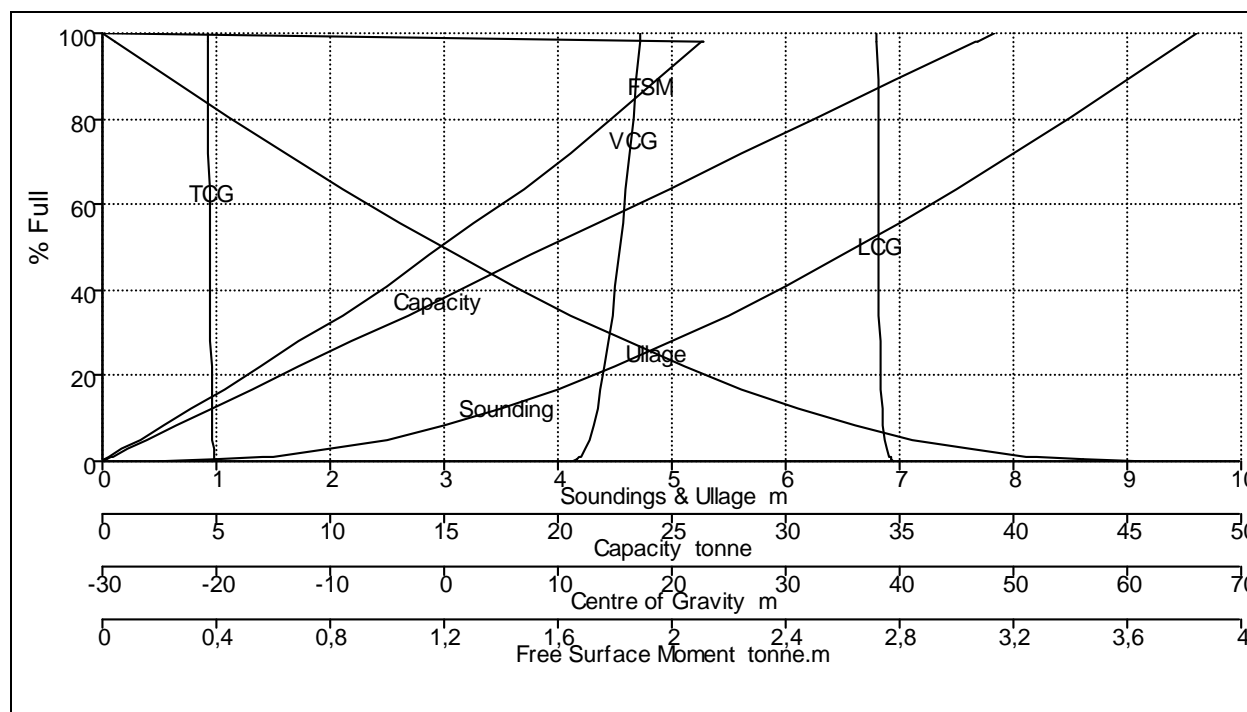
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
760	9,607	0,000	100,0	38,196	39,151	38,052	-20,719
761	9,500	0,107	98,0	37,446	38,382	38,055	-20,715
762	9,497	0,110	98,0	37,426	38,362	38,055	-20,715
763	9,000	0,607	89,0	34,005	34,855	38,066	-20,694
764	8,500	1,107	80,3	30,661	31,427	38,079	-20,672
765	8,000	1,607	71,8	27,414	28,099	38,094	-20,648
766	7,500	2,107	63,5	24,268	24,875	38,111	-20,623
767	7,000	2,607	55,7	21,256	21,787	38,131	-20,597
768	6,500	3,107	48,1	18,382	18,841	38,154	-20,569
769	6,000	3,607	41,0	15,646	16,037	38,182	-20,539
770	5,500	4,107	34,2	13,056	13,382	38,216	-20,507
771	5,000	4,607	27,9	10,652	10,919	38,257	-20,473
772	4,500	5,107	22,1	8,441	8,652	38,308	-20,438
773	4,000	5,607	16,8	6,425	6,586	38,376	-20,399
774	3,500	6,107	12,2	4,656	4,772	38,465	-20,360
775	3,000	6,607	8,2	3,148	3,226	38,586	-20,320
776	2,500	7,107	5,0	1,925	1,973	38,751	-20,278
777	2,000	7,607	2,7	1,041	1,067	38,936	-20,236
778	1,500	8,107	1,2	0,457	0,469	39,137	-20,186
779	1,407	8,200	1,0	0,381	0,391	39,174	-20,176
780	1,000	8,607	0,4	0,144	0,147	39,329	-20,133
781	0,500	9,107	0,0	0,018	0,019	39,534	-20,068

Tank Calibrations - D.C.slop 2

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
760	17,252	0,000
761	17,188	2,108
762	17,186	2,107
763	16,889	1,945
764	16,588	1,791
765	16,285	1,646
766	15,980	1,483
767	15,673	1,306
768	15,365	1,145
769	15,053	1,000
770	14,737	0,843
771	14,420	0,687
772	14,098	0,553
773	13,769	0,431
774	13,435	0,309
775	13,092	0,216
776	12,734	0,131
777	12,375	0,066
778	12,005	0,026
779	11,937	0,020
780	11,640	0,006
781	11,263	0,000



Tank Calibrations - D.C. 1

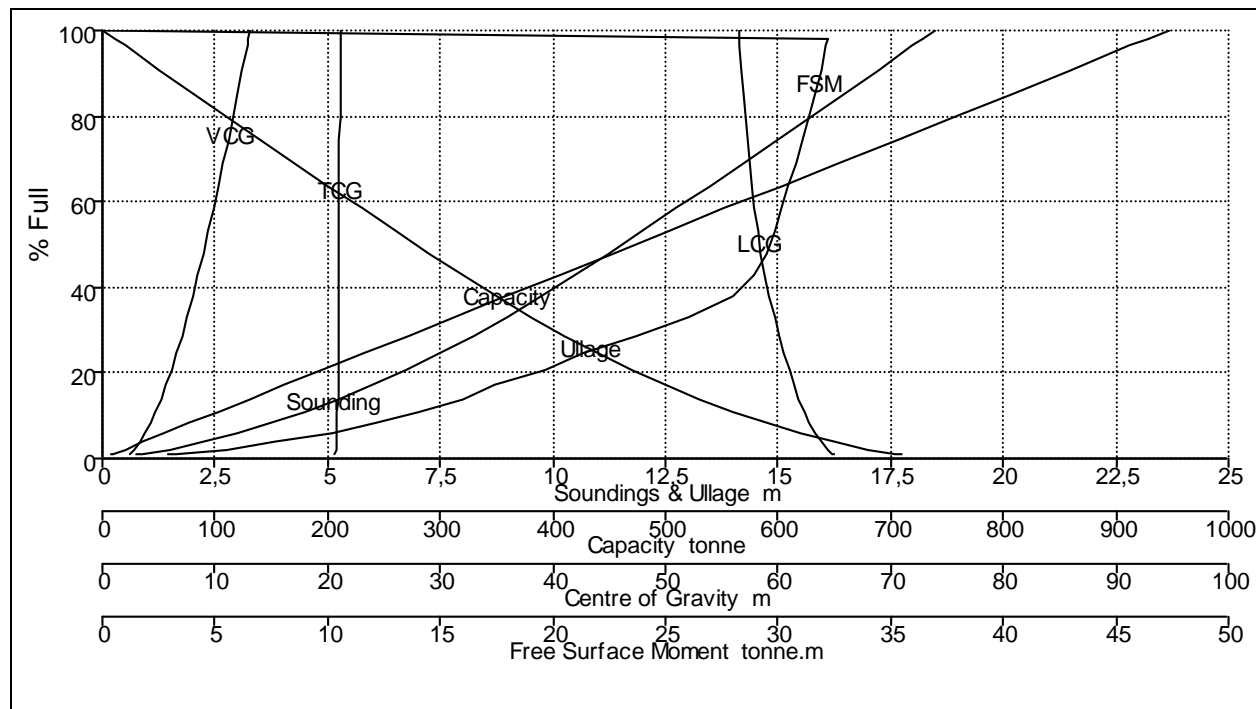
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
782	18,500	0,000	100,0	923,891	946,988	56,557	21,090
783	18,227	0,273	98,0	905,316	927,949	56,599	21,088
784	18,000	0,500	96,3	889,895	912,142	56,635	21,087
785	17,250	1,250	90,8	839,058	860,035	56,762	21,082
786	16,500	2,000	85,3	788,411	808,121	56,901	21,076
787	15,750	2,750	79,9	738,003	756,453	57,055	21,070
788	15,000	3,500	74,5	687,868	705,064	57,226	21,064
789	14,250	4,250	69,1	638,016	653,967	57,417	21,057
790	13,500	5,000	63,7	588,535	603,248	57,632	21,049
791	12,750	5,750	58,4	539,449	552,935	57,875	21,040
792	12,000	6,500	53,1	490,870	503,142	58,151	21,031
793	11,250	7,250	47,9	442,882	453,954	58,468	21,020
794	10,500	8,000	42,8	395,690	405,582	58,830	21,008
795	9,750	8,750	37,9	349,719	358,462	59,239	20,995
796	9,000	9,500	33,1	305,687	313,329	59,680	20,980
797	8,250	10,250	28,6	264,375	270,985	60,129	20,966
798	7,500	11,000	24,5	226,035	231,686	60,571	20,951
799	6,750	11,750	20,6	190,519	195,282	61,014	20,935
800	6,000	12,500	17,1	157,829	161,775	61,449	20,918
801	5,250	13,250	13,8	127,846	131,042	61,883	20,899
802	4,500	14,000	10,9	100,391	102,900	62,337	20,878
803	3,750	14,750	8,2	75,802	77,697	62,779	20,849
804	3,000	15,500	5,8	53,746	55,090	63,286	20,816
805	2,250	16,250	3,8	34,887	35,759	63,792	20,769
806	1,500	17,000	2,1	19,226	19,707	64,392	20,711
807	0,874	17,626	1,0	9,224	9,455	64,860	20,643
808	0,750	17,750	0,8	7,567	7,756	64,947	20,628

Tank Calibrations - D.C. 1

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
782	13,106	0,000
783	12,957	32,225
784	12,833	32,148
785	12,422	31,902
786	12,007	31,662
787	11,589	31,353
788	11,168	31,073
789	10,741	30,778
790	10,309	30,459
791	9,871	30,157
792	9,425	29,822
793	8,970	29,470
794	8,504	28,960
795	8,028	27,963
796	7,546	26,023
797	7,064	23,713
798	6,586	21,363
799	6,112	19,625
800	5,642	17,443
801	5,176	16,013
802	4,709	14,072
803	4,248	12,175
804	3,783	10,198
805	3,321	7,694
806	2,858	5,521
807	2,484	3,254
808	2,412	2,917



Tank Calibrations - D.C. 2

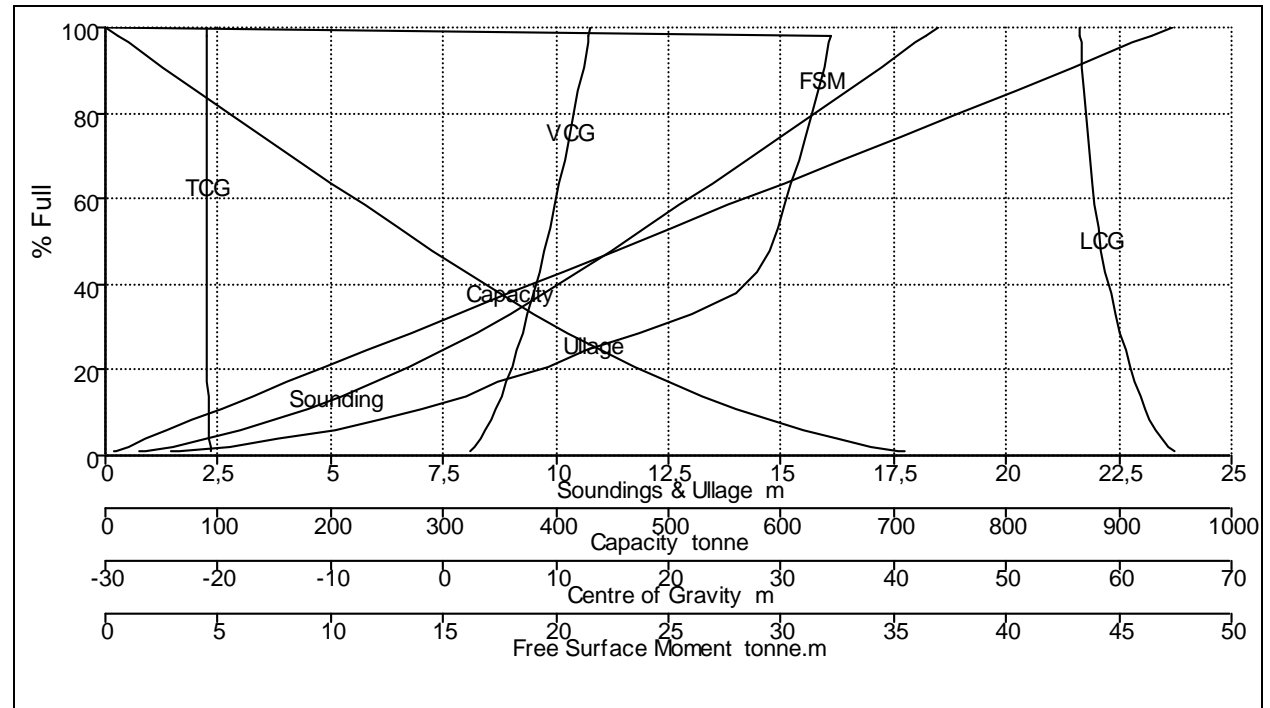
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
809	18,500	0,000	100,0	923,891	946,988	56,557	-21,090
810	18,227	0,273	98,0	905,316	927,949	56,599	-21,088
811	18,000	0,500	96,3	889,895	912,142	56,635	-21,087
812	17,250	1,250	90,8	839,058	860,035	56,762	-21,082
813	16,500	2,000	85,3	788,411	808,121	56,901	-21,076
814	15,750	2,750	79,9	738,003	756,453	57,055	-21,070
815	15,000	3,500	74,5	687,868	705,064	57,226	-21,064
816	14,250	4,250	69,1	638,016	653,967	57,417	-21,057
817	13,500	5,000	63,7	588,535	603,248	57,632	-21,049
818	12,750	5,750	58,4	539,449	552,935	57,875	-21,040
819	12,000	6,500	53,1	490,870	503,142	58,151	-21,031
820	11,250	7,250	47,9	442,882	453,954	58,468	-21,020
821	10,500	8,000	42,8	395,690	405,582	58,830	-21,008
822	9,750	8,750	37,9	349,719	358,462	59,239	-20,995
823	9,000	9,500	33,1	305,687	313,329	59,680	-20,980
824	8,250	10,250	28,6	264,375	270,985	60,129	-20,966
825	7,500	11,000	24,5	226,035	231,686	60,571	-20,951
826	6,750	11,750	20,6	190,519	195,282	61,014	-20,935
827	6,000	12,500	17,1	157,829	161,775	61,449	-20,918
828	5,250	13,250	13,8	127,846	131,042	61,883	-20,899
829	4,500	14,000	10,9	100,391	102,900	62,337	-20,878
830	3,750	14,750	8,2	75,802	77,697	62,779	-20,849
831	3,000	15,500	5,8	53,746	55,090	63,286	-20,816
832	2,250	16,250	3,8	34,887	35,759	63,792	-20,769
833	1,500	17,000	2,1	19,226	19,707	64,392	-20,711
834	0,874	17,626	1,0	9,224	9,455	64,860	-20,643
835	0,750	17,750	0,8	7,567	7,756	64,947	-20,628

Tank Calibrations - D.C. 2

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
809	13,106	0,000
810	12,957	32,225
811	12,833	32,148
812	12,422	31,902
813	12,007	31,662
814	11,589	31,353
815	11,168	31,073
816	10,741	30,778
817	10,309	30,459
818	9,871	30,157
819	9,425	29,822
820	8,970	29,470
821	8,504	28,960
822	8,028	27,963
823	7,546	26,023
824	7,064	23,713
825	6,586	21,363
826	6,112	19,625
827	5,642	17,443
828	5,176	16,013
829	4,709	14,072
830	4,248	12,175
831	3,783	10,198
832	3,321	7,694
833	2,858	5,521
834	2,484	3,254
835	2,412	2,917



Tank Calibrations - D.C. 3

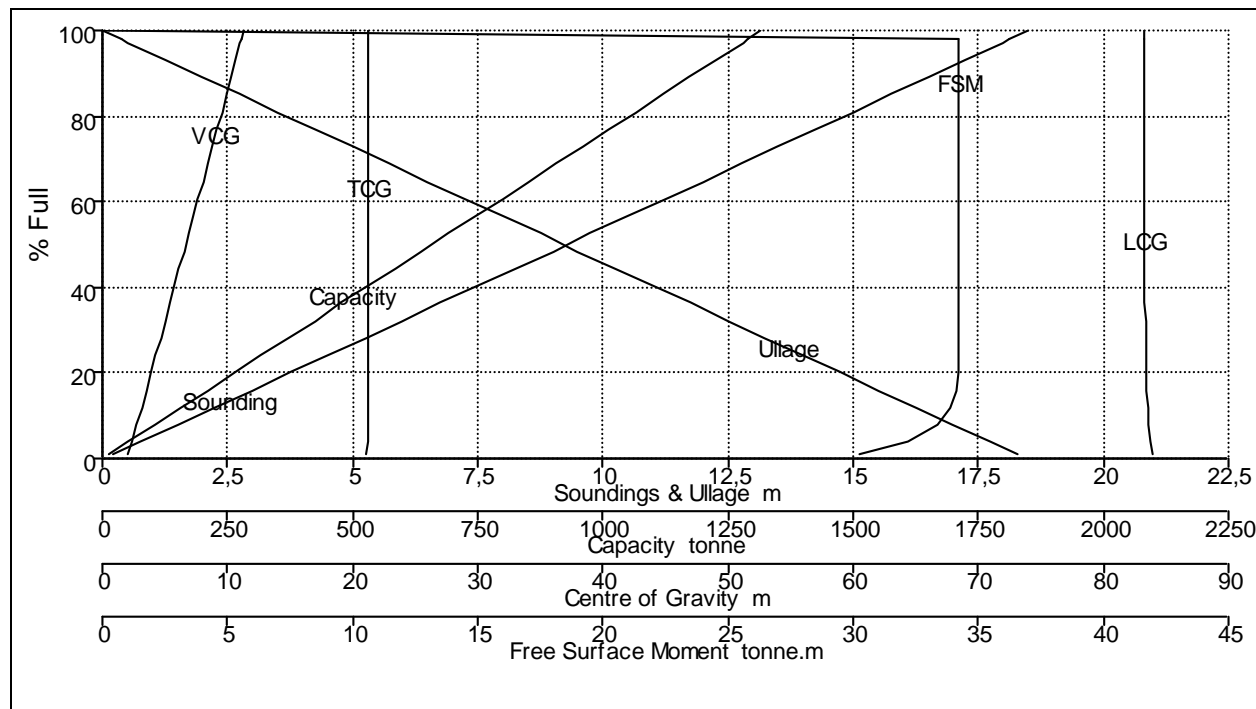
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
836	18,500	0,000	100,0	1283,898	1315,996	83,283	21,197
837	18,128	0,372	98,0	1258,017	1289,468	83,284	21,197
838	18,000	0,500	97,3	1249,098	1280,326	83,284	21,197
839	17,250	1,250	93,2	1196,898	1226,821	83,285	21,197
840	16,500	2,000	89,2	1144,698	1173,316	83,287	21,197
841	15,750	2,750	85,1	1092,498	1119,811	83,289	21,197
842	15,000	3,500	81,0	1040,298	1066,306	83,291	21,196
843	14,250	4,250	77,0	988,098	1012,801	83,293	21,196
844	13,500	5,000	72,9	935,898	959,296	83,295	21,196
845	12,750	5,750	68,8	883,698	905,791	83,298	21,196
846	12,000	6,500	64,8	831,498	852,286	83,301	21,195
847	11,250	7,250	60,7	779,298	798,781	83,304	21,195
848	10,500	8,000	56,6	727,098	745,276	83,308	21,195
849	9,750	8,750	52,6	674,898	691,771	83,313	21,194
850	9,000	9,500	48,5	622,698	638,266	83,318	21,194
851	8,250	10,250	44,4	570,498	584,761	83,324	21,193
852	7,500	11,000	40,4	518,298	531,256	83,332	21,193
853	6,750	11,750	36,3	466,098	477,751	83,341	21,192
854	6,000	12,500	32,2	413,898	424,246	83,352	21,191
855	5,250	13,250	28,2	361,698	370,741	83,367	21,189
856	4,500	14,000	24,1	309,498	317,236	83,387	21,188
857	3,750	14,750	20,0	257,301	263,733	83,415	21,185
858	3,000	15,500	16,0	205,133	210,262	83,454	21,182
859	2,250	16,250	11,9	153,070	156,897	83,512	21,176
860	1,500	17,000	7,9	101,217	103,747	83,603	21,168
861	0,750	17,750	3,9	49,882	51,129	83,756	21,154
862	0,196	18,304	1,0	12,798	13,118	83,946	21,136

Tank Calibrations - D.C. 3

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
836	11,275	0,000
837	11,089	34,243
838	11,024	34,243
839	10,649	34,243
840	10,274	34,243
841	9,899	34,243
842	9,524	34,243
843	9,149	34,243
844	8,774	34,243
845	8,399	34,243
846	8,023	34,243
847	7,648	34,243
848	7,273	34,243
849	6,898	34,243
850	6,522	34,243
851	6,147	34,243
852	5,771	34,243
853	5,396	34,243
854	5,020	34,243
855	4,644	34,243
856	4,268	34,243
857	3,891	34,220
858	3,514	34,113
859	3,136	33,858
860	2,757	33,333
861	2,378	32,181
862	2,098	30,264



Tank Calibrations - D.C. 4

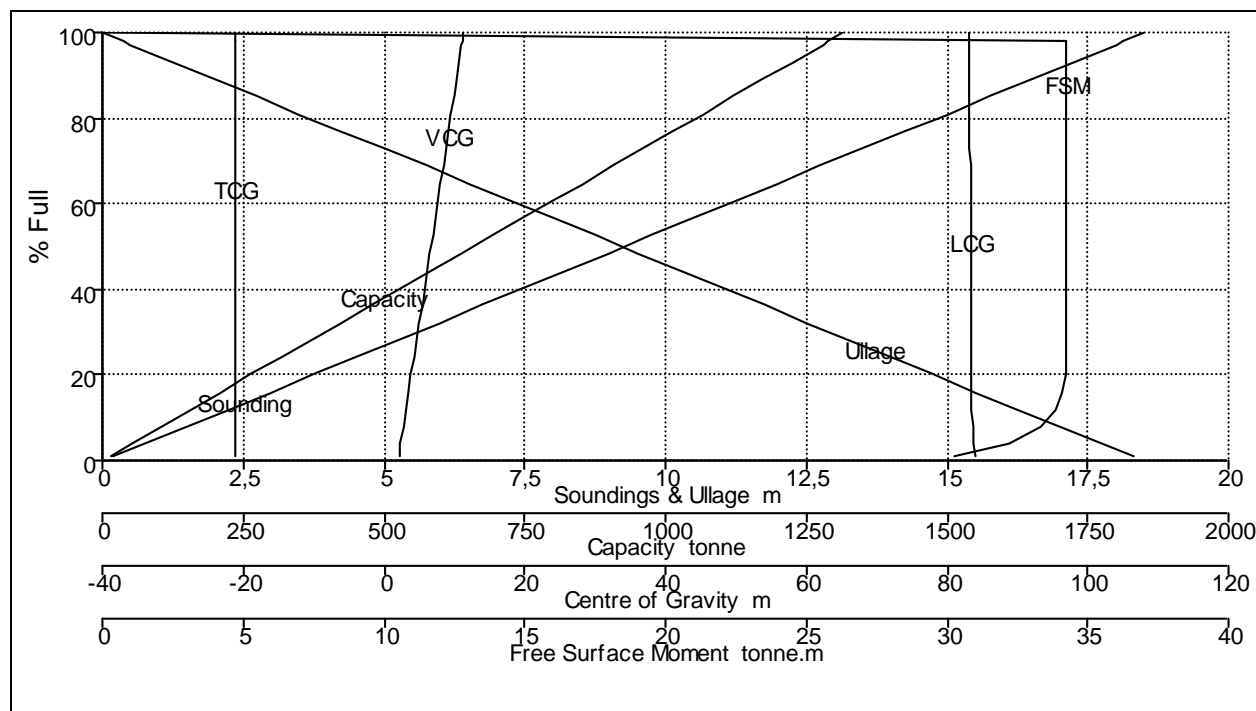
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
863	18,500	0,000	100,0	1283,898	1315,996	83,283	-21,197
864	18,128	0,372	98,0	1258,017	1289,468	83,284	-21,197
865	18,000	0,500	97,3	1249,098	1280,326	83,284	-21,197
866	17,250	1,250	93,2	1196,898	1226,821	83,285	-21,197
867	16,500	2,000	89,2	1144,698	1173,316	83,287	-21,197
868	15,750	2,750	85,1	1092,498	1119,811	83,289	-21,197
869	15,000	3,500	81,0	1040,298	1066,306	83,291	-21,196
870	14,250	4,250	77,0	988,098	1012,801	83,293	-21,196
871	13,500	5,000	72,9	935,898	959,296	83,295	-21,196
872	12,750	5,750	68,8	883,698	905,791	83,298	-21,196
873	12,000	6,500	64,8	831,498	852,286	83,301	-21,195
874	11,250	7,250	60,7	779,298	798,781	83,304	-21,195
875	10,500	8,000	56,6	727,098	745,276	83,308	-21,195
876	9,750	8,750	52,6	674,898	691,771	83,313	-21,194
877	9,000	9,500	48,5	622,698	638,266	83,318	-21,194
878	8,250	10,250	44,4	570,498	584,761	83,324	-21,193
879	7,500	11,000	40,4	518,298	531,256	83,332	-21,193
880	6,750	11,750	36,3	466,098	477,751	83,341	-21,192
881	6,000	12,500	32,2	413,898	424,246	83,352	-21,191
882	5,250	13,250	28,2	361,698	370,741	83,367	-21,189
883	4,500	14,000	24,1	309,498	317,236	83,387	-21,188
884	3,750	14,750	20,0	257,301	263,733	83,415	-21,185
885	3,000	15,500	16,0	205,133	210,262	83,454	-21,182
886	2,250	16,250	11,9	153,070	156,897	83,512	-21,176
887	1,500	17,000	7,9	101,217	103,747	83,603	-21,168
888	0,750	17,750	3,9	49,882	51,129	83,756	-21,154
889	0,196	18,304	1,0	12,798	13,118	83,946	-21,136

Tank Calibrations - D.C. 4

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
863	11,275	0,000
864	11,089	34,243
865	11,024	34,243
866	10,649	34,243
867	10,274	34,243
868	9,899	34,243
869	9,524	34,243
870	9,149	34,243
871	8,774	34,243
872	8,399	34,243
873	8,023	34,243
874	7,648	34,243
875	7,273	34,243
876	6,898	34,243
877	6,522	34,243
878	6,147	34,243
879	5,771	34,243
880	5,396	34,243
881	5,020	34,243
882	4,644	34,243
883	4,268	34,243
884	3,891	34,220
885	3,514	34,113
886	3,136	33,858
887	2,757	33,333
888	2,378	32,181
889	2,098	30,264



Tank Calibrations - D.C. 5

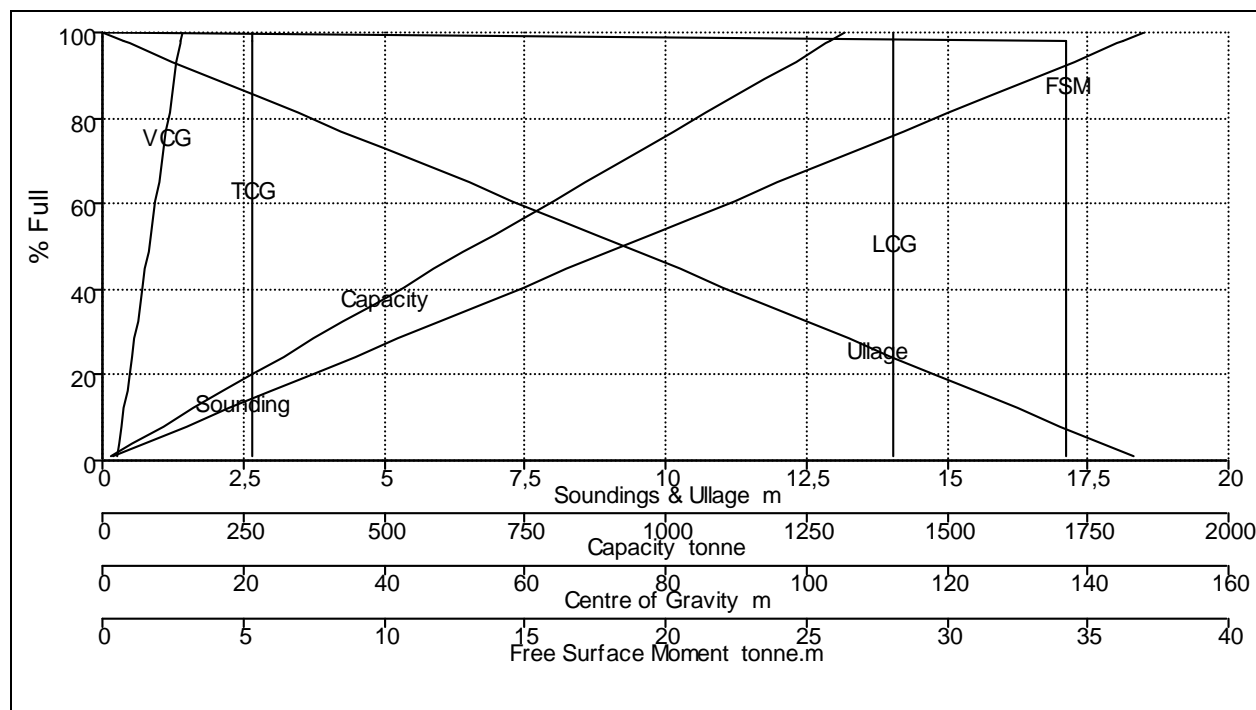
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
890	18,500	0,000	100,0	1287,600	1319,790	112,250	21,200
891	18,128	0,372	98,0	1261,719	1293,262	112,250	21,200
892	18,000	0,500	97,3	1252,800	1284,120	112,250	21,200
893	17,250	1,250	93,2	1200,600	1230,615	112,250	21,200
894	16,500	2,000	89,2	1148,400	1177,110	112,250	21,200
895	15,750	2,750	85,1	1096,200	1123,605	112,250	21,200
896	15,000	3,500	81,1	1044,000	1070,100	112,250	21,200
897	14,250	4,250	77,0	991,800	1016,595	112,250	21,200
898	13,500	5,000	73,0	939,600	963,090	112,250	21,200
899	12,750	5,750	68,9	887,400	909,585	112,250	21,200
900	12,000	6,500	64,9	835,200	856,080	112,250	21,200
901	11,250	7,250	60,8	783,000	802,575	112,250	21,200
902	10,500	8,000	56,8	730,800	749,070	112,250	21,200
903	9,750	8,750	52,7	678,600	695,565	112,250	21,200
904	9,000	9,500	48,6	626,400	642,060	112,250	21,200
905	8,250	10,250	44,6	574,200	588,555	112,250	21,200
906	7,500	11,000	40,5	522,000	535,050	112,250	21,200
907	6,750	11,750	36,5	469,800	481,545	112,250	21,200
908	6,000	12,500	32,4	417,600	428,040	112,250	21,200
909	5,250	13,250	28,4	365,400	374,535	112,250	21,200
910	4,500	14,000	24,3	313,200	321,030	112,250	21,200
911	3,750	14,750	20,3	261,000	267,525	112,250	21,200
912	3,000	15,500	16,2	208,800	214,020	112,250	21,200
913	2,250	16,250	12,2	156,600	160,515	112,250	21,200
914	1,500	17,000	8,1	104,400	107,010	112,250	21,200
915	0,750	17,750	4,1	52,200	53,505	112,250	21,200
916	0,185	18,315	1,0	12,876	13,198	112,250	21,200

Tank Calibrations - D.C. 5

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
890	11,250	0,000
891	11,064	34,243
892	11,000	34,243
893	10,625	34,243
894	10,250	34,243
895	9,875	34,243
896	9,500	34,243
897	9,125	34,243
898	8,750	34,243
899	8,375	34,243
900	8,000	34,243
901	7,625	34,243
902	7,250	34,243
903	6,875	34,243
904	6,500	34,243
905	6,125	34,243
906	5,750	34,243
907	5,375	34,243
908	5,000	34,243
909	4,625	34,243
910	4,250	34,243
911	3,875	34,243
912	3,500	34,243
913	3,125	34,243
914	2,750	34,243
915	2,375	34,243
916	2,092	34,243



Tank Calibrations - D.C. 6

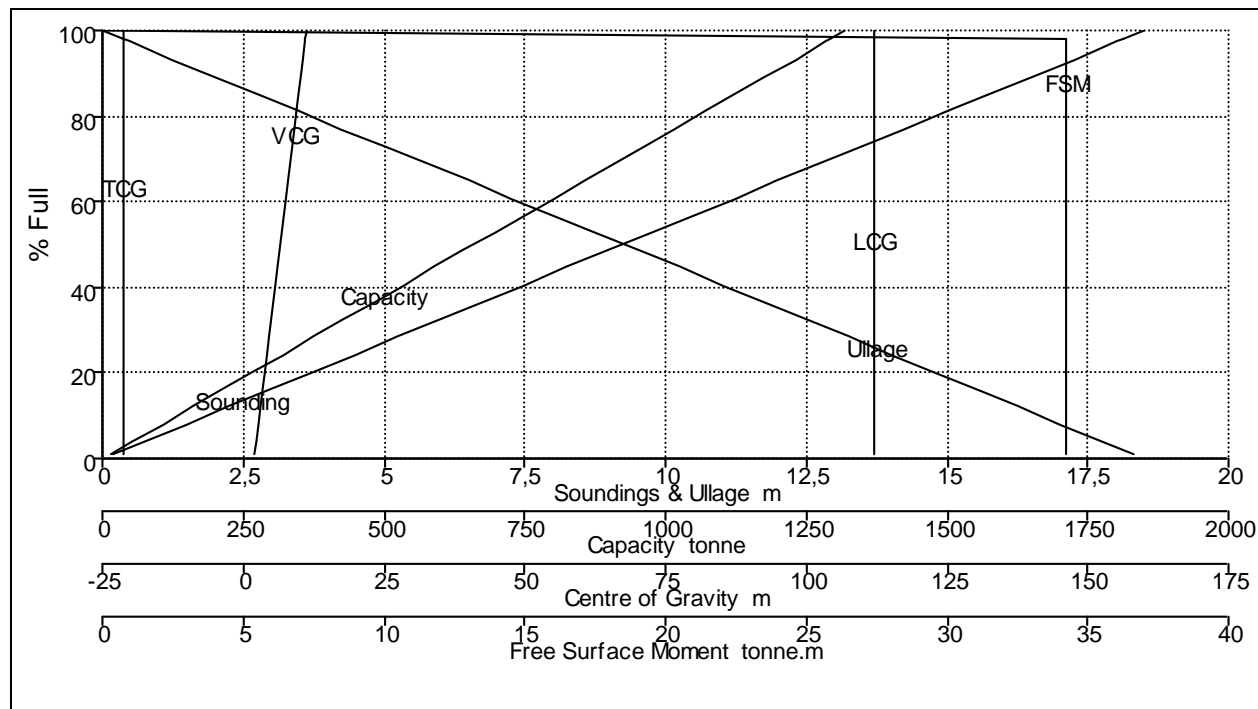
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
917	18,500	0,000	100,0	1287,600	1319,790	112,250	-21,200
918	18,128	0,372	98,0	1261,719	1293,262	112,250	-21,200
919	18,000	0,500	97,3	1252,800	1284,120	112,250	-21,200
920	17,250	1,250	93,2	1200,600	1230,615	112,250	-21,200
921	16,500	2,000	89,2	1148,400	1177,110	112,250	-21,200
922	15,750	2,750	85,1	1096,200	1123,605	112,250	-21,200
923	15,000	3,500	81,1	1044,000	1070,100	112,250	-21,200
924	14,250	4,250	77,0	991,800	1016,595	112,250	-21,200
925	13,500	5,000	73,0	939,600	963,090	112,250	-21,200
926	12,750	5,750	68,9	887,400	909,585	112,250	-21,200
927	12,000	6,500	64,9	835,200	856,080	112,250	-21,200
928	11,250	7,250	60,8	783,000	802,575	112,250	-21,200
929	10,500	8,000	56,8	730,800	749,070	112,250	-21,200
930	9,750	8,750	52,7	678,600	695,565	112,250	-21,200
931	9,000	9,500	48,6	626,400	642,060	112,250	-21,200
932	8,250	10,250	44,6	574,200	588,555	112,250	-21,200
933	7,500	11,000	40,5	522,000	535,050	112,250	-21,200
934	6,750	11,750	36,5	469,800	481,545	112,250	-21,200
935	6,000	12,500	32,4	417,600	428,040	112,250	-21,200
936	5,250	13,250	28,4	365,400	374,535	112,250	-21,200
937	4,500	14,000	24,3	313,200	321,030	112,250	-21,200
938	3,750	14,750	20,3	261,000	267,525	112,250	-21,200
939	3,000	15,500	16,2	208,800	214,020	112,250	-21,200
940	2,250	16,250	12,2	156,600	160,515	112,250	-21,200
941	1,500	17,000	8,1	104,400	107,010	112,250	-21,200
942	0,750	17,750	4,1	52,200	53,505	112,250	-21,200
943	0,185	18,315	1,0	12,876	13,198	112,250	-21,200

Tank Calibrations - D.C. 6

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
917	11,250	0,000
918	11,064	34,243
919	11,000	34,243
920	10,625	34,243
921	10,250	34,243
922	9,875	34,243
923	9,500	34,243
924	9,125	34,243
925	8,750	34,243
926	8,375	34,243
927	8,000	34,243
928	7,625	34,243
929	7,250	34,243
930	6,875	34,243
931	6,500	34,243
932	6,125	34,243
933	5,750	34,243
934	5,375	34,243
935	5,000	34,243
936	4,625	34,243
937	4,250	34,243
938	3,875	34,243
939	3,500	34,243
940	3,125	34,243
941	2,750	34,243
942	2,375	34,243
943	2,092	34,243



Tank Calibrations - D.C. 7

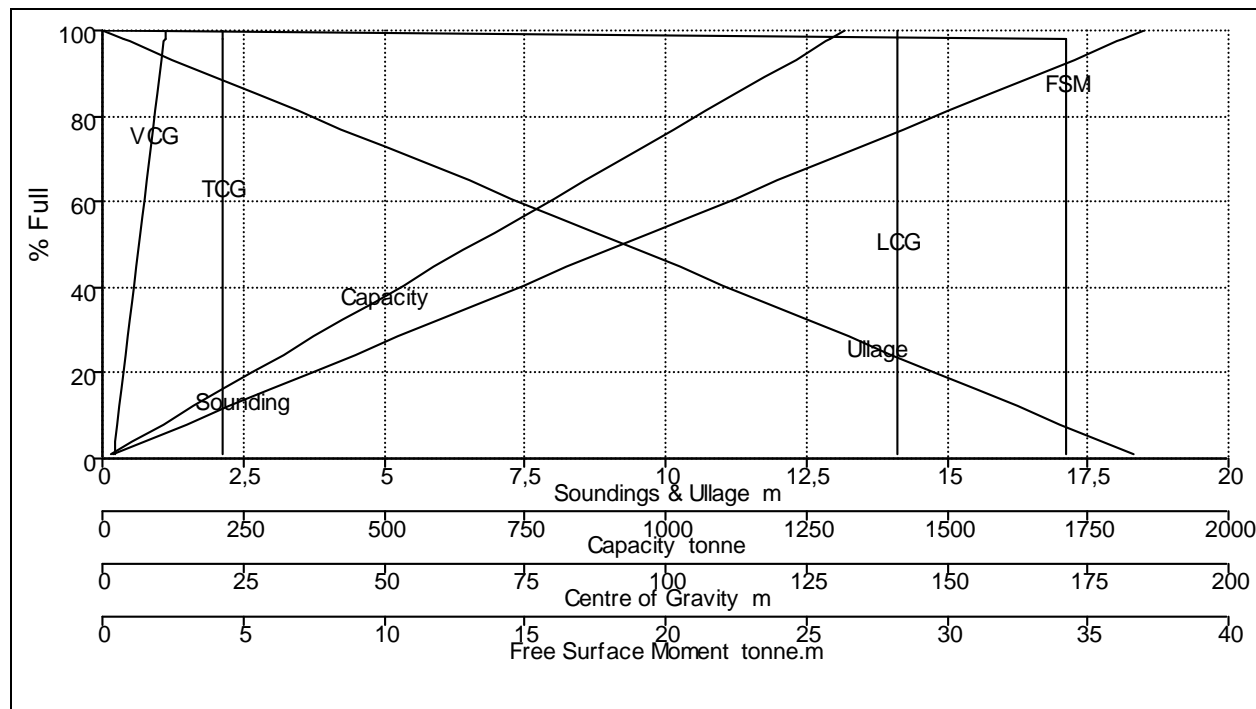
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
944	18,500	0,000	100,0	1287,600	1319,790	141,250	21,200
945	18,128	0,372	98,0	1261,719	1293,262	141,250	21,200
946	18,000	0,500	97,3	1252,800	1284,120	141,250	21,200
947	17,250	1,250	93,2	1200,600	1230,615	141,250	21,200
948	16,500	2,000	89,2	1148,400	1177,110	141,250	21,200
949	15,750	2,750	85,1	1096,200	1123,605	141,250	21,200
950	15,000	3,500	81,1	1044,000	1070,100	141,250	21,200
951	14,250	4,250	77,0	991,800	1016,595	141,250	21,200
952	13,500	5,000	73,0	939,600	963,090	141,250	21,200
953	12,750	5,750	68,9	887,400	909,585	141,250	21,200
954	12,000	6,500	64,9	835,200	856,080	141,250	21,200
955	11,250	7,250	60,8	783,000	802,575	141,250	21,200
956	10,500	8,000	56,8	730,800	749,070	141,250	21,200
957	9,750	8,750	52,7	678,600	695,565	141,250	21,200
958	9,000	9,500	48,6	626,400	642,060	141,250	21,200
959	8,250	10,250	44,6	574,200	588,555	141,250	21,200
960	7,500	11,000	40,5	522,000	535,050	141,250	21,200
961	6,750	11,750	36,5	469,800	481,545	141,250	21,200
962	6,000	12,500	32,4	417,600	428,040	141,250	21,200
963	5,250	13,250	28,4	365,400	374,535	141,250	21,200
964	4,500	14,000	24,3	313,200	321,030	141,250	21,200
965	3,750	14,750	20,3	261,000	267,525	141,250	21,200
966	3,000	15,500	16,2	208,800	214,020	141,250	21,200
967	2,250	16,250	12,2	156,600	160,515	141,250	21,200
968	1,500	17,000	8,1	104,400	107,010	141,250	21,200
969	0,750	17,750	4,1	52,200	53,505	141,250	21,200
970	0,185	18,315	1,0	12,876	13,198	141,250	21,200

Tank Calibrations - D.C. 7

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
944	11,250	0,000
945	11,064	34,243
946	11,000	34,243
947	10,625	34,243
948	10,250	34,243
949	9,875	34,243
950	9,500	34,243
951	9,125	34,243
952	8,750	34,243
953	8,375	34,243
954	8,000	34,243
955	7,625	34,243
956	7,250	34,243
957	6,875	34,243
958	6,500	34,243
959	6,125	34,243
960	5,750	34,243
961	5,375	34,243
962	5,000	34,243
963	4,625	34,243
964	4,250	34,243
965	3,875	34,243
966	3,500	34,243
967	3,125	34,243
968	2,750	34,243
969	2,375	34,243
970	2,092	34,243



Tank Calibrations - D.C. 8

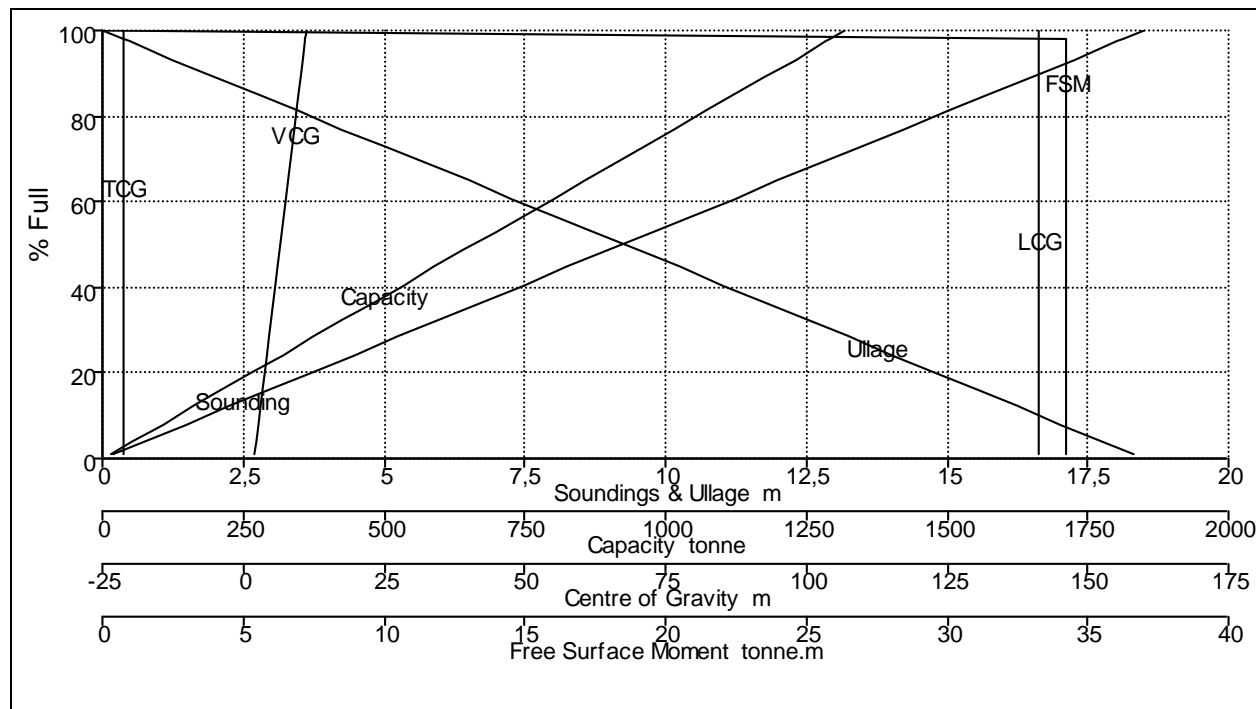
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
971	18,500	0,000	100,0	1287,600	1319,790	141,250	-21,200
972	18,128	0,372	98,0	1261,719	1293,262	141,250	-21,200
973	18,000	0,500	97,3	1252,800	1284,120	141,250	-21,200
974	17,250	1,250	93,2	1200,600	1230,615	141,250	-21,200
975	16,500	2,000	89,2	1148,400	1177,110	141,250	-21,200
976	15,750	2,750	85,1	1096,200	1123,605	141,250	-21,200
977	15,000	3,500	81,1	1044,000	1070,100	141,250	-21,200
978	14,250	4,250	77,0	991,800	1016,595	141,250	-21,200
979	13,500	5,000	73,0	939,600	963,090	141,250	-21,200
980	12,750	5,750	68,9	887,400	909,585	141,250	-21,200
981	12,000	6,500	64,9	835,200	856,080	141,250	-21,200
982	11,250	7,250	60,8	783,000	802,575	141,250	-21,200
983	10,500	8,000	56,8	730,800	749,070	141,250	-21,200
984	9,750	8,750	52,7	678,600	695,565	141,250	-21,200
985	9,000	9,500	48,6	626,400	642,060	141,250	-21,200
986	8,250	10,250	44,6	574,200	588,555	141,250	-21,200
987	7,500	11,000	40,5	522,000	535,050	141,250	-21,200
988	6,750	11,750	36,5	469,800	481,545	141,250	-21,200
989	6,000	12,500	32,4	417,600	428,040	141,250	-21,200
990	5,250	13,250	28,4	365,400	374,535	141,250	-21,200
991	4,500	14,000	24,3	313,200	321,030	141,250	-21,200
992	3,750	14,750	20,3	261,000	267,525	141,250	-21,200
993	3,000	15,500	16,2	208,800	214,020	141,250	-21,200
994	2,250	16,250	12,2	156,600	160,515	141,250	-21,200
995	1,500	17,000	8,1	104,400	107,010	141,250	-21,200
996	0,750	17,750	4,1	52,200	53,505	141,250	-21,200
997	0,185	18,315	1,0	12,876	13,198	141,250	-21,200

Tank Calibrations - D.C. 8

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
971	11,250	0,000
972	11,064	34,243
973	11,000	34,243
974	10,625	34,243
975	10,250	34,243
976	9,875	34,243
977	9,500	34,243
978	9,125	34,243
979	8,750	34,243
980	8,375	34,243
981	8,000	34,243
982	7,625	34,243
983	7,250	34,243
984	6,875	34,243
985	6,500	34,243
986	6,125	34,243
987	5,750	34,243
988	5,375	34,243
989	5,000	34,243
990	4,625	34,243
991	4,250	34,243
992	3,875	34,243
993	3,500	34,243
994	3,125	34,243
995	2,750	34,243
996	2,375	34,243
997	2,092	34,243



Tank Calibrations - D.C. 9

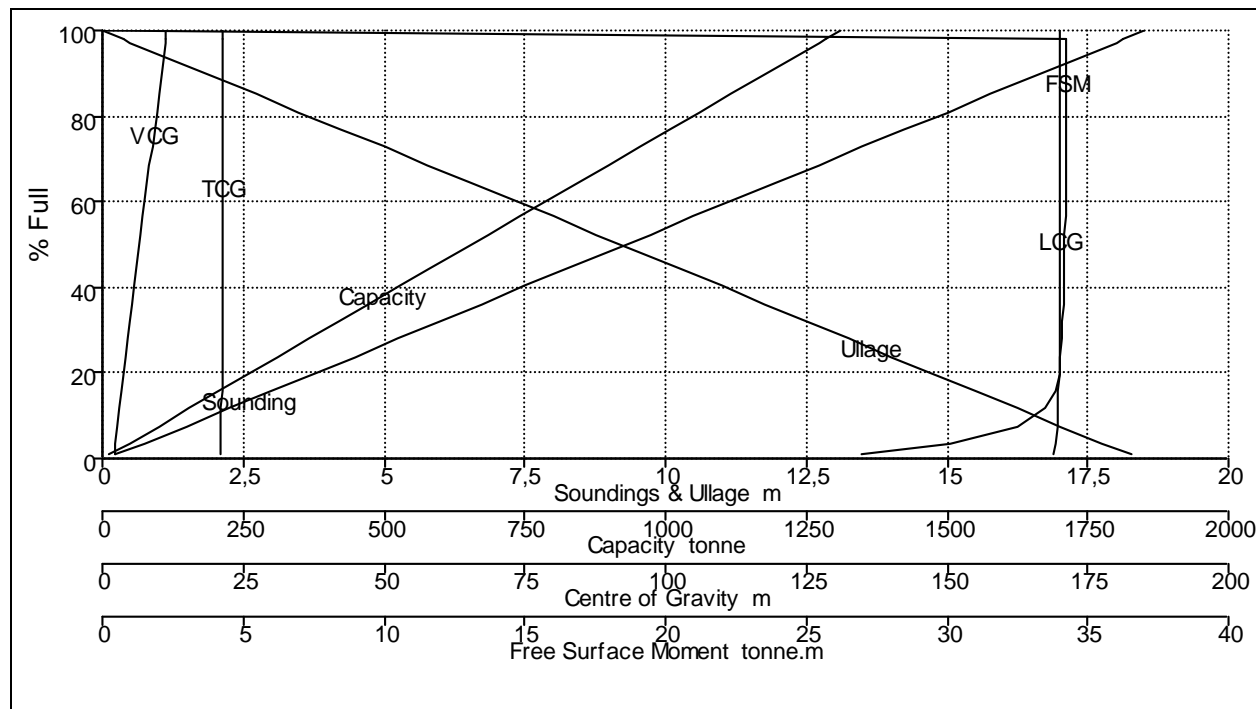
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
998	18,500	0,000	100,0	1278,959	1310,933	170,179	21,194
999	18,131	0,369	98,0	1253,252	1284,583	170,177	21,193
1000	18,000	0,500	97,3	1244,159	1275,263	170,177	21,193
1001	17,250	1,250	93,2	1191,959	1221,758	170,173	21,193
1002	16,500	2,000	89,1	1139,759	1168,253	170,170	21,193
1003	15,750	2,750	85,0	1087,559	1114,748	170,166	21,192
1004	15,000	3,500	81,0	1035,359	1061,243	170,162	21,192
1005	14,250	4,250	76,9	983,160	1007,738	170,157	21,192
1006	13,500	5,000	72,8	930,961	954,235	170,152	21,191
1007	12,750	5,750	68,7	878,767	900,736	170,146	21,191
1008	12,000	6,500	64,6	826,578	847,242	170,140	21,190
1009	11,250	7,250	60,5	774,394	793,754	170,133	21,189
1010	10,500	8,000	56,5	722,214	740,269	170,125	21,189
1011	9,750	8,750	52,4	670,039	686,790	170,116	21,188
1012	9,000	9,500	48,3	617,868	633,315	170,105	21,187
1013	8,250	10,250	44,2	565,703	579,845	170,092	21,186
1014	7,500	11,000	40,2	513,543	526,381	170,077	21,184
1015	6,750	11,750	36,1	461,392	472,927	170,059	21,183
1016	6,000	12,500	32,0	409,254	419,485	170,037	21,181
1017	5,250	13,250	27,9	357,131	366,059	170,009	21,178
1018	4,500	14,000	23,8	305,025	312,651	169,972	21,175
1019	3,750	14,750	19,8	252,945	259,268	169,920	21,170
1020	3,000	15,500	15,7	200,911	205,933	169,846	21,163
1021	2,250	16,250	11,7	149,002	152,727	169,730	21,153
1022	1,500	17,000	7,6	97,516	99,954	169,545	21,136
1023	0,750	17,750	3,7	47,231	48,412	169,249	21,108
1024	0,210	18,290	1,0	12,771	13,090	168,947	21,078

Tank Calibrations - D.C. 9

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
998	11,305	0,000
999	11,120	34,243
1000	11,054	34,243
1001	10,679	34,243
1002	10,304	34,243
1003	9,928	34,243
1004	9,553	34,243
1005	9,177	34,242
1006	8,802	34,238
1007	8,426	34,226
1008	8,051	34,217
1009	7,675	34,208
1010	7,299	34,200
1011	6,924	34,191
1012	6,548	34,182
1013	6,172	34,172
1014	5,795	34,161
1015	5,419	34,138
1016	5,043	34,111
1017	4,666	34,082
1018	4,288	34,043
1019	3,910	33,989
1020	3,531	33,872
1021	3,149	33,486
1022	2,766	32,496
1023	2,381	30,131
1024	2,106	26,992



Tank Calibrations - D.C. 10

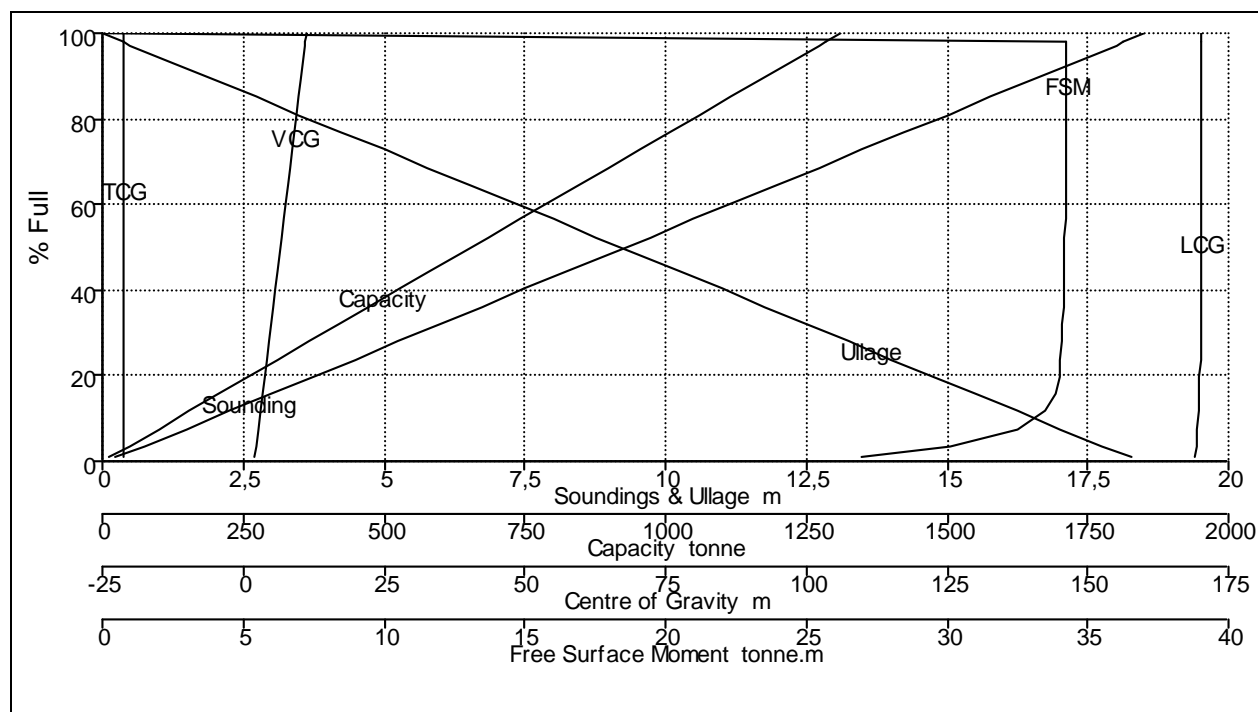
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1025	18,500	0,000	100,0	1278,959	1310,933	170,179	-21,194
1026	18,131	0,369	98,0	1253,252	1284,583	170,177	-21,193
1027	18,000	0,500	97,3	1244,159	1275,263	170,177	-21,193
1028	17,250	1,250	93,2	1191,959	1221,758	170,173	-21,193
1029	16,500	2,000	89,1	1139,759	1168,253	170,170	-21,193
1030	15,750	2,750	85,0	1087,559	1114,748	170,166	-21,192
1031	15,000	3,500	81,0	1035,359	1061,243	170,162	-21,192
1032	14,250	4,250	76,9	983,160	1007,738	170,157	-21,192
1033	13,500	5,000	72,8	930,961	954,235	170,152	-21,191
1034	12,750	5,750	68,7	878,767	900,736	170,146	-21,191
1035	12,000	6,500	64,6	826,578	847,242	170,140	-21,190
1036	11,250	7,250	60,5	774,394	793,754	170,133	-21,189
1037	10,500	8,000	56,5	722,214	740,269	170,125	-21,189
1038	9,750	8,750	52,4	670,039	686,790	170,116	-21,188
1039	9,000	9,500	48,3	617,868	633,315	170,105	-21,187
1040	8,250	10,250	44,2	565,703	579,845	170,092	-21,186
1041	7,500	11,000	40,2	513,543	526,381	170,077	-21,184
1042	6,750	11,750	36,1	461,392	472,927	170,059	-21,183
1043	6,000	12,500	32,0	409,254	419,485	170,037	-21,181
1044	5,250	13,250	27,9	357,131	366,059	170,009	-21,178
1045	4,500	14,000	23,8	305,025	312,651	169,972	-21,175
1046	3,750	14,750	19,8	252,945	259,268	169,920	-21,170
1047	3,000	15,500	15,7	200,911	205,933	169,846	-21,163
1048	2,250	16,250	11,7	149,002	152,727	169,730	-21,153
1049	1,500	17,000	7,6	97,516	99,954	169,545	-21,136
1050	0,750	17,750	3,7	47,231	48,412	169,249	-21,108
1051	0,210	18,290	1,0	12,771	13,090	168,947	-21,078

Tank Calibrations - D.C. 10

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1025	11,305	0,000
1026	11,120	34,243
1027	11,054	34,243
1028	10,679	34,243
1029	10,304	34,243
1030	9,928	34,243
1031	9,553	34,243
1032	9,177	34,242
1033	8,802	34,238
1034	8,426	34,226
1035	8,051	34,217
1036	7,675	34,208
1037	7,299	34,200
1038	6,924	34,191
1039	6,548	34,182
1040	6,172	34,172
1041	5,795	34,161
1042	5,419	34,138
1043	5,043	34,111
1044	4,666	34,082
1045	4,288	34,043
1046	3,910	33,989
1047	3,531	33,872
1048	3,149	33,486
1049	2,766	32,496
1050	2,381	30,131
1051	2,106	26,992



Tank Calibrations - D.C. 11

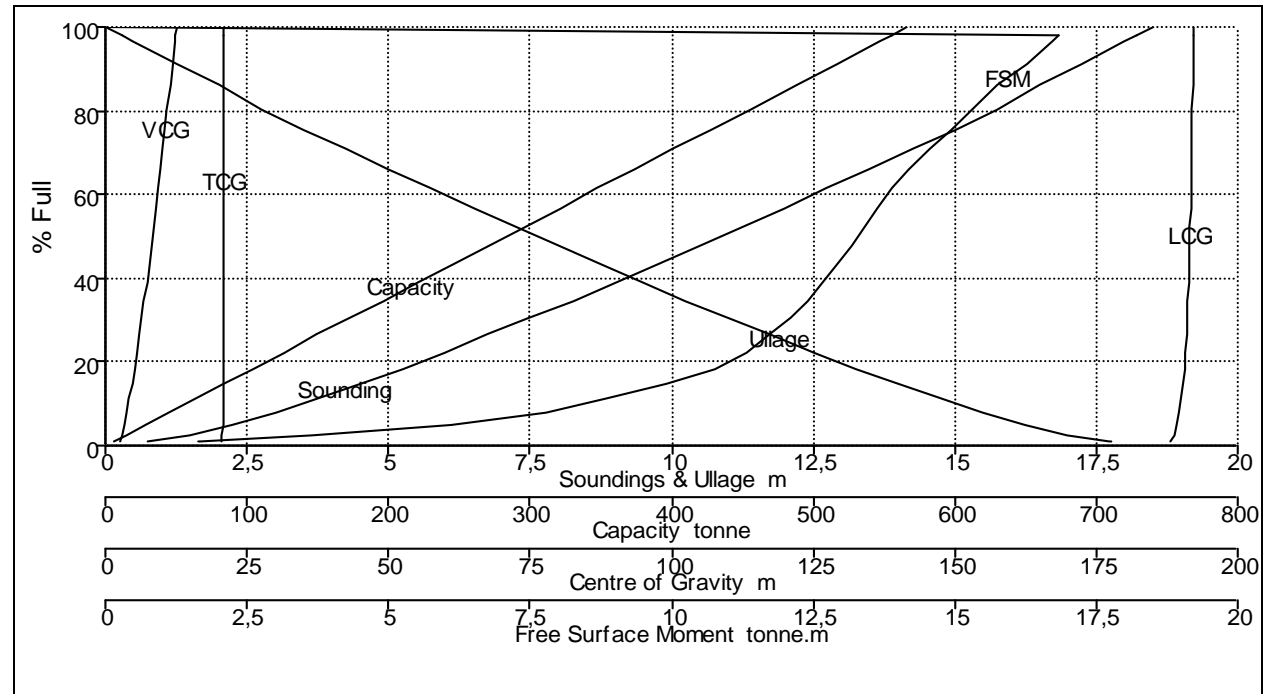
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1052	18,500	0,000	100,0	552,600	566,415	192,271	20,972
1053	18,215	0,285	98,0	541,482	555,019	192,248	20,970
1054	18,000	0,500	96,5	533,124	546,452	192,231	20,969
1055	17,250	1,250	91,3	504,312	516,920	192,172	20,964
1056	16,500	2,000	86,1	476,007	487,907	192,113	20,959
1057	15,750	2,750	80,4	444,265	455,371	191,952	20,959
1058	15,000	3,500	75,5	417,324	427,757	191,896	20,954
1059	14,250	4,250	70,7	390,794	400,564	191,839	20,948
1060	13,500	5,000	66,0	364,690	373,807	191,779	20,943
1061	12,750	5,750	61,3	338,986	347,460	191,717	20,938
1062	12,000	6,500	56,8	313,614	321,454	191,649	20,933
1063	11,250	7,250	52,2	288,555	295,769	191,576	20,928
1064	10,500	8,000	47,7	263,816	270,411	191,495	20,922
1065	9,750	8,750	43,3	239,413	245,398	191,407	20,916
1066	9,000	9,500	39,0	215,367	220,751	191,307	20,909
1067	8,250	10,250	34,7	191,705	196,498	191,196	20,901
1068	7,500	11,000	30,5	168,463	172,675	191,068	20,892
1069	6,750	11,750	26,4	145,694	149,337	190,920	20,882
1070	6,000	12,500	22,3	123,481	126,568	190,747	20,869
1071	5,250	13,250	18,5	101,958	104,506	190,545	20,852
1072	4,500	14,000	14,7	81,350	83,383	190,315	20,828
1073	3,750	14,750	11,2	61,980	63,530	190,067	20,794
1074	3,000	15,500	8,0	43,935	45,034	189,746	20,748
1075	2,250	16,250	5,0	27,854	28,550	189,304	20,688
1076	1,500	17,000	2,7	14,763	15,132	188,754	20,610
1077	0,760	17,740	1,0	5,506	5,644	188,207	20,507
1078	0,750	17,750	1,0	5,403	5,538	188,197	20,505

Tank Calibrations - D.C. 11

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1052	12,526	0,000
1053	12,365	16,835
1054	12,243	16,710
1055	11,822	16,257
1056	11,402	15,749
1057	10,965	15,294
1058	10,551	14,934
1059	10,138	14,569
1060	9,728	14,203
1061	9,318	13,889
1062	8,909	13,642
1063	8,500	13,406
1064	8,089	13,169
1065	7,678	12,923
1066	7,265	12,666
1067	6,850	12,389
1068	6,432	12,088
1069	6,012	11,746
1070	5,586	11,325
1071	5,155	10,756
1072	4,719	9,911
1073	4,278	8,861
1074	3,825	7,792
1075	3,358	6,094
1076	2,883	3,632
1077	2,431	1,674
1078	2,425	1,652



Tank Calibrations - D.C. 12

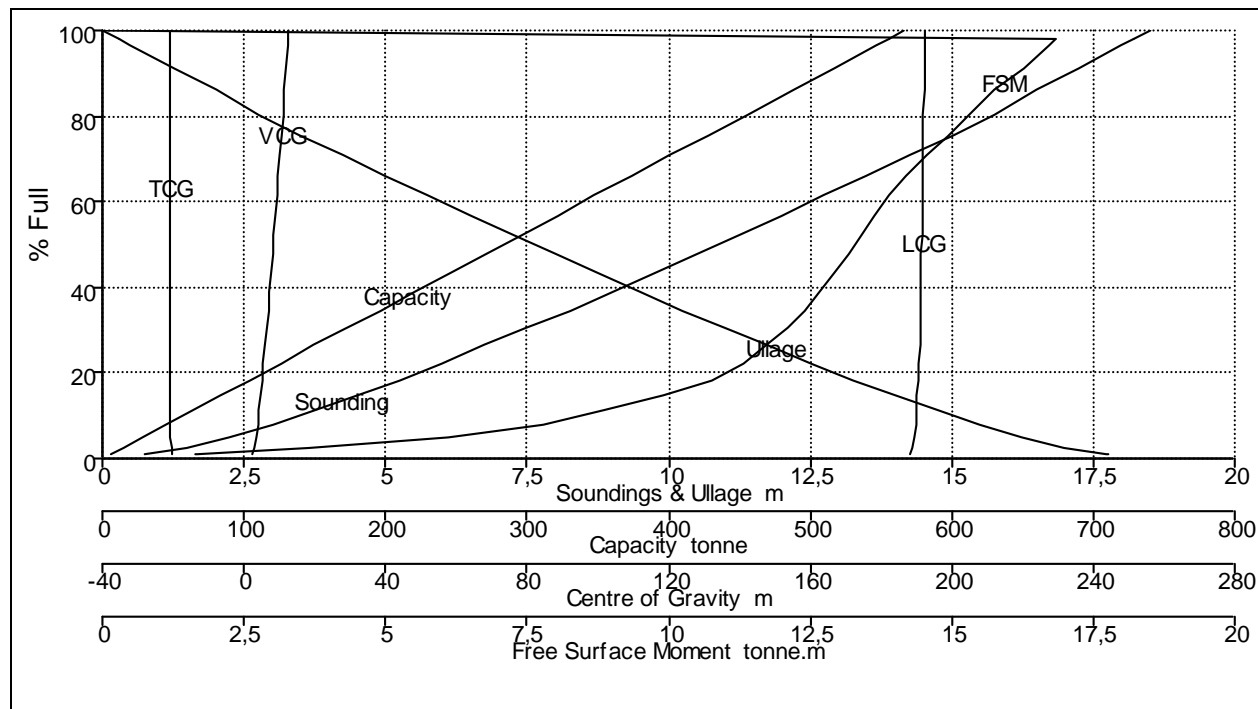
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1079	18,500	0,000	100,0	552,600	566,415	192,271	-20,972
1080	18,215	0,285	98,0	541,482	555,019	192,248	-20,970
1081	18,000	0,500	96,5	533,124	546,452	192,231	-20,969
1082	17,250	1,250	91,3	504,312	516,920	192,172	-20,964
1083	16,500	2,000	86,1	476,007	487,907	192,113	-20,959
1084	15,750	2,750	80,4	444,265	455,371	191,952	-20,959
1085	15,000	3,500	75,5	417,324	427,757	191,896	-20,954
1086	14,250	4,250	70,7	390,794	400,564	191,839	-20,948
1087	13,500	5,000	66,0	364,690	373,807	191,779	-20,943
1088	12,750	5,750	61,3	338,986	347,460	191,717	-20,938
1089	12,000	6,500	56,8	313,614	321,454	191,649	-20,933
1090	11,250	7,250	52,2	288,555	295,769	191,576	-20,928
1091	10,500	8,000	47,7	263,816	270,411	191,495	-20,922
1092	9,750	8,750	43,3	239,413	245,398	191,407	-20,916
1093	9,000	9,500	39,0	215,367	220,751	191,307	-20,909
1094	8,250	10,250	34,7	191,705	196,498	191,196	-20,901
1095	7,500	11,000	30,5	168,463	172,675	191,068	-20,892
1096	6,750	11,750	26,4	145,694	149,337	190,920	-20,882
1097	6,000	12,500	22,3	123,481	126,568	190,747	-20,869
1098	5,250	13,250	18,5	101,958	104,506	190,545	-20,852
1099	4,500	14,000	14,7	81,350	83,383	190,315	-20,828
1100	3,750	14,750	11,2	61,980	63,530	190,067	-20,794
1101	3,000	15,500	8,0	43,935	45,034	189,746	-20,748
1102	2,250	16,250	5,0	27,854	28,550	189,304	-20,688
1103	1,500	17,000	2,7	14,763	15,132	188,754	-20,610
1104	0,760	17,740	1,0	5,506	5,644	188,207	-20,507
1105	0,750	17,750	1,0	5,403	5,538	188,197	-20,505

Tank Calibrations - D.C. 12

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1079	12,526	0,000
1080	12,365	16,835
1081	12,243	16,710
1082	11,822	16,257
1083	11,402	15,749
1084	10,965	15,294
1085	10,551	14,934
1086	10,138	14,569
1087	9,728	14,203
1088	9,318	13,889
1089	8,909	13,642
1090	8,500	13,406
1091	8,089	13,169
1092	7,678	12,923
1093	7,265	12,666
1094	6,850	12,389
1095	6,432	12,088
1096	6,012	11,746
1097	5,586	11,325
1098	5,155	10,756
1099	4,719	9,911
1100	4,278	8,861
1101	3,825	7,792
1102	3,358	6,094
1103	2,883	3,632
1104	2,431	1,674
1105	2,425	1,652



Tank Calibrations - D.F.CM 1

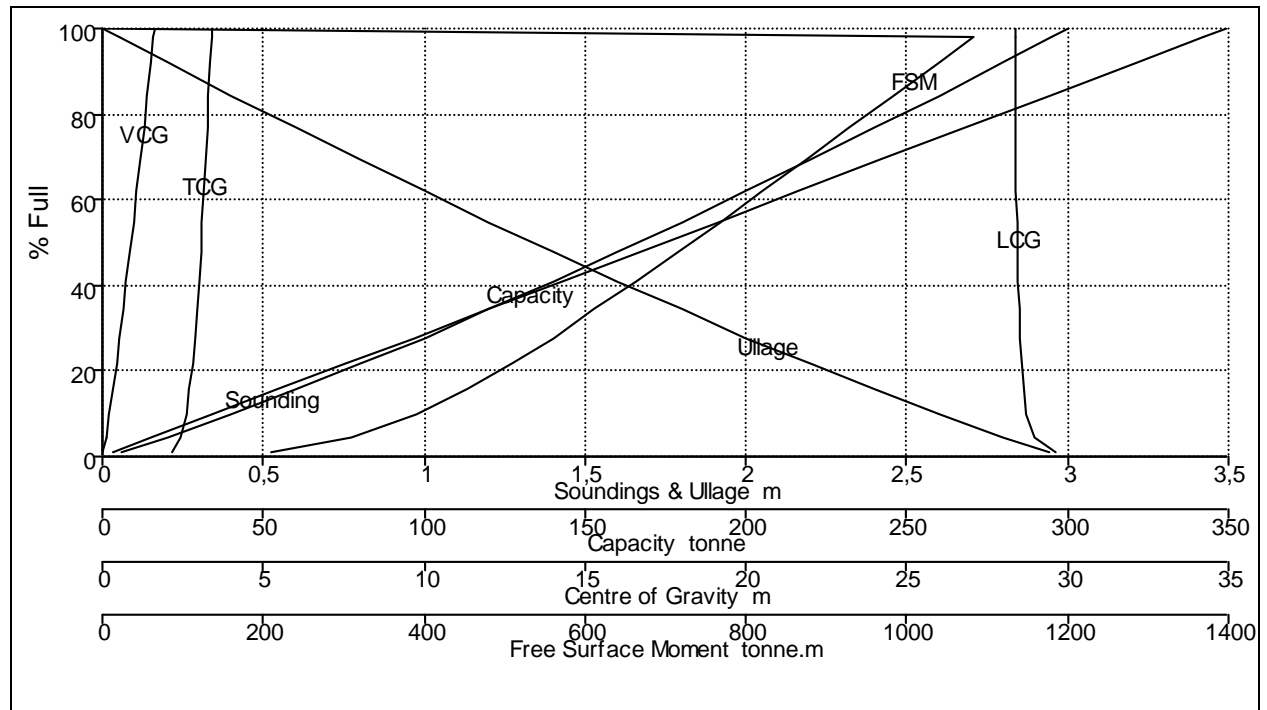
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1106	3,000	0,000	100,0	340,566	349,080	28,379	3,394
1107	2,949	0,051	98,0	333,718	342,061	28,379	3,383
1108	2,800	0,200	92,1	313,744	321,587	28,383	3,350
1109	2,600	0,400	84,4	287,373	294,558	28,388	3,304
1110	2,400	0,600	76,8	261,474	268,011	28,394	3,258
1111	2,200	0,800	69,3	236,053	241,955	28,402	3,211
1112	2,000	1,000	62,0	211,127	216,406	28,412	3,162
1113	1,800	1,200	54,8	186,721	191,389	28,425	3,111
1114	1,600	1,400	47,8	162,849	166,921	28,440	3,057
1115	1,400	1,600	41,0	139,548	143,037	28,460	3,001
1116	1,200	1,800	34,3	116,846	119,767	28,484	2,941
1117	1,000	2,000	27,8	94,788	97,157	28,516	2,876
1118	0,800	2,200	21,6	73,432	75,268	28,560	2,803
1119	0,600	2,400	15,5	52,876	54,198	28,625	2,717
1120	0,400	2,600	9,8	33,275	34,107	28,734	2,610
1121	0,200	2,800	4,4	14,995	15,370	28,980	2,450
1122	0,057	2,943	1,0	3,405	3,490	29,614	2,194

Tank Calibrations - D.F.CM 1

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1106	1,618	0,000
1107	1,590	1081,634
1108	1,508	1039,719
1109	1,399	983,698
1110	1,289	928,333
1111	1,181	874,522
1112	1,072	820,307
1113	0,964	767,757
1114	0,856	714,990
1115	0,748	663,638
1116	0,641	611,795
1117	0,534	560,076
1118	0,427	508,055
1119	0,321	452,393
1120	0,214	389,709
1121	0,108	308,922
1122	0,031	209,614



Tank Calibrations - D.F.CM 2

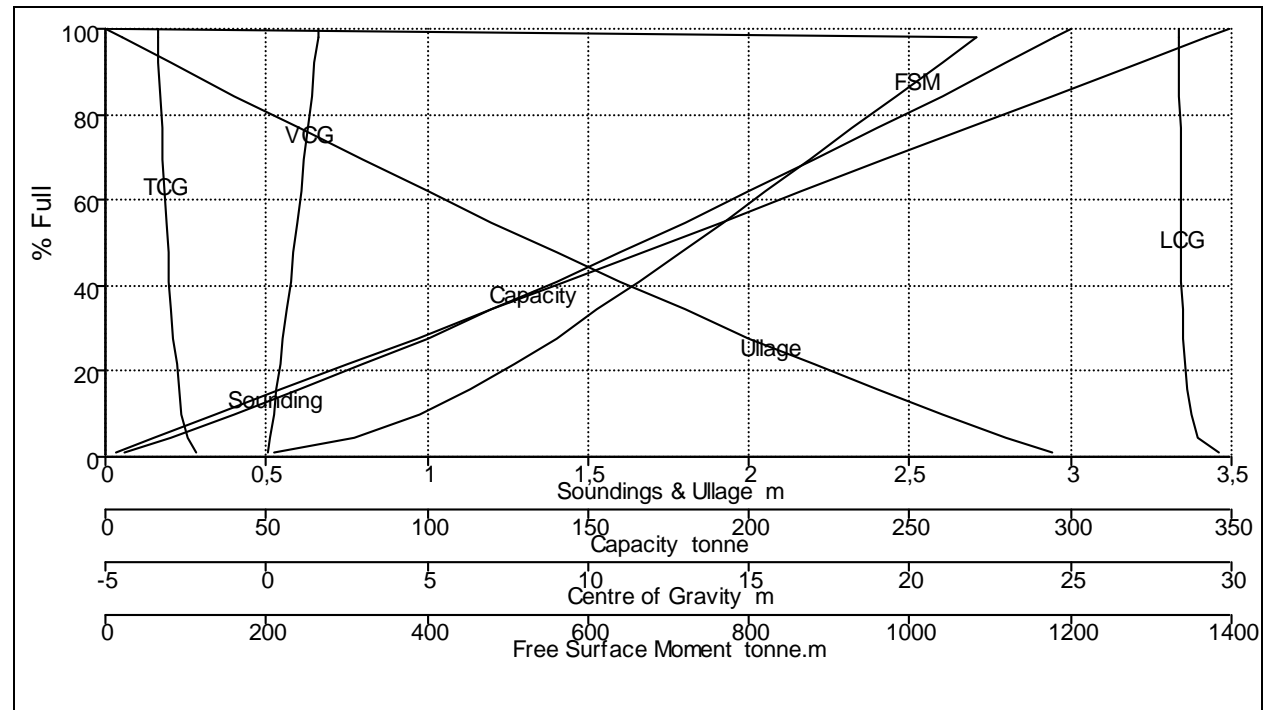
Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1123	3,000	0,000	100,0	340,566	349,080	28,379	-3,394
1124	2,949	0,051	98,0	333,718	342,061	28,379	-3,383
1125	2,800	0,200	92,1	313,744	321,587	28,383	-3,350
1126	2,600	0,400	84,4	287,373	294,558	28,388	-3,304
1127	2,400	0,600	76,8	261,474	268,011	28,394	-3,258
1128	2,200	0,800	69,3	236,053	241,955	28,402	-3,211
1129	2,000	1,000	62,0	211,127	216,406	28,412	-3,162
1130	1,800	1,200	54,8	186,721	191,389	28,425	-3,111
1131	1,600	1,400	47,8	162,849	166,921	28,440	-3,057
1132	1,400	1,600	41,0	139,548	143,037	28,460	-3,001
1133	1,200	1,800	34,3	116,846	119,767	28,484	-2,941
1134	1,000	2,000	27,8	94,788	97,157	28,516	-2,876
1135	0,800	2,200	21,6	73,432	75,268	28,560	-2,803
1136	0,600	2,400	15,5	52,876	54,198	28,625	-2,717
1137	0,400	2,600	9,8	33,275	34,107	28,734	-2,610
1138	0,200	2,800	4,4	14,995	15,370	28,980	-2,450
1139	0,057	2,943	1,0	3,405	3,490	29,614	-2,194

Tank Calibrations - D.F.CM 2

Fluid Type = Specific Gravity = 1,025
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1123	1,618	0,000
1124	1,590	1081,634
1125	1,508	1039,719
1126	1,399	983,698
1127	1,289	928,333
1128	1,181	874,522
1129	1,072	820,307
1130	0,964	767,757
1131	0,856	714,990
1132	0,748	663,638
1133	0,641	611,795
1134	0,534	560,076
1135	0,427	508,055
1136	0,321	452,393
1137	0,214	389,709
1138	0,108	308,922
1139	0,031	209,614



Tank Calibrations - Aceite

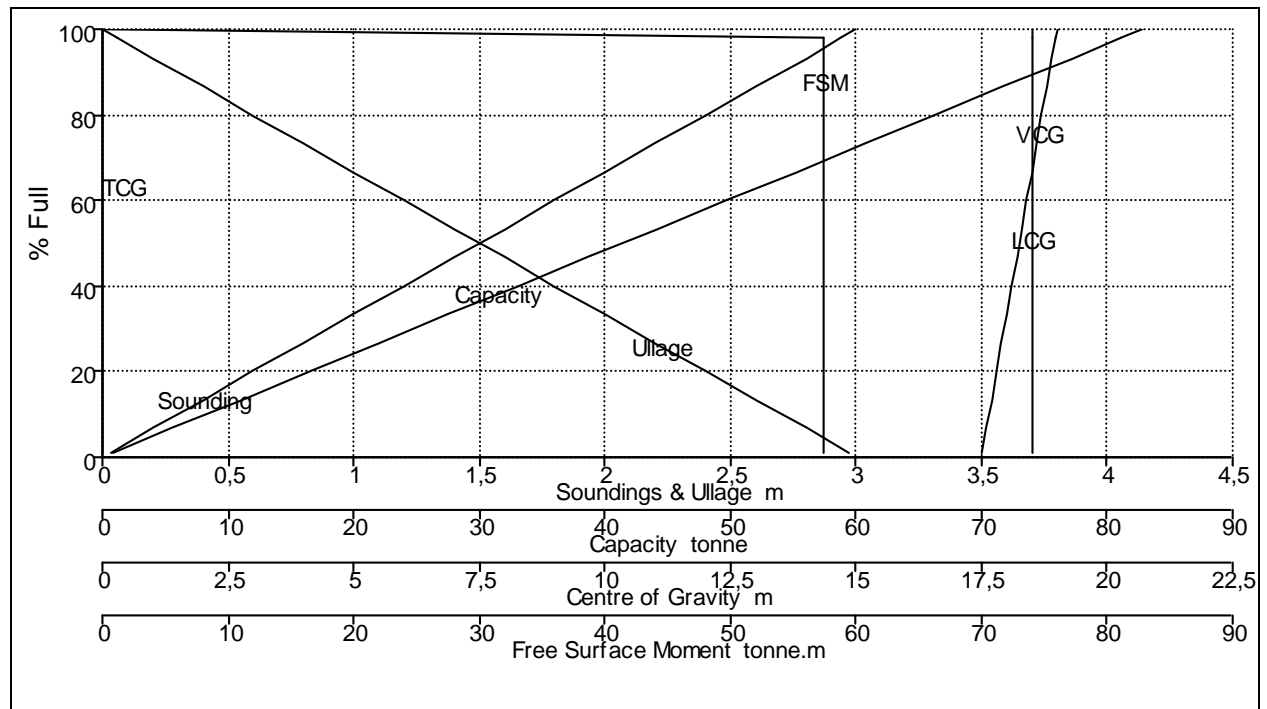
Fluid Type = Specific Gravity = 0,92
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1140	3,000	0,000	100,0	90,000	82,800	18,500	0,000
1141	2,940	0,060	98,0	88,191	81,136	18,500	0,000
1142	2,800	0,200	93,3	84,000	77,280	18,500	0,000
1143	2,600	0,400	86,7	78,000	71,760	18,500	0,000
1144	2,400	0,600	80,0	72,000	66,240	18,500	0,000
1145	2,200	0,800	73,3	66,000	60,720	18,500	0,000
1146	2,000	1,000	66,7	60,000	55,200	18,500	0,000
1147	1,800	1,200	60,0	54,000	49,680	18,500	0,000
1148	1,600	1,400	53,3	48,000	44,160	18,500	0,000
1149	1,400	1,600	46,7	42,000	38,640	18,500	0,000
1150	1,200	1,800	40,0	36,000	33,120	18,500	0,000
1151	1,000	2,000	33,3	30,000	27,600	18,500	0,000
1152	0,800	2,200	26,7	24,000	22,080	18,500	0,000
1153	0,600	2,400	20,0	18,000	16,560	18,500	0,000
1154	0,400	2,600	13,3	12,000	11,040	18,500	0,000
1155	0,200	2,800	6,7	6,000	5,520	18,500	0,000
1156	0,030	2,970	1,0	0,900	0,828	18,500	0,000

Tank Calibrations - Aceite

Fluid Type = Specific Gravity = 0,92
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1140	19,000	0,000
1141	18,970	57,500
1142	18,900	57,500
1143	18,800	57,500
1144	18,700	57,500
1145	18,600	57,500
1146	18,500	57,500
1147	18,400	57,500
1148	18,300	57,500
1149	18,200	57,500
1150	18,100	57,500
1151	18,000	57,500
1152	17,900	57,500
1153	17,800	57,500
1154	17,700	57,500
1155	17,600	57,500
1156	17,515	57,500



Tank Calibrations - Agua dul.Er

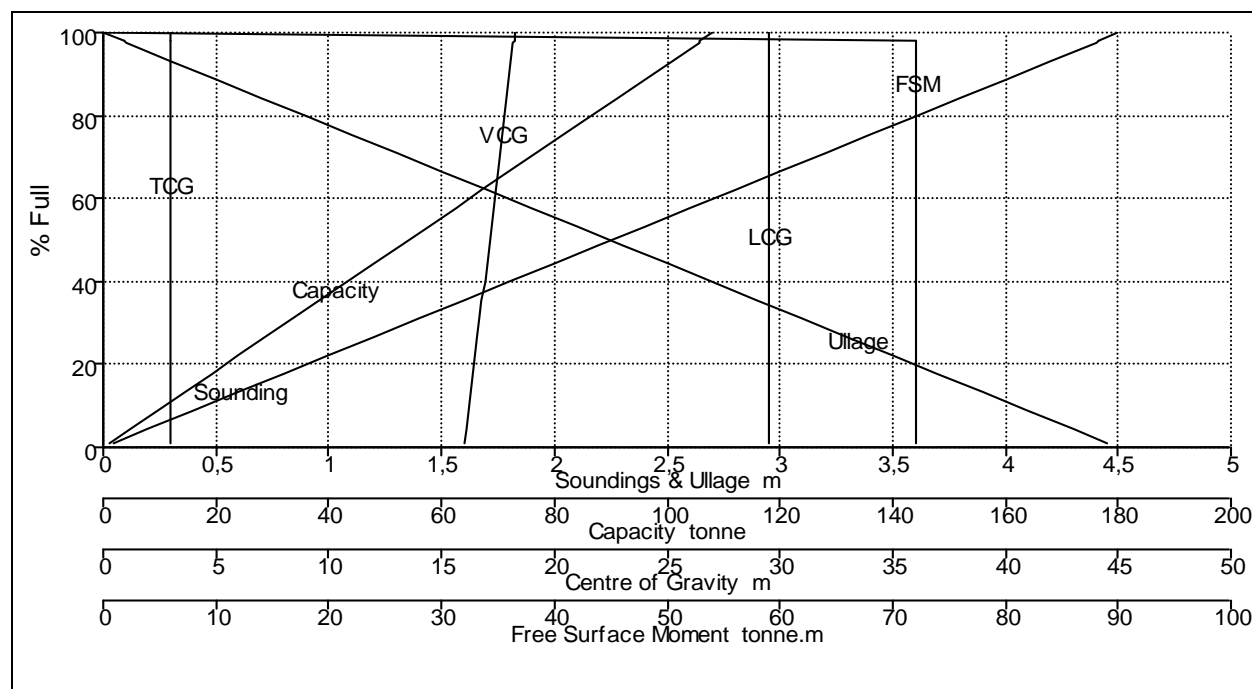
Fluid Type = Specific Gravity = 1
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1157	4,500	0,000	100,0	108,000	108,000	29,500	3,000
1158	4,410	0,090	98,0	105,829	105,829	29,500	3,000
1159	4,400	0,100	97,8	105,600	105,600	29,500	3,000
1160	4,200	0,300	93,3	100,800	100,800	29,500	3,000
1161	4,000	0,500	88,9	96,000	96,000	29,500	3,000
1162	3,800	0,700	84,4	91,200	91,200	29,500	3,000
1163	3,600	0,900	80,0	86,400	86,400	29,500	3,000
1164	3,400	1,100	75,6	81,600	81,600	29,500	3,000
1165	3,200	1,300	71,1	76,800	76,800	29,500	3,000
1166	3,000	1,500	66,7	72,000	72,000	29,500	3,000
1167	2,800	1,700	62,2	67,200	67,200	29,500	3,000
1168	2,600	1,900	57,8	62,400	62,400	29,500	3,000
1169	2,400	2,100	53,3	57,600	57,600	29,500	3,000
1170	2,200	2,300	48,9	52,800	52,800	29,500	3,000
1171	2,000	2,500	44,4	48,000	48,000	29,500	3,000
1172	1,800	2,700	40,0	43,200	43,200	29,500	3,000
1173	1,600	2,900	35,6	38,400	38,400	29,500	3,000
1174	1,400	3,100	31,1	33,600	33,600	29,500	3,000
1175	1,200	3,300	26,7	28,800	28,800	29,500	3,000
1176	1,000	3,500	22,2	24,000	24,000	29,500	3,000
1177	0,800	3,700	17,8	19,200	19,200	29,500	3,000
1178	0,600	3,900	13,3	14,400	14,400	29,500	3,000
1179	0,400	4,100	8,9	9,600	9,600	29,500	3,000
1180	0,200	4,300	4,4	4,800	4,800	29,500	3,000
1181	0,045	4,455	1,0	1,080	1,080	29,500	3,000

Tank Calibrations - Agua dul.Er

Fluid Type = Specific Gravity = 1
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1157	18,250	0,000
1158	18,205	72,000
1159	18,200	72,000
1160	18,100	72,000
1161	18,000	72,000
1162	17,900	72,000
1163	17,800	72,000
1164	17,700	72,000
1165	17,600	72,000
1166	17,500	72,000
1167	17,400	72,000
1168	17,300	72,000
1169	17,200	72,000
1170	17,100	72,000
1171	17,000	72,000
1172	16,900	72,000
1173	16,800	72,000
1174	16,700	72,000
1175	16,600	72,000
1176	16,500	72,000
1177	16,400	72,000
1178	16,300	72,000
1179	16,200	72,000
1180	16,100	72,000
1181	16,023	72,000



Tank Calibrations - Aguadul.Br

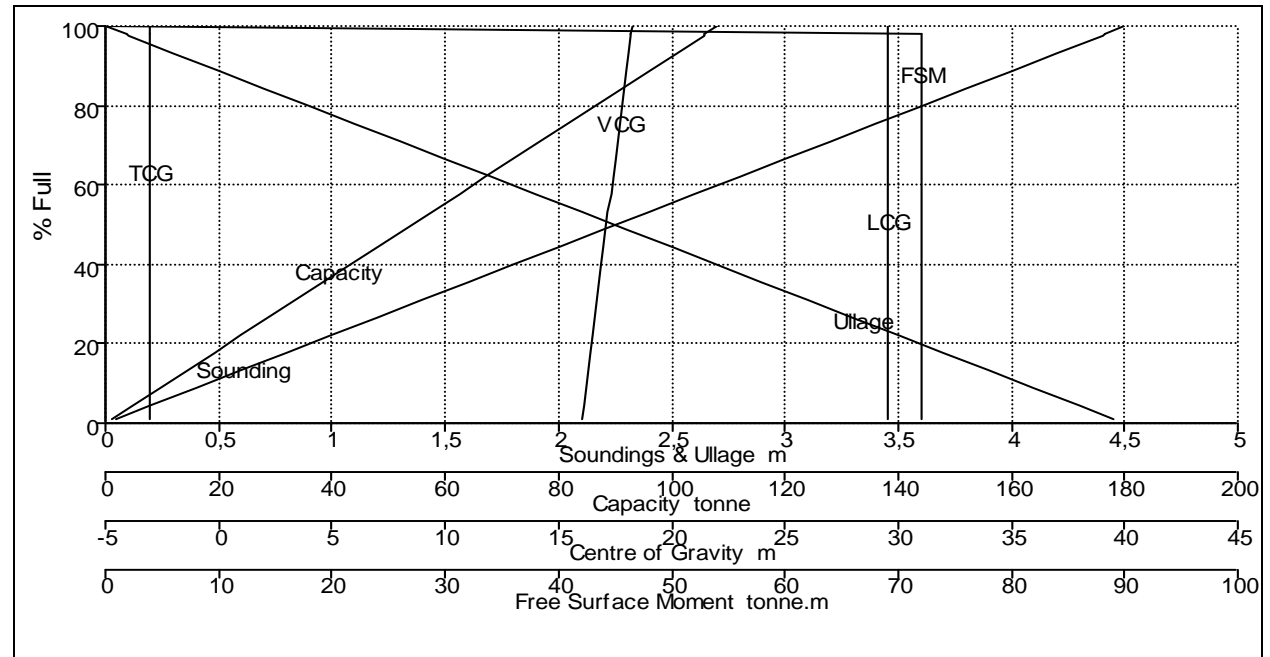
Fluid Type = Specific Gravity = 1
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m^3	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1182	4,500	0,000	100,0	108,000	108,000	29,500	-3,000
1183	4,410	0,090	98,0	105,829	105,829	29,500	-3,000
1184	4,400	0,100	97,8	105,600	105,600	29,500	-3,000
1185	4,200	0,300	93,3	100,800	100,800	29,500	-3,000
1186	4,000	0,500	88,9	96,000	96,000	29,500	-3,000
1187	3,800	0,700	84,4	91,200	91,200	29,500	-3,000
1188	3,600	0,900	80,0	86,400	86,400	29,500	-3,000
1189	3,400	1,100	75,6	81,600	81,600	29,500	-3,000
1190	3,200	1,300	71,1	76,800	76,800	29,500	-3,000
1191	3,000	1,500	66,7	72,000	72,000	29,500	-3,000
1192	2,800	1,700	62,2	67,200	67,200	29,500	-3,000
1193	2,600	1,900	57,8	62,400	62,400	29,500	-3,000
1194	2,400	2,100	53,3	57,600	57,600	29,500	-3,000
1195	2,200	2,300	48,9	52,800	52,800	29,500	-3,000
1196	2,000	2,500	44,4	48,000	48,000	29,500	-3,000
1197	1,800	2,700	40,0	43,200	43,200	29,500	-3,000
1198	1,600	2,900	35,6	38,400	38,400	29,500	-3,000
1199	1,400	3,100	31,1	33,600	33,600	29,500	-3,000
1200	1,200	3,300	26,7	28,800	28,800	29,500	-3,000
1201	1,000	3,500	22,2	24,000	24,000	29,500	-3,000
1202	0,800	3,700	17,8	19,200	19,200	29,500	-3,000
1203	0,600	3,900	13,3	14,400	14,400	29,500	-3,000
1204	0,400	4,100	8,9	9,600	9,600	29,500	-3,000
1205	0,200	4,300	4,4	4,800	4,800	29,500	-3,000
1206	0,045	4,455	1,0	1,080	1,080	29,500	-3,000

Tank Calibrations - Aguadul.Br

Fluid Type = Specific Gravity = 1
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1182	18,250	0,000
1183	18,205	72,000
1184	18,200	72,000
1185	18,100	72,000
1186	18,000	72,000
1187	17,900	72,000
1188	17,800	72,000
1189	17,700	72,000
1190	17,600	72,000
1191	17,500	72,000
1192	17,400	72,000
1193	17,300	72,000
1194	17,200	72,000
1195	17,100	72,000
1196	17,000	72,000
1197	16,900	72,000
1198	16,800	72,000
1199	16,700	72,000
1200	16,600	72,000
1201	16,500	72,000
1202	16,400	72,000
1203	16,300	72,000
1204	16,200	72,000
1205	16,100	72,000
1206	16,023	72,000



Tank Calibrations - Serv.diario

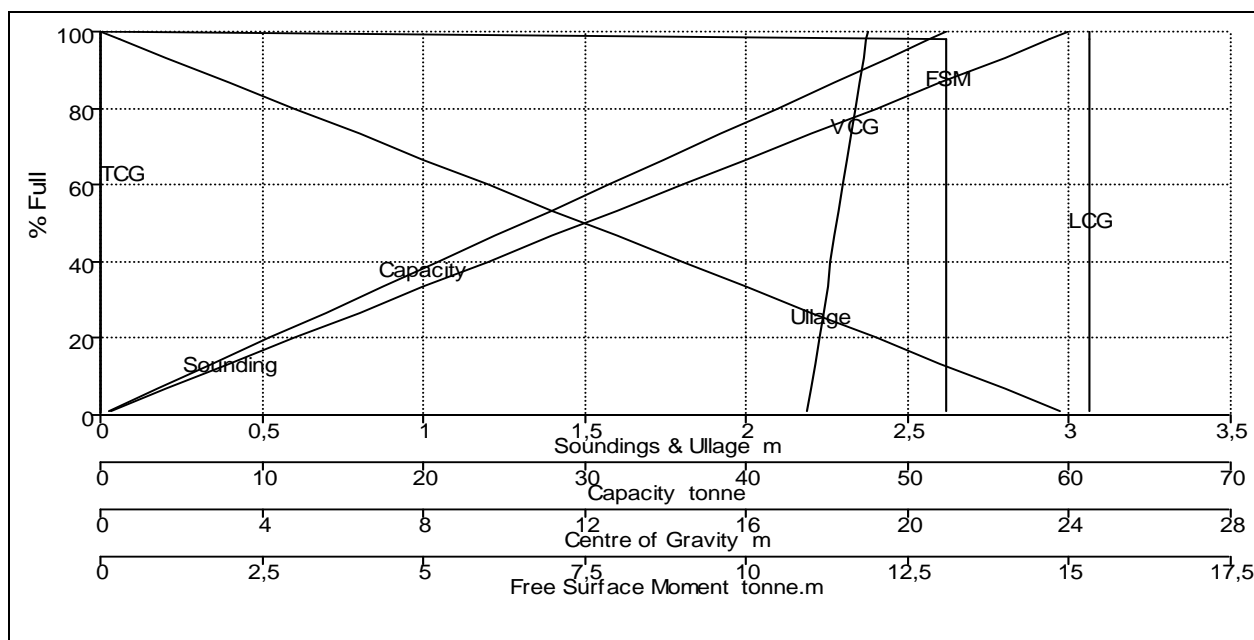
Fluid Type = Specific Gravity = 0,97
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m ³	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1207	3,000	0,000	100,0	54,000	52,380	24,500	0,000
1208	2,940	0,060	98,0	52,915	51,327	24,500	0,000
1209	2,800	0,200	93,3	50,400	48,888	24,500	0,000
1210	2,600	0,400	86,7	46,800	45,396	24,500	0,000
1211	2,400	0,600	80,0	43,200	41,904	24,500	0,000
1212	2,200	0,800	73,3	39,600	38,412	24,500	0,000
1213	2,000	1,000	66,7	36,000	34,920	24,500	0,000
1214	1,800	1,200	60,0	32,400	31,428	24,500	0,000
1215	1,600	1,400	53,3	28,800	27,936	24,500	0,000
1216	1,400	1,600	46,7	25,200	24,444	24,500	0,000
1217	1,200	1,800	40,0	21,600	20,952	24,500	0,000
1218	1,000	2,000	33,3	18,000	17,460	24,500	0,000
1219	0,800	2,200	26,7	14,400	13,968	24,500	0,000
1220	0,600	2,400	20,0	10,800	10,476	24,500	0,000
1221	0,400	2,600	13,3	7,200	6,984	24,500	0,000
1222	0,200	2,800	6,7	3,600	3,492	24,500	0,000
1223	0,030	2,970	1,0	0,540	0,524	24,500	0,000

Tank Calibrations - Serv.diario

Fluid Type = Specific Gravity = 0,97
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1207	19,000	0,000
1208	18,970	13,095
1209	18,900	13,095
1210	18,800	13,095
1211	18,700	13,095
1212	18,600	13,095
1213	18,500	13,095
1214	18,400	13,095
1215	18,300	13,095
1216	18,200	13,095
1217	18,100	13,095
1218	18,000	13,095
1219	17,900	13,095
1220	17,800	13,095
1221	17,700	13,095
1222	17,600	13,095
1223	17,515	13,095



Tank Calibrations - combustible

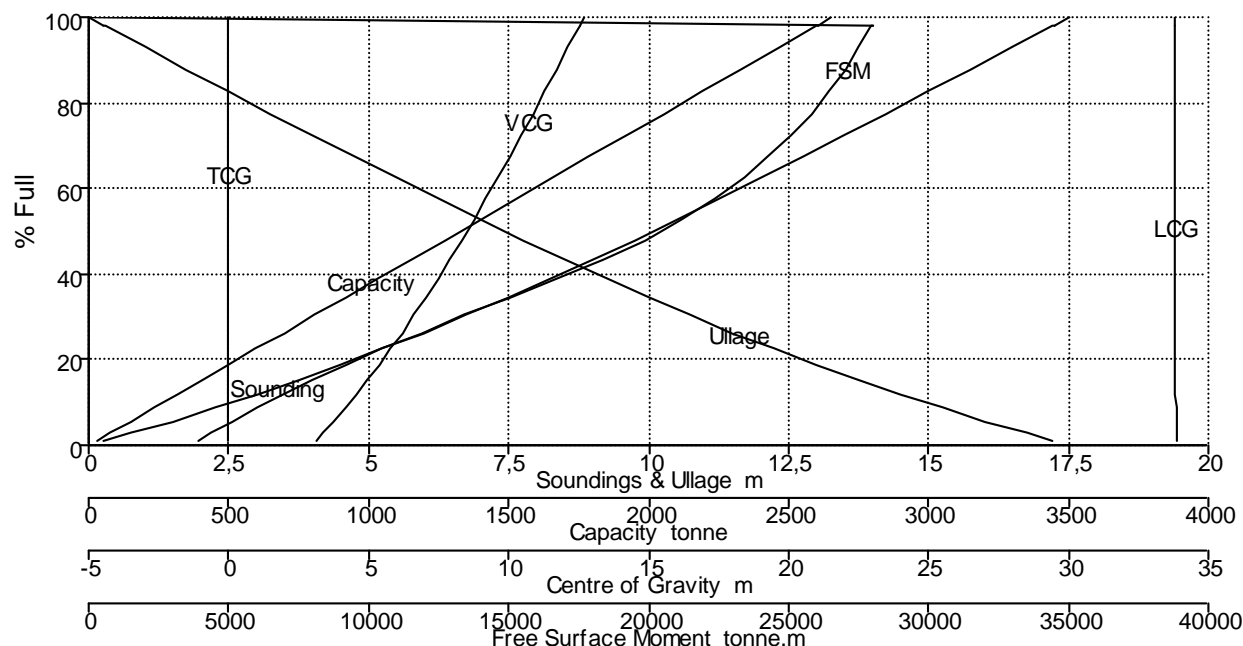
Fluid Type = Specific Gravity = 0,97
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m^3	Capacity tonne	LCG m	TCG m
1224	17,500	0,000	100,0	2735,610	2653,542	33,789	0,000
1225	17,250	0,250	98,2	2687,722	2607,090	33,790	0,000
1226	17,213	0,287	98,0	2680,611	2600,193	33,790	0,000
1227	16,500	1,000	93,0	2544,591	2468,253	33,791	0,000
1228	15,750	1,750	87,8	2402,262	2330,194	33,793	0,000
1229	15,000	2,500	82,6	2260,883	2193,056	33,794	0,000
1230	14,250	3,250	77,5	2120,622	2057,004	33,796	0,000
1231	13,500	4,000	72,4	1981,519	1922,074	33,798	0,000
1232	12,750	4,750	67,4	1843,876	1788,560	33,800	0,000
1233	12,000	5,500	62,4	1707,791	1656,557	33,802	0,000
1234	11,250	6,250	57,5	1573,631	1526,422	33,805	0,000
1235	10,500	7,000	52,7	1441,622	1398,374	33,807	0,000
1236	9,750	7,750	48,0	1312,220	1272,853	33,810	0,000
1237	9,000	8,500	43,3	1185,884	1150,307	33,813	0,000
1238	8,250	9,250	38,9	1063,095	1031,202	33,815	0,000
1239	7,500	10,000	34,5	944,323	915,993	33,818	0,000
1240	6,750	10,750	30,3	829,874	804,978	33,821	0,000
1241	6,000	11,500	26,3	719,867	698,271	33,824	0,000
1242	5,250	12,250	22,5	614,347	595,917	33,826	0,000
1243	4,500	13,000	18,8	513,322	497,922	33,829	0,000
1244	3,750	13,750	15,2	416,777	404,274	33,831	0,000
1245	3,000	14,500	11,9	324,672	314,932	33,832	0,000
1246	2,250	15,250	8,7	236,943	229,834	33,833	0,000
1247	1,500	16,000	5,6	153,553	148,946	33,834	0,000
1248	0,750	16,750	2,7	74,527	72,291	33,835	0,000
1249	0,281	17,219	1,0	27,356	26,535	33,835	0,000

Tank Calibrations - combustible

Fluid Type = Specific Gravity = 0,97
 Permeability = 100 %
 Trim = 0 m

	VCG m	FSM tonne.m
1224	12,684	0,000
1225	12,547	27988,327
1226	12,527	27965,155
1227	12,135	27523,141
1228	11,721	27062,565
1229	11,305	26436,242
1230	10,887	25812,780
1231	10,466	25105,938
1232	10,044	24285,774
1233	9,619	23398,104
1234	9,192	22357,803
1235	8,763	21175,689
1236	8,333	19879,919
1237	7,902	18380,904
1238	7,472	16742,404
1239	7,043	15067,276
1240	6,618	13440,022
1241	6,196	11910,918
1242	5,779	10494,507
1243	5,365	9194,727
1244	4,957	8015,451
1245	4,554	6952,540
1246	4,157	5996,840
1247	3,765	5133,369
1248	3,379	4343,296
1249	3,141	3879,587



CAPÍTULO 7: ESTIMACIÓN DE PESOS Y SUS CENTROS DE GRAVEDAD.

En este capítulo queda definitivamente consolidado el desplazamiento del buque, una vez definidos los espacios de carga en el capítulo anterior. Como en capítulos anteriores esta estimación se basa en la comparación de resultados obtenidos por diferentes métodos. Para definir estos pesos se ha consultado el programa ARQnaval, pero antes realizaremos un cálculo teórico orientativo.

En este apartado se exponen métodos para calcular aproximadamente el peso y c.d.g. del buque en rosca. Desglose del peso en rosca:

1. Peso de la estructura de acero
2. Peso de equipo y habilitación
3. Peso de la maquinaria.

Cálculo del peso de la estructura de acero:

Método de D.G.M. Watson y A.W.Gilfillan.

Este método se basa en un numeral bi-dimensional E , y un factor K dependiente del tipo de buque, para el que sus autores indican una gama de valores.

El peso se expresa mediante la ecuación:

$$WST = K * E^{1.36} * (1 + 0.5(CB80D - 0.7))$$

Siendo:

$$E = L_{pp} (B + D) + 0.85L_{pp} (D - T) + 0.85 \sum l_1 h_1 + 0.75 \sum l_2 h_2 = 16121.8$$

CB80D se puede estimar por la fórmula

$$CB80D = CB + (1 - CB) (0.8 D - T) / 3T = 0.80$$

Si no se conoce todavía la disposición de las superestructuras y casetas, se puede estimar un valor medio, normal de sus componentes en E , por la fórmula:

$$\sum l_1 h_1 + \sum l_2 h_2 = 1.45L_{pp} - 11 = 313.9 \rightarrow \text{Valor medio} = 157$$

El valor del coeficiente K será según la tabla:

Tipo	K	E
Petrolero casco sencillo	0.029-0.035	1500-40000

Interpolando obtenemos $K = 0.02937$; Los petroleros con doble casco tienen una K mayor que el indicado para casco sencillo, por lo que tomaremos un coeficiente K de 0.033

$$\mathbf{WST = 18272 \text{ Tn}}$$

Método de Sv.Aa Harvald y J. Juncher

$$\mathbf{WST = C_s (L_{pp} * B * D + Sup) = 17413.14 \text{ Tn}}$$

Siendo

$$C_s = C_{so} + 0.064 \exp(-0.5u - 0.10u^{2.45}) = 0.0780$$

$$u = \log_{10}(DISW/100) = 3.1$$

Sup: volumen en m^3 de superestructuras y casetas.

La constante C_{so} para petroleros es 0.0752.

Si no se conoce Sup se puede estimar por la fórmula:

$$Sup = 0.8 B (1.45L_{pp} - 11) = 11257.85 \text{ m}^3$$

Fórmula para petroleros con doble fondo y doble casco.

Dada la escasa información publicada sobre este tipo de buque acerca de los pesos, se estima mediante formulas experimentales de buques recientes, en función de las dimensiones principales y el porcentaje de acero HT.

Los buques analizados tienen pesos muertos de entre 45000 y 300000 Tn, y casi sin excepción incorporan acero HT en su estructura. La mayoría de estos buques menores de 100000 TMP no tienen ningún manparó longitudinal en la zona de carga, los de peso muerto de entre 100000 y 200000 TMP tienen un solo manparó longitudinal y los mayores dos.

La estimación del peso de la estructura de acero de estos buques, incluyendo superestructuras y casetas, con extensión estándar de acero HT y CB normal se puede hacer mediante la siguiente fórmula:

$$WST = 0.0658 Lpp^{1.7} * B^{0.102} * D^{0.886}$$

$$WST = 14303 \text{ Tn}$$

El porcentaje de acero de alto límite elástico (HTS), respecto al peso total t del acero que se debe utilizar en la estructura se calcula por:

$$PHT = 50 + 0.124 WPM / 1000 - 2.02 * 10^{-6} / WPM$$

$$PHT = 45.27\% \text{ del peso total de acero}$$

$$PHT = 6475 \text{ Tn}$$

Cálculo del peso de superestructuras y casetas:***Peso de la caseta de cubierta:***

Se considera un peso de $0.055 \text{ t} / \text{m}^3$

$$\text{Peso} = 0.055 * V_{\text{sup}}$$

$$\text{Peso} = 619 \text{ Tn}$$

Cálculo del peso del equipo y la habilitación:

Peso de los equipos y la habilitación:

El peso de los equipos y de la habilitación se puede calcular por:

$$\text{WOA} = K_e * L_{pp} * B = 2423.8 \text{ Tn}$$

Siendo K_e coeficiente que para los petroleros de crudo se calcula por la siguiente fórmula:

$$K_e = 0.36 - 0.53 * 10^{-3} * L_{pp} = 0.2413$$

Cálculo del peso de la maquinaria propulsora y auxiliar.

Peso de la maquinaria:

Se calcula mediante fórmulas sencillas, en función de la potencia, revoluciones, tipo de motor propulsor y las dimensiones principales del buque.

El peso de este grupo se divide en cuatro partes en el caso de una instalación diesel:

1. Motor propulsor y reductor (si existe).
2. Resto de la maquinaria propulsora.
3. Otros elementos de la cámara de máquinas.
4. Línea de ejes fuera de la cámara de máquinas.

Peso del motor propulsor.

Si no se dispone de información del peso del motor, se puede estimar de un análisis de motores actuales a través de la siguiente fórmula:

Considerando que se instalará un motor lento de dos tiempos en línea:

$$\text{WME} = 5 + 4 (\text{MCO} / \text{N})^{0.925}$$

$$\text{MCO} = 14492.4 \text{ HP}$$

$$\text{WME} = 404.13 \text{ Tn}$$

Peso del resto de la máquina propulsora.

$$WRP = K_m * MCO^{0.7}$$

Donde K_m vale 0.59 para petroleros. **WRP = 482.6 Tn**

Peso de otros elementos de cámara de máquinas:

$$WQR = 0.03 VMQ$$

$$VQM = 0.85 LCM * B * D * (3.217 L_{cm} / L_{pp} - 0.0655) = 5500.4 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{WQR = 165 Tn}$$

Peso de la línea de ejes.

$$WQE = K_{ne} + Leje (5 + 0.0164 L_{pp})$$

Siendo K_{ne} igual a 1 en buques de una sola línea de ejes y la longitud de la línea de ejes que podemos estimarla como longitud del pique de popa más 2 m.

$$Leje = 8.9 + 2 = 10.9 \text{ m}$$

$$\mathbf{WQE = 94.5 Tn}$$

Peso total de la maquinaria = 1146.2 Tn

$$\mathbf{PESO EN ROSCA = WST + W_{sup} + WOA + WQ = 18492 Tn}$$

$$\mathbf{+ 3 \% \text{margen} = 19046.7 Tn}$$

Cálculo de la posición del c.d.g. del buque en rosca:

Para determinar con exactitud la posición del centro de gravedad, es necesario realizar un cálculo detallado de los pesos y momentos de los distintos grupos en que se divide el peso en rosca, eso sólo es posible en una fase avanzada del proyecto. En la fase inicial.

Centro de gravedad de la estructura de acero.

El c.d.g. de la estructura de acero se estima mediante el uso de la expresión que indicamos a continuación, en porcentaje del puntal:

$$\mathbf{KGWST} = [48 + 0.15 (0.85 - CBD) * Lpp^2 / D^2] DA / D = 48.87\% \rightarrow \mathbf{10.30\ m}$$

Siendo CBD el coeficiente de bloque a nivel de la cubierta superior.

$$CBD = CB + 0.35(D-T)/T (1-CB) = 0.82$$

Donde DA es el puntal medio en metros corregido por arrufo y por volumen de escotillas.

Correcciones:

-Sí existe bulbo de proa $\rightarrow -0.4\ \% D$

-Si $Lpp/B \neq 6.5$; $+ 0.8\%D$, por cada variación de $Lpp/B = 1$

$$DA = D + 0.8\%D = 21.24\ m \text{ (ya que } LPP/B = 5 \text{)}$$

Centro de gravedad de las casetas de la superestructura:

Se considera c.d.g. a la mitad de su puntal, considerando un puntal de 12 m:

$$\mathbf{Kgsup} = D + Dsup / 2 = \mathbf{27.08\ m}$$

Centro de gravedad del equipo y habilitación:

$$\text{KGWOA} = D + 1.25 \quad \text{Sí } L_{pp} < 125$$

$$\text{KGWOA} = D + 1.25 + 0.01 (L_{pp} - 125) \quad \text{Sí } 125 < L_{pp} < 250$$

$$\text{KGWOA} = D + 2.50 \quad \text{Sí } L_{pp} > 250$$

$$\text{KGWOA} = 23.32 \text{ m}$$

Centro de gravedad de maquinaria:

$$\text{KGWQ} = 0.17 * T + 0.36 * D$$

$$\text{KGWQ} = 10.18 \text{ m}$$

CENTRO DE GRAVEDAD DEL ROSCA (KGWR)

$$\text{KGWR} = (\text{WST} * \text{KGWST} + \text{W}_{\text{sup}} * \text{KGW}_{\text{sup}} + \text{WOA} * \text{KGWOA} + \text{WQ} * \text{KGWQ}) / \text{WR}$$

$$\text{KGWR} = 12.55 \text{ m} + 8\% \text{ margen} = 13.55 \text{ m}$$

A continuación una tabla con los pesos obtenidos por ARQnaval :

Elemento	Peso (Tn)
Maquinaria	1661
Acero	
Acero dulce	7989
Acero HT	6598(45.23%)
Subtotal	14587
Peso del equipo	
Pintura	87.5
Protección catódica	11.2
Prot. Cat. Tanques de lastre	40.7
Fondeo y amarre	347.3
Eq. Navegación	2
Eq. de gobierno	11.8
Eq. Salvamento	13
Eq. Contra incendios	31.4
Jarcia firme	4.7
Eq. De carga	232.4
Escotillas pequeñas	2.8
Registro y escala vertical	21.5
Puertas de acero	4.5
Portillos y ventanas	2.4
Escaleras exteriores	5.4
Barandillado	8.7
Escala real	5.4
Planchada	3.6
Lumbrera	1.1
Habilitación	96
Subtotal	960.4
Margen	516
Total	17724.4

Resumen de pesos y Centros de gravedad.

Elemento	Peso teórico	KG teórico	Peso ARQnav.	KG ARQnav.	XG(Pp)
Acero	14303	10.30	14587	13.16	-
Maquinaria	1146.2	10.18	1661	10.19	-
Equipo	2423.8	23.32	960.4	16.57	-
Rosca	19046.7	13.55	17724.4	14.11	98.4

Hemos de decir que los valores del buque en rosca contienen un margen del 3% en el peso y del 8% en el KG(que engloba pesos despreciables desde un punto de vista hidrostático para un buque de este porte).

Cálculo del Peso Muerto.

Con Ayuda de los datos de volúmenes calculados en el capítulo dedicado a este fin, y mediante la estimación de forma sencilla de otras componetes del peso muerto como pueden ser consumos, carga útil, tripulación..., obtendremos el valor de nuestro peso muerto y por consiguiente el desplazamiento, consolidándose así de manera definitiva el peso muerto y el desplazamiento.

El desglose del peso muerto se hará de la siguiente manera:

- Carga útil.
- Consumos.
- Tripulación y pasaje.
- Pertrechos.

Carga útil.

Considerando un volumen de los tanques de carga total :

$$V_{\text{Total zona carga}} = 127363 \text{ m}^3 \rightarrow 106985 \text{ Tn de crudo}$$

Siendo $\gamma_{\text{crudo}} = 0.84 \text{ Tn/m}^3$.

Consumos.

Los consumos dependen en gran medida de la autonomía, como ya calculamos en capítulos anteriores, los datos de autonomía son los siguientes:

-Autonomía en millas : 16000 millas + 15% margen = 18400 millas.

-Velocidad de servicio : 15 nudos.

-Consumo específico de combustible : 145 gr. / BHP por hora

$$145 * 14492.41 = 2.10 \text{ Toneladas por hora}$$

-Densidad del combustible: 0.97 T / m³

-Tiempo de autonomía:

$$t = s / v = 4416038 \text{ segundos} = 1226.6 \text{ horas} = 102.22 \text{ Días}$$

-Capacidad de los tanques de combustible:

$$\text{Peso del combustible} = 2.10 \text{ T/h} * 1226.6 \text{ horas} = \mathbf{2576 \text{ tn}}$$

$$\text{Volumen} = \text{peso} / \gamma = 2655.6 \text{ m}^3$$

El volumen real calculado para este tanque fue de $\mathbf{2735.6 \text{ m}^3} \rightarrow \mathbf{2653.5 \text{ Tn}}$

A este combustible habrá que sumar el combustible del tanque de servicio diario:

$$\text{Tn} = \mathbf{52.38 \text{ Tn}}$$

-Tanque de aceite:

Considerando la capacidad del tanque de aceite como un 3-4 % del combustible y un peso específico del aceite de 0.97:

$$\text{Peso aceite} = \mathbf{90.2 \text{ Tn}}$$

$$\text{Volumen} = 93 \text{ m}^3$$

El volumen real calculado para este tanque fue de $\mathbf{90 \text{ m}^3} \rightarrow \mathbf{87.3 \text{ Tn}}$

-Agua dulce:

Considerando una cantidad de agua sanitaria-potable de 100 litros por persona y día, una tripulación de aproximadamente 20 personas y un viaje de 102 días :

$$100 * 20 * 102 = 204000 \text{ l} \rightarrow 204 \text{ m}^3$$

El volumen real calculado para este espacio fue de $\mathbf{216 \text{ m}^3} \rightarrow \mathbf{216 \text{ Tn}}$

-Viveres.

Se considera un consumo de 5 Kg por persona y día lo que hace un total de:

$$5 * 102 * 20 = 10200 \text{ Kg} \rightarrow \mathbf{10.2 \text{ Tn}}$$

Tripulación y pasaje.

A efectos de pesos se considera para la tripulación un peso de 125 Kg por persona:

$$125 * 20 = 2500 \text{ Kg} \rightarrow \mathbf{2.5 \text{ Tn}}$$

Pertrechos.

Se considera pertrechos todos aquellos elementos que el armador introduce como repuestos o necesidades adicionales del buque, tales como pinturas, estachas ,..

El total de todos estos pesos conformarán el peso muerto:

$$\mathbf{\text{Peso Muerto} = 110006.8 \text{ Tn}}$$

Atendiendo a los cálculos realizados sobre el peso en rosca y el peso muerto podemos decir que el desplazamiento del buque será :

$$\text{PR} = 19046.7 \text{ Tn (Teórico)}$$

$$\text{PM} = 110006.8 \text{ Tn}$$

$$\mathbf{\Delta = \text{PM} + \text{PR} = 129053.5 \text{ Tn}}$$

Este cuadro resumen dará por consolidado todos los pesos.

Desplazamiento	129053.5
Peso muerto	110006.8
Peso en rosca	19046.7
Calado medio	15.285

CAPÍTULO 8: ESTABILIDAD Y RESISTENCIA LONGITUDINAL.

Las dimensiones y características principales de un buque deben de definirse de modo que se cumplan los requerimientos reglamentarios sobre estabilidad del buque intacto.

En este apartado se presentan métodos aproximados para evaluar tanto la estabilidad inicial como a grandes ángulos de escora de forma teórica.

Estimación de la estabilidad inicial:

La estabilidad inicial del buque en situación de carga se define por el valor de la altura metacéntrica (GM).

$$GM = KM - KG$$

• Estimación del KM por la fórmula de Schneekluth:

$$KM = B [C * 0.08 B / (CM * TS)^{1/2} + (0.9 - 0.3 CM - 0.1 CB) / (B / TS)]$$

El coeficiente C depende del coeficiente de la flotación, y se define por:

$$C = CWP / CWN$$

Siendo:

TS = Calado de la situación de carga.

CWN = Un coeficiente normal de la flotación definido por la ecuación:

$$CWN = (1 + 2 CB / CM^{1/2}) / 3$$

$$CWN = (1 + 2 * 0.793 / 0.994^{1/2}) / 3$$

$$CWN = 0.863$$

CWP = El coeficiente real de la flotación que vale 0.863

$$C = 0.863 / 0.863$$

$$C = 1$$

$$KM = 44.82 (0.2358 + 0.1777)$$

$$KM = 18.53 \text{ m}$$

• **Estimación del KM por el método de la serie FORMDATA:**

$$BM = C1 * B^2 / (CB * TS)$$

$$KB = C2 * TS / CB$$

$$KM = KB + BM$$

Siendo:

$$C1 = 0.772 CB^{0.0803} (TS / T)^{0.023} - 0.6914$$

$$C1 = 0.0663$$

$$C2 = 2.415 CB^{0.1434} (TS / T)^{0.025} - 1.9200$$

$$C2 = 0.416$$

$$BM = 10.97 \text{ m}$$

$$KB = 8.026 \text{ m}$$

$$KM = 10.97 + 8.026$$

$$KM = 18.99 \text{ m}$$

$$\mathbf{KM \text{ medio} = (18.53 + 18.99) / 2 = 18.76 \text{ m} ,}$$

Estimación del KG:

Concepto	Peso	KG	M. vertical
Tripulación	2.5	25	62.5
Agua dulce	216	18.25	3942
Combustible	2653.5	12.68	33646.38
Aceite	87.3	19	1658.7
Carga útil	106985	11.25	1203581.25
Rosca	19046.7	13.55	258082.7
	128991	11.63	1500973.6

$$GM = KM - KG = 18.76 - 11.63 = 7.13 \text{ m}$$

Estimación de la estabilidad a grandes ángulos de escora:

Los brazos KN del par adrizante a grandes ángulos, se pueden estimar por las fórmulas aproximadas:

Fórmula de L.K. Kupras:

$$KN = 0.05125 * B * CKN$$

Siendo CKN un coeficiente que depende de las dimensiones del buque y del ángulo de la escora, que se indica en la siguiente tabla:

Coefficientes CKN				
a) para D/B < 0,58				
10°	0,004		+ 2,5 D/B	- 0,004 B/TS
20°	-0,305		+ 0,1333 A/B	+ 5,0 D/B
30°	-1,641	- 0,1 CB	+ 0,6467 A/B	+ 7,3 D/B
40°	-2,815	- 0,2 CB	+ 1,1333 A/B	+ 9,25 D/B
50°	-3,0325	- 0,3 CB	+ 1,6 A/B	+ 10,375 D/B
60°	-2,4045	- 0,5 CB	+ 2,0 A/B	+ 11,125 D/B
b) para 0,58 ≤ D/B < 0,62				
10°	0,671		+ 1,35 D/B	- 0,004 B/TS
20°	-0,0876		+ 0,1333 A/B	+ 4,625 D/B
30°	-2,192	- 0,1 CB	+ 0,6467 A/B	+ 8,25 D/B
40°	-3,83	- 0,2 CB	+ 1,1333 A/B	+ 11,0 D/B
50°	-4,1925	- 0,3 CB	+ 1,6 A/B	+ 12,375 D/B
60°	-3,492	- 0,5 CB	+ 2,0 A/B	+ 13,0 D/B
c) para D/B > 0,62				
10°	1,043		+ 0,75 D/B	- 0,004 B/TS
20°	1,3385		+ 0,1333 A/B	+ 2,325 D/B
30°	-0,301	- 0,1 CB	+ 0,6467 A/B	+ 5,2 D/B
40°	-2,28	- 0,2 CB	+ 1,1333 A/B	+ 8,5 D/B
50°	-2,9525	- 0,3 CB	+ 1,6 A/B	+ 10,375 D/B
60°	-2,407	- 0,5 CB	+ 2,0 A/B	+ 11,25 D/B

A es la media de los arrufos en las perpendiculares de proa y popa.

D/B = 0.47

La tercera columna de coef. Se considera 0 ya que no hay arrufo

Cálculos de KN y GZ:

• *KN para 10°:*

$$CNK = 0.004 + 2.5 D / B - 0.004 B / TS = 1.16$$

$$KN_{10^\circ} = 2.68 \text{ m}$$

$$GZ_{10^\circ} = KN - KG \text{ sen } \theta = 0.66 \text{ m}$$

• *KN para 20°:*

$$CKN = - 0.305 + 5 D / B + 0.1 B / TS = 2.33$$

$$KN_{20^\circ} = 5.37 \text{ m}$$

$$GZ_{20^\circ} = KN - KG \text{ sen } \theta = 1.39 \text{ m}$$

• *KN para 30°:*

$$CNK = - 1.641 - 0.1 CB + 7.3 D / B + 0.65 B / TS = 3.61$$

$$KN_{30^\circ} = 8.3 \text{ m}$$

$$GZ_{30^\circ} = KN - KG \text{ sen } \theta = 2.493 \text{ m}$$

• *KN para 40°:*

$$CKN = - 2.815 - 0.2 CB + 9.25 D / B + 1.1 B / TS = 4.59$$

$$KN_{40^\circ} = 10.56 \text{ m}$$

$$GZ_{40^\circ} = KN - KG \text{ sen } \theta = 3.089 \text{ m}$$

• *KN para 50°:*

$$CKN = -3.0325 - 0.3 CB + 10.375 D / B + 1.23 B / TS = 5.212$$

$$KN_{50^\circ} = 11.97 \text{ m}$$

$$GZ_{50^\circ} = KN - KG \text{ sen } \theta = 3.063 \text{ m}$$

• *KN para 60°:*

$$\text{CKN} = - 2.4045 - 0.5 \text{ CB} + 11.125 \text{ D} / \text{B} + 1.036 \text{ B} / \text{TS} = 5.46$$

$$\text{KN}_{60^\circ} = 12.55 \text{ m}$$

$$\text{GZ}_{60^\circ} = \text{KN} - \text{KG} \text{ sen } \theta = 2.48 \text{ m}$$

Según los datos obtenidos de GZ podemos observar como la capacidad de recuperación, o lo que es lo mismo los brazos adrizantes GZ van aumentando hasta llegar a su máximo matemático alrededor de entre 40 y 50 grados de inclinación, donde comienza a disminuir la curva GZ y la vez la curva de estabilidad dinámica comienza a llegar a su máximo.

Cuadro resumen de estabilidad:

Estabilidad inicial:

	KM	KG	GM	GMc
Teórico	18.76	11.63	7.13	5.53
ARQnaval	18.84	12.11	6.72	5.60

Estabilidad a grandes ángulos

Ángulo escora	KN teórico	GZ teórico	KNARQnaval	GZ ARQnaval
10	2.68	0.66	3.271	1.140
20	5.37	1.39	5.566	1.369
30	8.3	2.493	8.325	2.189
40	10.56	3.089	10.590	2.702
50	11.97	3.063	11.999	2.598
60	12.55	2.48	12.567	1.940

Efecto sobre la estabilidad de las superficies libres en tanques:

Las superficies libres afectan negativamente sobre la estabilidad de nuestro buque en mayor o menor grado dependiendo de las mangas o subdivisiones en los tanques para controlar este efecto, ya que estas divisiones disminuyen el momento de inercia de las superficies libres lo que conlleva a un par escorante, debido a los balanceos del fluido durante la navegación, menor, lo que disminuirá la subida virtual del centro de gravedad del buque y por consiguiente la reducción de GM será menor o de GZ si estudiamos la estabilidad estática a grandes ángulos.



En cuanto a la *estabilidad inicial*:

Tanques de consumo.

Debido al número y variedad de estos tanques, en las primeras fases del proyecto preliminar no se puede calcular con precisión el efecto de sus superficies libres, y por otra parte su influencia sobre la estabilidad no es grande, lo que permite considerar su efecto por medio de valores aproximados.

La disminución de la altura metacéntrica inicial, debida a la superficie libre de estos tanques se puede estimar que ascienden a 0.7 % a 1.5 % de B en caso de buques pequeños y a 0.3 % a 0.6 % en buques grandes

Tomando un 0.45 % de B = 0.201 m

Tanques de carga.

En los buques de carga líquida el efecto de las superficies libres en sus tanques de carga puede ser muy importante, por lo que se debe estimar con más precisión, calculando el momento de inercia transversal de las superficies libres, la disminución de la altura metacéntrica GM se expresa por:

$$dGM = (WPVOL * IT) / DISW$$

Siendo:

$$WPVOL = \text{Peso específico del líquido (t / m }^3 \text{)} = 0.84$$

$$IT = \text{Momento de inercia transversal (m }^4 \text{)}$$

En la fase de proyecto se puede hacer una estimación de IT calculando la inercia del rectángulo circunscrito al conjunto de los tanques de carga, y multiplicándolo por el coeficiente siguiente:

0.6 a 0.7 si se dispone un solo tanque en sentido transversal.

0.85 a 0.9 si se disponen 2 ó 3 tanques aplicándolo a cada conjunto de tanques de una banda.

Para nuestro petrolero tenemos dos tanques en sentido transversal por lo cual tenemos:

$$\text{Longitud de tanques} = 174 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de cada tanques} = 44.82/2 - 2 = 20.40\text{m}$$

$$\text{Entonces } \rightarrow L * B^3 / 12 = 174 * 20.40^3 / 12 = 123100.12 \text{ m}^4$$

$$IT = 2 * (123100.12) = 246200.25 \text{ m}^4 * 0.875 = 215425.22 \text{ m}^4$$

$$DISW = 129053.5 \text{ Tn}$$

$$dGM = 0.84 * 215425.22 / 129053.5 = 1.40 \text{ m}$$

$$GMc = 7.13 - 0.201 - 1.4 = \mathbf{5.53 \text{ m}} \text{ Altura metacéntrica corregida por S.L.}$$

En cuanto a la *estabilidad a grandes ángulos*:

Tanques de consumo:

Los datos calculados anteriormente para la estabilidad inicial sobre tanques de consumo son suficientes en esta etapa ; Así pues tomaremos el valor de la disminución de GM y se la sumaremos al valor del KG del buque completo y este valor así corregido será el utilizado para el cálculo de brazos adrizantes.

$$KG' = KG + dGM = 11.83 \text{ m}$$

	dGM	GZc10°	GZc20°	GZc30°	GZc40°	GZc50°	GZc60°
Teórico	1.40	0.62	1.32	2.83	2.95	2.90	2.30
ARQnaval	1.127	1.075	1.297	2.118	2.635	2.536	1.885

Situaciones de Carga.

A continuación se muestran los resultados de los cálculos de estabilidad para las situaciones de carga exigidas por la administración:

-Situación 1: Salida, 100% de consumos cargado con carga homogénea al calado máximo.

-Situación 2: Llegada en la situación anterior con 10% de consumos.

-Situación 3: Salida en lastre con 100% de consumos, pero sin carga.

-Situación 4: Llegada en la situación anterior con 10% de consumos.

Cada situación de carga incluye un estudio de:

-Estado de los pesos que entran en juego.

-Curva de secciones.

-Situación de equilibrio.

-Hidrostáticas para esa situación.

-Estudio de condiciones específicas.

-Cálculos de estabilidad

-Curva GZ.

-Cumplimiento de criterios IMO.

-Resumen de datos incluyendo los valores GZ.

-Estudio de KG límites.

-Cálculos de Resistencia Longitudinal.

-Curva de momentos flectores y cortantes.

-Tabla resumen.

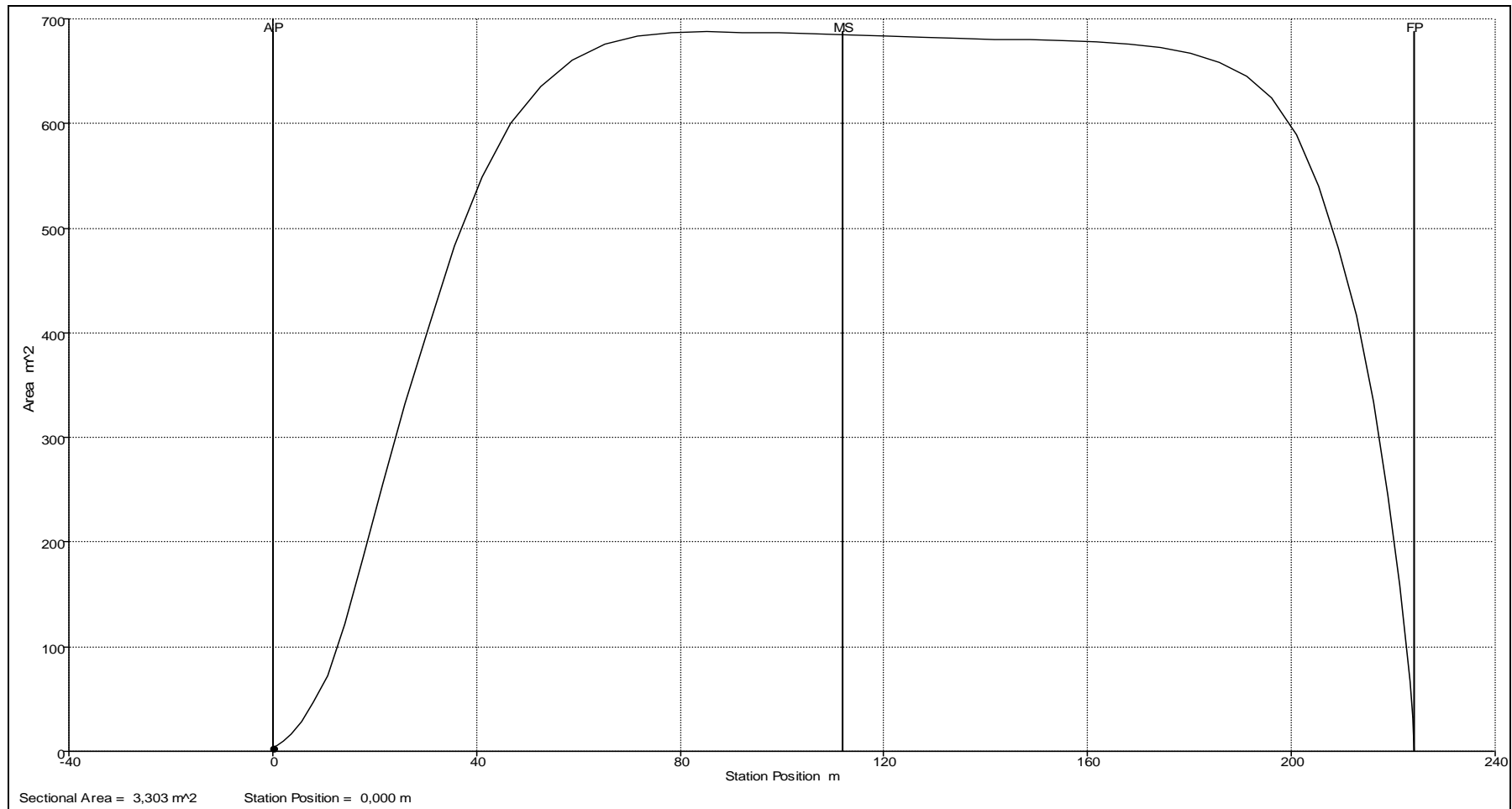
Estos cálculos han sido realizados con el programa Hydromax para Maxsurf.

SITUACIÓN 1

ESTADO DE PESOS

	Item Name	Quantity	Weight Tn	Long.Arm m	Vert.Arm m	FSMom. Tn*m
1	Lightship	1	19047	98,500	13,550	0,000
2	Pique popa	0%	0,0000	8,887	16,681	0,000
3	slop 1	0%	0,0000	37,892	11,926	0,000
4	slop 2	0%	0,0000	37,892	11,926	0,000
5	Tank 1	100%	8876	54,402	11,362	0,000
6	Tank 2	100%	8876	54,402	11,362	0,000
7	Tank3	100%	9013	83,250	11,250	0,000
8	Tank 4	100%	9013	83,250	11,250	0,000
9	Tank 5	100%	9013	112,250	11,250	0,000
10	Tank 6	100%	9013	112,250	11,250	0,000
11	Tank 7	100%	9013	141,250	11,250	0,000
12	Tank 8	100%	9013	141,250	11,250	0,000
13	Tank 9	100%	9013	170,250	11,250	0,000
14	Tank 10	100%	9013	170,250	11,250	0,000
15	Tank 11	100%	8563	198,699	11,368	0,000
16	Tank 12	100%	8563	198,699	11,368	0,000
17	Pique proa	0%	0,0000	217,806	12,047	0,000
18	D.F. slop 1	0%	0,0000	37,922	1,070	0,000
19	D.F. slop 2	0%	0,0000	37,922	1,070	0,000
20	D.F. 1	0%	0,0000	55,736	1,050	0,000
21	D.F. 2	0%	0,0000	55,736	1,050	0,000
22	D.F. 3	0%	0,0000	83,401	1,019	0,000
23	D.F. 4	0%	0,0000	83,401	1,019	0,000
24	D.F. 5	0%	0,0000	112,250	1,016	0,000
25	D.F. 6	0%	0,0000	112,250	1,016	0,000
26	D.F. 7	0%	0,0000	141,250	1,016	0,000
27	D.F. 8	0%	0,0000	141,250	1,016	0,000
28	D.F. 9	0%	0,0000	170,023	1,021	0,000
29	D.F. 10	0%	0,0000	170,023	1,021	0,000
30	D.F. 11	0%	0,0000	197,496	1,053	0,000
31	D.F. 12	0%	0,0000	197,496	1,053	0,000
32	D.C. slop 1	0%	0,0000	38,052	17,252	0,000
33	D.C.slop 2	0%	0,0000	38,052	17,252	0,000
34	D.C. 1	0%	0,0000	56,557	13,106	0,000
35	D.C. 2	0%	0,0000	56,557	13,106	0,000
36	D.C. 3	0%	0,0000	83,283	11,275	0,000
37	D.C. 4	0%	0,0000	83,283	11,275	0,000
38	D.C. 5	0%	0,0000	112,250	11,250	0,000
39	D.C. 6	0%	0,0000	112,250	11,250	0,000
40	D.C. 7	0%	0,0000	141,250	11,250	0,000
41	D.C. 8	0%	0,0000	141,250	11,250	0,000
42	D.C. 9	0%	0,0000	170,179	11,305	0,000
43	D.C. 10	0%	0,0000	170,179	11,305	0,000
44	D.C. 11	0%	0,0000	192,271	12,526	0,000
45	D.C. 12	0%	0,0000	192,271	12,526	0,000
46	D.F.CM 1	0%	0,0000	28,379	1,618	0,000
47	D.F.CM 2	0%	0,0000	28,379	1,618	0,000
48	Aceite	98%	81,1	18,500	18,970	0,000
49	Agua dul.Er	100%	108,0	29,500	18,250	0,000
50	Aguadul.Br	100%	108,0	29,500	18,250	0,000
51	Serv.diario	98%	51,3	24,500	18,970	0,000
52	combustible	98%	2600	33,790	12,528	0,000
53		Total	128981	LCG=120,02	VCG=11,666	0
54					FS corr.=0 m	

CURVA DE ÁREAS SECCIONALES



EQUILIBRIO

Loadcase - Loadcase1
 Damage Case – Intact
 Free to Trim

1	Draft Amidsh. m	15,279
2	Displacement tonne	128992
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	14,948
5	Draft at AP m	15,609
6	Draft at LCF m	15,268
7	Trim (+ve bow down) m	-0,661
8	WL Length m	224,008
9	WL Beam m	44,999
10	Wetted Area m ²	14175,999
11	Waterpl. Area m ²	8989,114
12	Prismatic Coeff.	0,817
13	Block Coeff.	0,802
14	Midship Area Coeff.	0,995
15	Waterpl. Area Coeff.	0,892
16	LCB to zero pt. m	120,016
17	LCF to zero pt. m	115,626
18	KB m	7,915
19	KG m	11,666
20	BMt m	10,956
21	BML m	245,407
22	GMt m	7,206
23	GML m	241,656
24	KMt m	18,872
25	KML m	253,323
26	Immersion (TPc) tonne/cm	92,156
27	MTc tonne.m	1391,556
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	16221,384

HIDROSTÁTICAS

Fixed Trim = -0,66 m
 Specific Gravity = 1,025

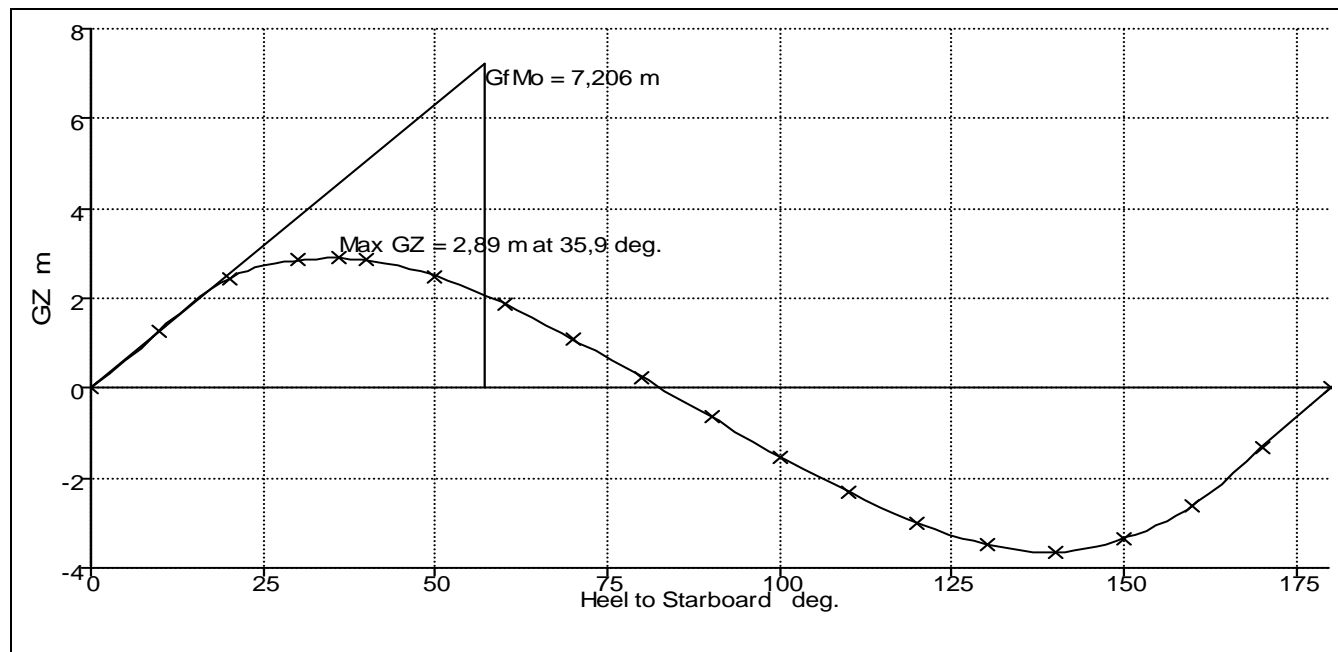
	Draft Amidsh. m	15,279
1	Displacement tonne	128995
2	Heel to Starboard degrees	0
3	Draft at FP m	14,949
4	Draft at AP m	15,609
5	Draft at LCF m	15,268
6	Trim (+ve bow down) m	-0,660
7	WL Length m	224,008
8	WL Beam m	44,999
9	Wetted Area m ²	14176,11
10	Waterpl. Area m ²	8989,104
11	Prismatic Coeff.	0,817
12	Block Coeff.	0,802
13	Midship Area Coeff.	0,995
14	Waterpl. Area Coeff.	0,892
15	LCB to zero pt. m	120,017
16	LCF to zero pt. m	115,626
17	KB m	7,916
18	KG m	11,660
19	BMt m	10,956
20	BML m	245,401
21	GMt m	7,235
22	GML m	241,680
23	KMt m	18,872
24	KML m	253,317
25	Immersion (TPc) tonne/cm	92,156
26	MTc tonne.m	1391,723
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	16288,59

CONDICIÓN ESPECÍFICA

Free to trim

1	Draft Amidsh. m	15,287
2	Displacement tonne	129071
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	14,955
5	Draft at AP m	15,620
6	Draft at LCF m	15,277
7	Trim (+ve bow down) m	-0,665
8	WL Length m	224,008
9	WL Beam m	44,999
10	Wetted Area m ²	14180,016
11	Waterpl. Area m ²	8989,628
12	Prismatic Coeff.	0,817
13	Block Coeff.	0,802
14	Midship Area Coeff.	0,995
15	Waterpl. Area Coeff.	0,892
16	LCB to zero pt. m	120,008
17	LCF to zero pt. m	115,621
18	KB m	7,920
19	KG m	11,660
20	BMt m	10,950
21	BML m	245,298
22	GMt m	7,210
23	GML m	241,558
24	KMt m	18,870
25	KML m	253,218
26	Immersion (TPc) tonne/cm	92,162
27	MTc tonne.m	1391,835
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	16241,929

CURVA DE ESTABILIDAD Y COMPROBACIÓN DE CRITERIOS IMO



Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status	
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0,055	0,912	Pass (to Stbd)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0,09	1,414	Pass (to Stbd)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0,03	0,502	Pass (to Stbd)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0,2	2,89	Pass (to Stbd)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	25	35,913	Pass (to Stbd)
6	IMO	GM	m	0,15	7,206	Pass (to Stbd)

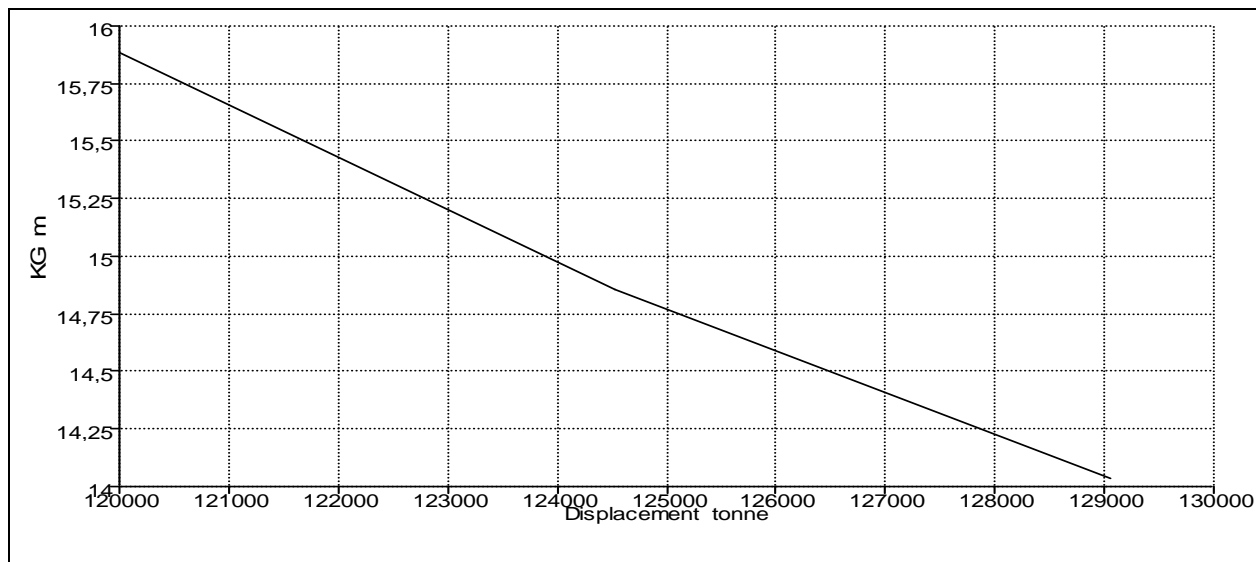
Cumple todos los criterios IMO.

RESUMEN DE ESTABILIDAD

	Heel to Starboard degrees	0	10	20	30	40	50
1	Displacement tonne	128984	128983	128990	128986	128983	128973
2	Draft at FP m	14,947	14,968	15,173	16,241	18,232	21,226
3	Draft at AP m	15,608	15,550	15,545	16,293	17,823	20,202
4	WL Length m	224,008	224,007	224,007	224,026	224,971	226,446
5	Immersed Depth m	15,567	18,579	21,479	24,450	27,353	29,709
6	WL Beam m	44,999	45,692	40,798	35,531	32,323	27,437
7	Wetted Area m ²	14175,578	14177,852	15041,222	15922,247	16425,734	16627,480
8	Waterpl. Area m ²	8989,068	9106,595	8186,490	7089,108	6321,173	5488,035
9	Prismatic Coeff.	0,817	0,818	0,825	0,837	0,845	0,848
10	Block Coeff.	0,802	0,662	0,641	0,646	0,633	0,682
11	LCB to zero pt. m	120,016	120,019	120,022	120,026	120,035	120,040
12	VCB from DWL m	7,339	7,379	7,654	8,649	10,053	11,480
13	GZ m	0,000	1,278	2,445	2,847	2,848	2,496
14	LCF to zero pt. m	115,626	115,847	116,984	118,165	118,926	119,148
15	TCF to zero pt. m	0,000	2,858	2,603	1,501	1,859	3,782

	60	70	80	90	120	150	180
1	128977	128980	128981	128980	128993	128972	128973
2	25,904	34,756	60,317	0,000	4,637	-5,013	-6,055
3	23,942	31,057	51,709	0,000	1,171	-6,741	-8,088
4	226,872	226,389	224,307	219,856	210,371	211,871	212,402
5	31,263	31,956	31,798	30,897	31,959	24,829	18,854
6	24,277	22,784	22,435	22,684	27,033	38,500	45,000
7	16729,157	16801,112	16861,887	16909,384	16984,107	16777,108	15974,945
8	4917,171	4564,059	4367,970	4310,089	5019,417	7307,309	8300,595
9	0,851	0,856	0,866	0,885	0,928	0,914	0,905
10	0,731	0,763	0,786	0,816	0,580	0,621	0,698
11	120,052	120,064	120,071	120,076	120,067	120,048	120,054
12	12,688	13,595	14,157	14,350	12,719	8,627	7,242
13	1,874	1,097	0,237	-0,651	-2,999	-3,343	0,000
14	119,063	118,899	118,693	118,475	116,289	117,865	121,432
15	5,872	7,829	9,554	10,992	13,048	9,860	0,00

ESTUDIO DE KG LÍMITES

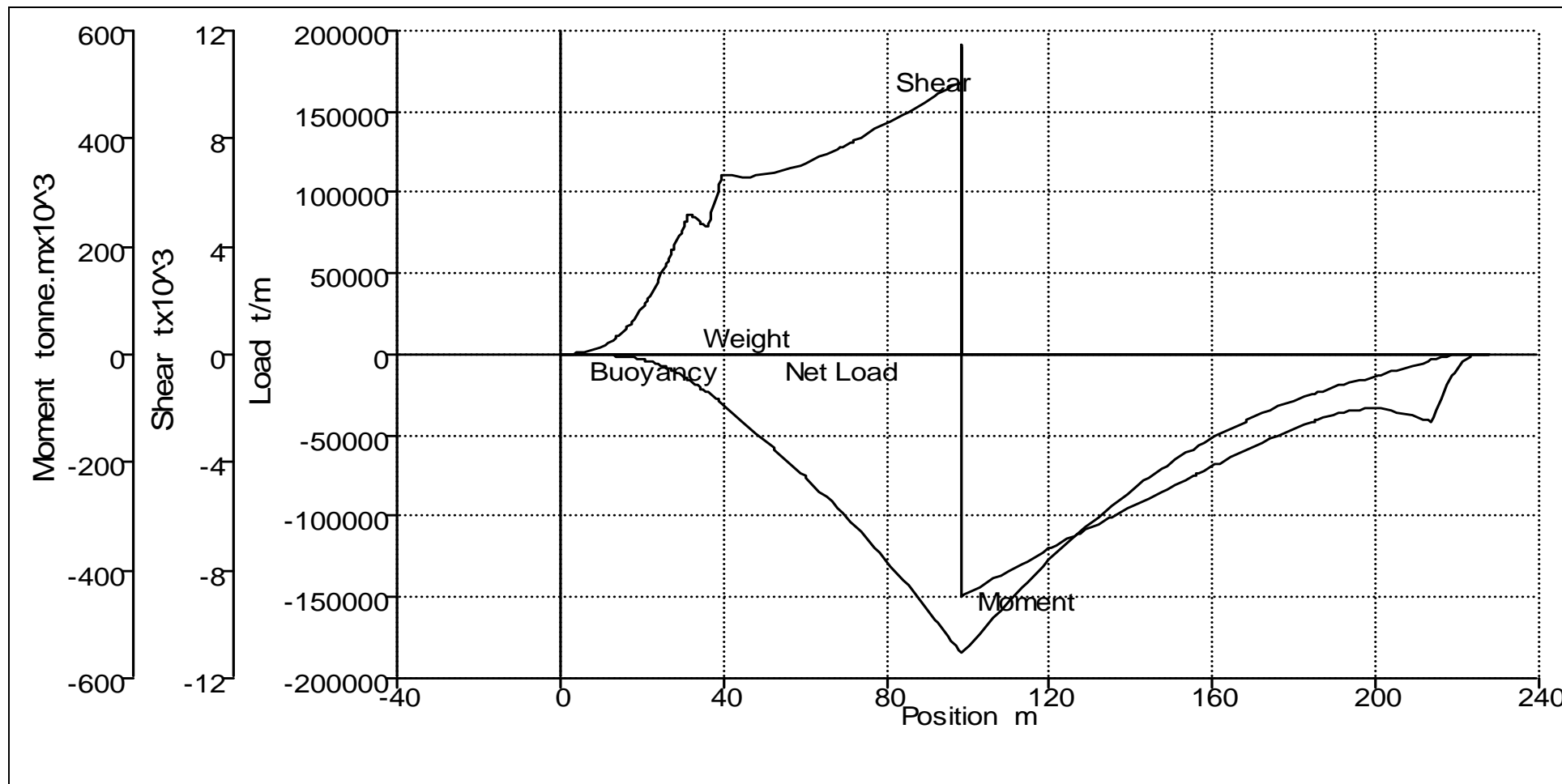


	Displacement tonne	Limit KG m	Criteria	Type
1	120000	15,886	IMO	Angle of GZ max
2	124525	14,853	IMO	Angle of GZ max
3	129050	14,032	IMO	Angle of GZ max

ESTUDIO DE RESISTENCIA LONGITUDINAL: TABLA RESUMEN.

	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m	Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
1	st 2	12,000	92,989	0,000	-92,989	0,447	-1,516
2	st 3	24,000	303,663	8,560	-295,104	2,702	-17,866
3	st 4	36,000	497,642	0,000	-497,642	4,707	-69,486
4	st 5	48,000	623,484	609,341	-14,143	6,611	-145,146
5	st 6	60,000	680,347	621,538	-58,809	7,066	-226,589
6	st 7	72,000	701,114	621,600	-79,514	7,917	-316,143
7	st 8	84,000	704,913	621,600	-83,313	8,901	-416,907
8	st 9	96,000	704,137	621,600	-82,537	9,897	-529,614
9	st 10	108,000	702,553	621,600	-80,953	-8,169	-473,253
10	st 11	120,000	700,918	621,600	-79,318	-7,208	-380,932
11	st 12	132,000	699,283	621,600	-77,683	-6,267	-300,032
12	st 13	144,000	697,648	621,600	-76,048	-5,345	-230,319
13	st 14	156,000	695,963	621,600	-74,363	-4,443	-171,556
14	st 15	168,000	692,666	621,600	-71,066	-3,569	-123,480
15	st 16	180,000	683,570	621,600	-61,970	-2,764	-85,548
16	st 17	192,000	658,175	621,571	-36,604	-2,148	-56,331
17	st 18	204,000	567,882	598,812	30,930	-2,081	-31,739
18	st 19	216,000	345,654	0,000	-345,654	-1,636	-4,959
19	st 20	228,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

ESTUDIO DE RESISTENCIA LONGITUDINAL: CURVA DE MOMENTOS FLECTORES Y CORTANTE.

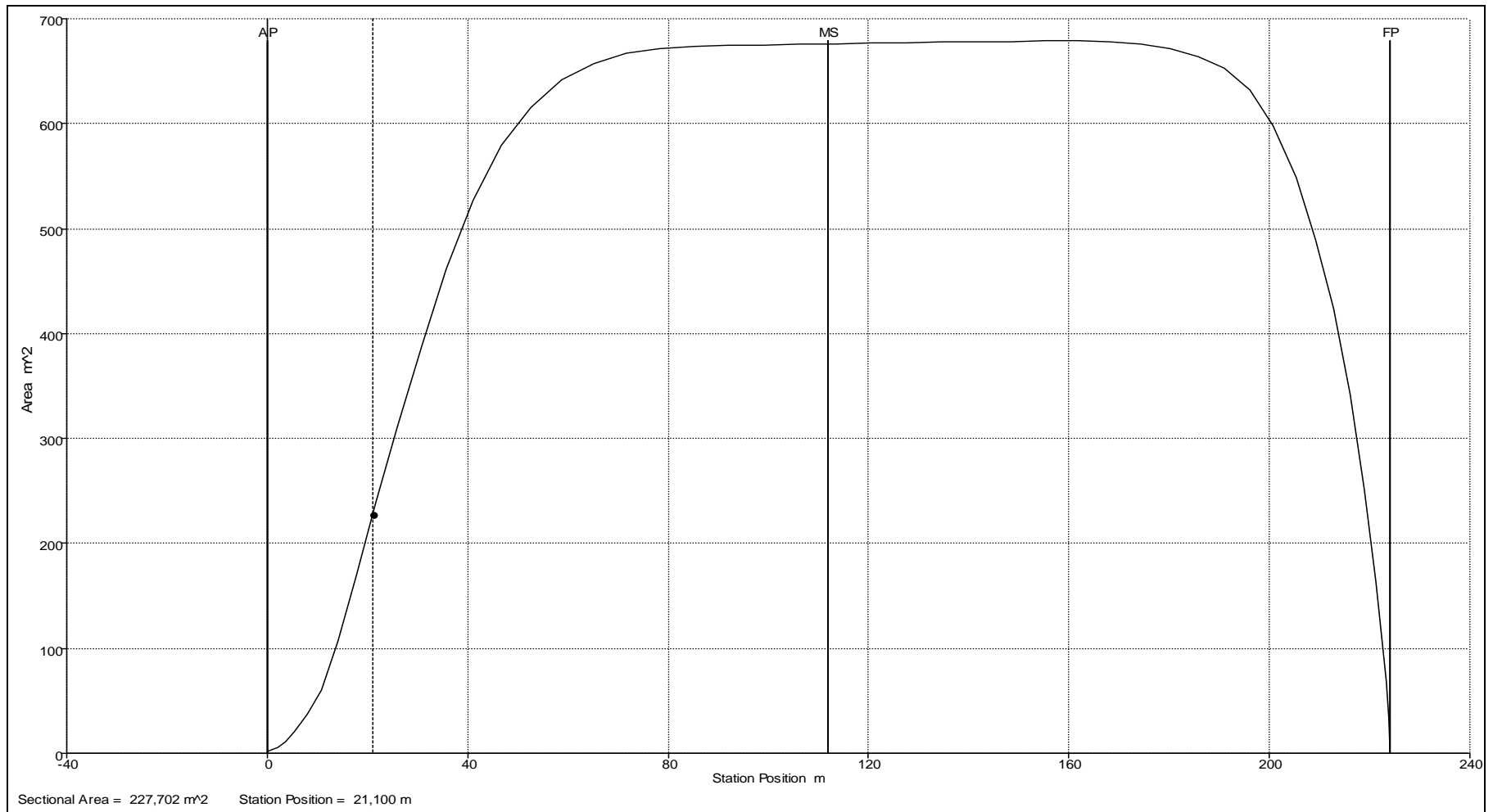


SITUACIÓN 2

ESTADO DE PESOS

	Item Name	Quantity	Weight Tn	Long.Arm m	Vert.Arm m	FSMom.Tnm
1	Lightship	1	19047	98,500	13,550	0,000
2	Pique popa	0%	0,0000	8,887	16,681	0,000
3	slop 1	50%	524	37,908	7,512	2100,000
4	slop 2	50%	524	37,908	7,512	2100,000
5	Tank 1	100%	8876	54,402	11,362	0,000
6	Tank 2	100%	8876	54,402	11,362	0,000
7	Tank3	100%	9013	83,250	11,250	0,000
8	Tank 4	100%	9013	83,250	11,250	0,000
9	Tank 5	100%	9013	112,250	11,250	0,000
10	Tank 6	100%	9013	112,250	11,250	0,000
11	Tank 7	100%	9013	141,250	11,250	0,000
12	Tank 8	100%	9013	141,250	11,250	0,000
13	Tank 9	100%	9013	170,250	11,250	0,000
14	Tank 10	100%	9013	170,250	11,250	0,000
15	Tank 11	100%	8563	198,699	11,368	0,000
16	Tank 12	100%	8563	198,699	11,368	0,000
17	Pique proa	0%	0,0000	217,806	12,047	0,000
18	D.F. slop 1	0%	0,0000	37,922	1,070	0,000
19	D.F. slop 2	0%	0,0000	37,922	1,070	0,000
20	D.F. 1	0%	0,0000	55,736	1,050	0,000
21	D.F. 2	0%	0,0000	55,736	1,050	0,000
22	D.F. 3	0%	0,0000	83,401	1,019	0,000
23	D.F. 4	0%	0,0000	83,401	1,019	0,000
24	D.F. 5	0%	0,0000	112,250	1,016	0,000
25	D.F. 6	0%	0,0000	112,250	1,016	0,000
26	D.F. 7	0%	0,0000	141,250	1,016	0,000
27	D.F. 8	0%	0,0000	141,250	1,016	0,000
28	D.F. 9	0%	0,0000	170,023	1,021	0,000
29	D.F. 10	0%	0,0000	170,023	1,021	0,000
30	D.F. 11	0%	0,0000	197,496	1,053	0,000
31	D.F. 12	0%	0,0000	197,496	1,053	0,000
32	D.C. slop 1	0%	0,0000	38,052	17,252	0,000
33	D.C.slop 2	0%	0,0000	38,052	17,252	0,000
34	D.C. 1	0%	0,0000	56,557	13,106	0,000
35	D.C. 2	0%	0,0000	56,557	13,106	0,000
36	D.C. 3	0%	0,0000	83,283	11,275	0,000
37	D.C. 4	0%	0,0000	83,283	11,275	0,000
38	D.C. 5	0%	0,0000	112,250	11,250	0,000
39	D.C. 6	0%	0,0000	112,250	11,250	0,000
40	D.C. 7	0%	0,0000	141,250	11,250	0,000
41	D.C. 8	0%	0,0000	141,250	11,250	0,000
42	D.C. 9	0%	0,0000	170,179	11,305	0,000
43	D.C. 10	0%	0,0000	170,179	11,305	0,000
44	D.C. 11	0%	0,0000	192,271	12,526	0,000
45	D.C. 12	0%	0,0000	192,271	12,526	0,000
46	D.F.CM 1	0%	0,0000	28,379	1,618	0,000
47	D.F.CM 2	0%	0,0000	28,379	1,618	0,000
48	Aceite	10%	8,28	18,500	17,650	57,500
49	Agua dul.Er	10%	10,80	29,500	16,225	72,000
50	Aguadul.Br	10%	10,80	29,500	16,225	72,000
51	Serv.diario	10%	5,24	24,500	17,650	13,095
52	combustible	10%	264,8	33,833	4,322	27988,327
53		Total Weig	127380	LCG=121,165	VCG=11,582	32402,922
54					FS corr.=0,254	VCGFluid=11.83

CURVA DE ÁREAS SECCIONALES



EQUILIBRIO

Loadcase - Loadcase2
 Damage Case – Intact
 Free to Trim
 Specific Gravity = 1,025

1	Draft Amidsh. m	15,086
2	Displacement tonne	127373
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	15,254
5	Draft at AP m	14,918
6	Draft at LCF m	15,092
7	Trim (+ve bow down) m	0,336
8	WL Length m	224,007
9	WL Beam m	44,999
10	Wetted Area m ²	14077,504
11	Waterpl. Area m ²	8958,373
12	Prismatic Coeff.	0,817
13	Block Coeff.	0,809
14	Midship Area Coeff.	0,995
15	Waterpl. Area Coeff.	0,889
16	LCB to zero pt. m	121,170
17	LCF to zero pt. m	115,908
18	KB m	7,822
19	KG m	11,836
20	BMt m	11,055
21	BML m	246,036
22	GMt m	7,041
23	GML m	242,022
24	KMt m	18,877
25	KML m	253,858
26	Immersion (TPc) tonne/cm	91,841
27	MTc tonne.m	1376,170
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	15652,738

HIDROSTÁTICAS

Fixed Trim = 0,336 m
 Specific Gravity = 1,025

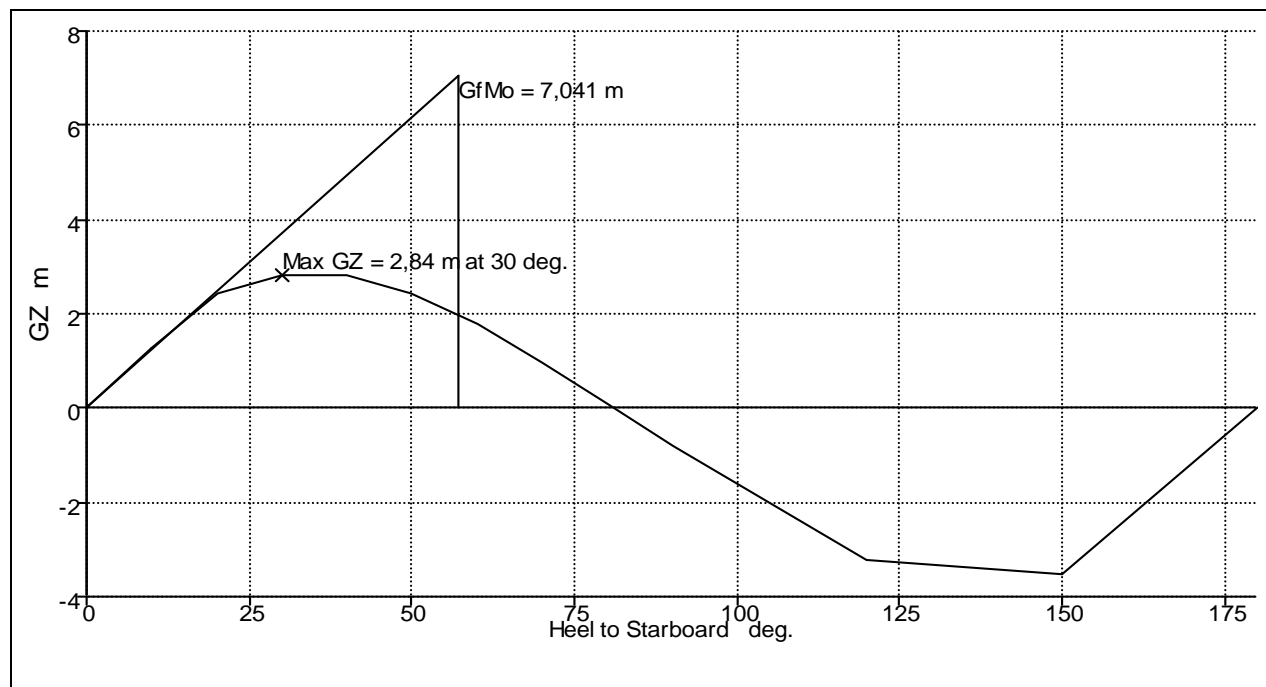
	Draft Amidsh. m	15,086
1	Displacement tonne	127373
2	Heel to Starboard degrees	0
3	Draft at FP m	15,254
4	Draft at AP m	14,918
5	Draft at LCF m	15,092
6	Trim (+ve bow down) m	0,336
7	WL Length m	224,007
8	WL Beam m	44,999
9	Wetted Area m ²	14077,476
10	Waterpl. Area m ²	8958,370
11	Prismatic Coeff.	0,817
12	Block Coeff.	0,809
13	Midship Area Coeff.	0,995
14	Waterpl. Area Coeff.	0,889
15	LCB to zero pt. m	121,170
16	LCF to zero pt. m	115,908
17	KB m	7,822
18	KG m	11,582
19	BMt m	11,055
20	BML m	246,037
21	GMt m	7,282
22	GML m	242,263
23	KMt m	18,878
24	KML m	253,859
25	Immersion (TPc) tonne/cm	91,841
26	MTc tonne.m	1377,536
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) T	16187,048

CONDICIÓN ESPECÍFICA

Fixed Trim = 0.336
 Specific Gravity = 1.025

	Draft Amidsh. m	15,082
1	Displacement tonne	127333
2	Heel to Starboard degrees	0
3	Draft at FP m	15,248
4	Draft at AP m	14,915
5	Draft at LCF m	15,088
6	Trim (+ve bow down) m	0,334
7	WL Length m	224,007
8	WL Beam m	44,999
9	Wetted Area m ²	14075,503
10	Waterpl. Area m ²	8958,176
11	Prismatic Coeff.	0,817
12	Block Coeff.	0,809
13	Midship Area Coeff.	0,995
14	Waterpl. Area Coeff.	0,889
15	LCB to zero pt. m	121,169
16	LCF to zero pt. m	115,910
17	KB m	7,820
18	KG m	11,528
19	BMt m	11,058
20	BML m	246,098
21	GMt m	7,350
22	GML m	242,390
23	KMt m	18,878
24	KML m	253,919
25	Immersion (TPc) tonne/cm	91,839
26	MTc tonne.m	1377,829
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	16334,476
28		

CURVA DE ESTABILIDAD Y COMPROBACIÓN DE CRITERIOS IMO



	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0,055	0,889	Pass (to Stbd)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0,09	1,384	Pass (to Stbd)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0,03	0,495	Pass (to Stbd)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0,2	2,84	Pass (to Stbd)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	25	30	Pass (to Stbd)
6	IMO	GM	m	0,15	7,041	Pass (to Stbd)

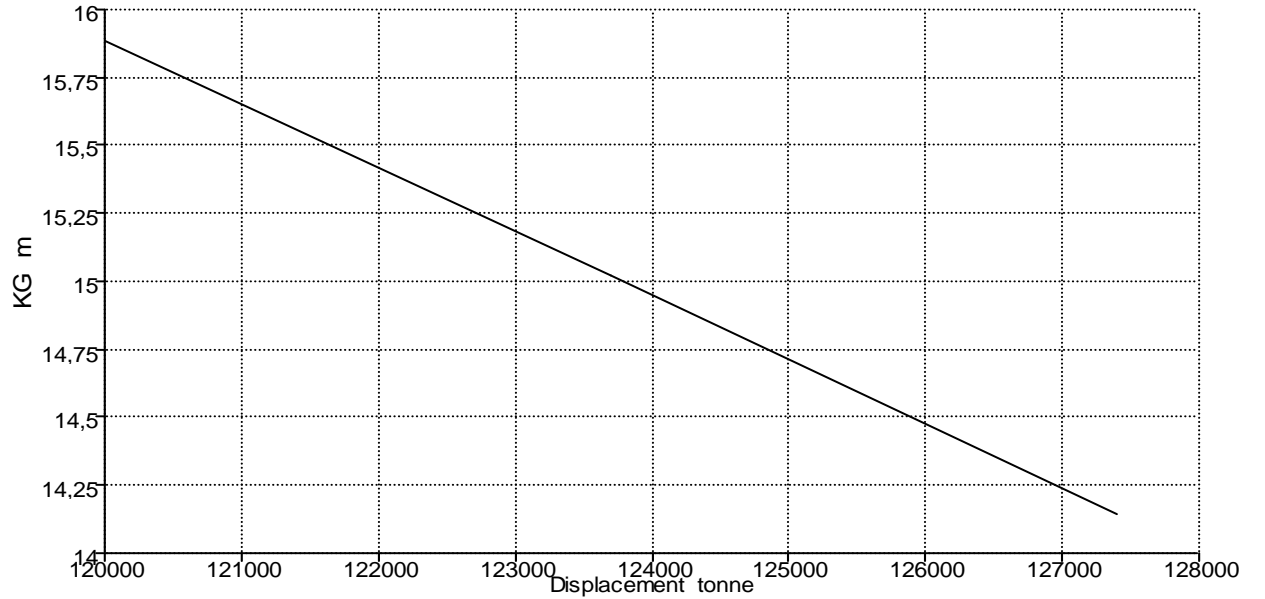
Cumple todos los criterios IMO.

RESUMEN DE ESTABILIDAD

	Heel to Starboard degrees	0	10	20	30	40	50
1	Displacement tonne	127370	127379	127379	127374	127374	127371
2	Draft at FP m	15,254	15,277	15,517	16,671	18,797	21,993
3	Draft at AP m	14,918	14,855	14,747	15,280	16,503	18,398
4	WL Length m	224,007	224,007	224,008	224,173	225,180	226,597
5	Immersed Depth m	15,237	18,424	21,385	24,427	27,342	29,694
6	WL Beam m	44,999	45,692	41,555	36,410	32,568	27,439
7	Wetted Area m ²	14077,321	14080,318	14859,300	15746,786	16252,105	16442,678
8	Waterpl. Area m ²	8958,351	9074,759	8273,663	7171,297	6374,003	5520,112
9	Prismatic Coeff.	0,817	0,817	0,819	0,826	0,831	0,833
10	Block Coeff.	0,809	0,659	0,624	0,623	0,620	0,673
11	LCB to zero pt. m	121,171	121,172	121,179	121,187	121,205	121,213
12	VCB from DWL m	7,277	7,319	7,578	8,552	9,944	11,352
13	GZ m	0,000	1,250	2,423	2,840	2,831	2,449
14	LCF to zero pt. m	115,908	116,142	116,310	117,238	117,837	118,008
15	TCF to zero pt. m	0,000	2,844	2,842	1,681	2,078	4,003

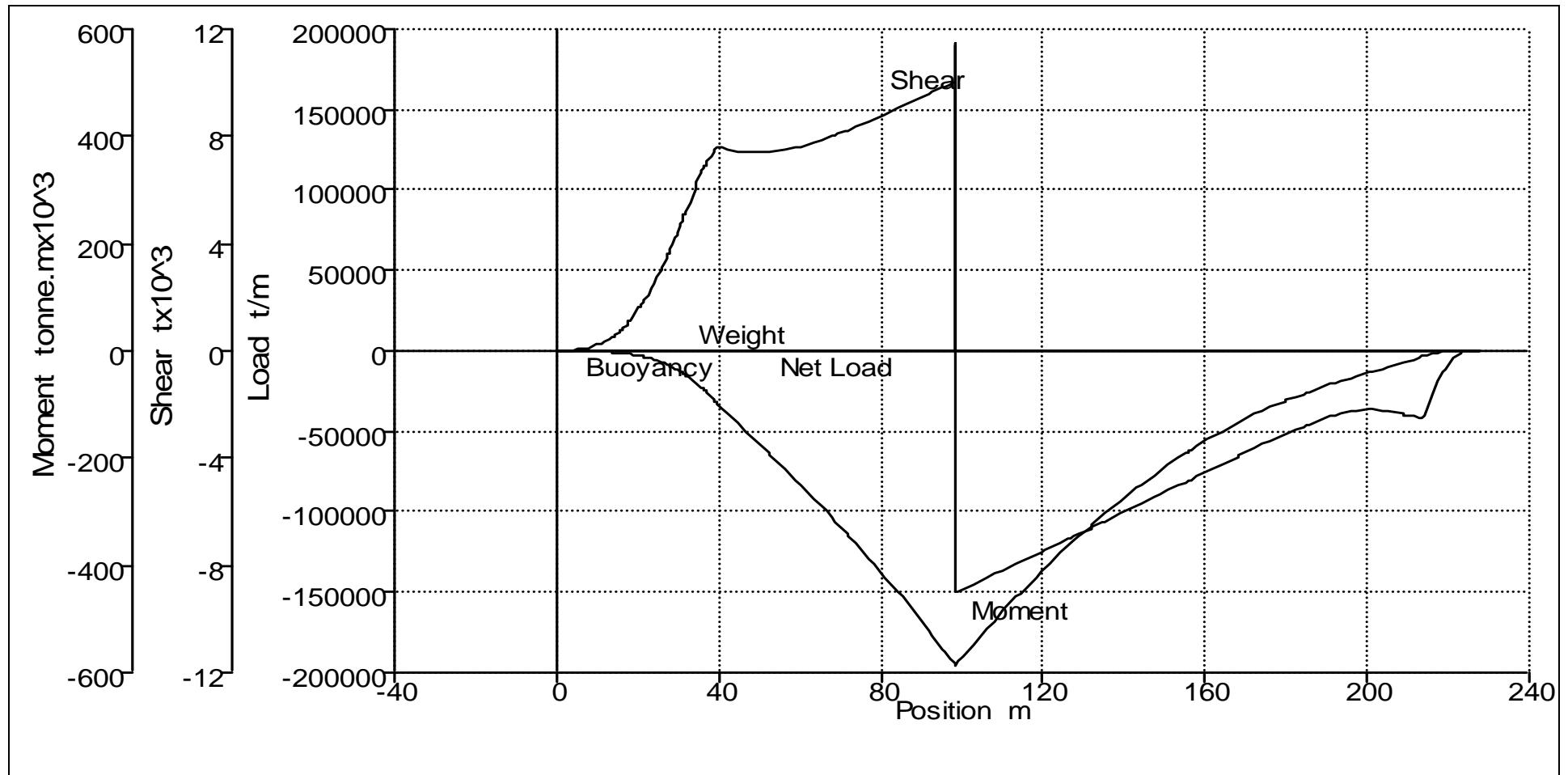
	60	70	80	90	120	150	180
1	127378	127383	127385	127381	127390	127374	127372
2	27,011	36,509	63,947	0,000	5,754	-4,529	-5,640
3	21,352	26,981	43,332	0,000	-1,353	-7,787	-8,987
4	226,842	226,175	224,864	221,489	212,062	211,961	212,664
5	31,258	31,979	31,869	31,190	32,226	25,052	19,147
6	24,278	22,662	22,275	22,463	27,024	39,814	45,000
7	16542,441	16612,834	16668,538	16710,290	16772,633	16621,753	15869,700
8	4946,254	4592,769	4401,910	4346,436	5090,971	7414,641	8349,278
9	0,837	0,842	0,849	0,864	0,904	0,895	0,882
10	0,722	0,758	0,778	0,801	0,533	0,588	0,678
11	121,239	121,259	121,270	121,275	121,257	121,202	121,202
12	12,545	13,442	13,999	14,191	12,595	8,541	7,140
13	1,792	0,981	0,090	-0,825	-3,215	-3,523	0,000
14	117,843	117,549	117,222	117,010	114,241	116,233	120,696
15	6,041	7,940	9,609	10,980	12,825	9,824	0,000

ESTUDIO DE KG LÍMITES



	Displacement tonne	Limit KG m	Criteria	Type
1	120000	15,886	IMO	Angle of GZ max
2	123700	15,019	IMO	Angle of GZ max
3	127400	14,141	IMO	Angle of GZ max

ESTUDIO DE RESISTENCIA LONGITUDINAL: CURVA DE MOMENTOS FLECTORES Y CORTANTE.



ESTUDIO DE RESISTENCIA LONGITUDINAL: TABLA RESUMEN.

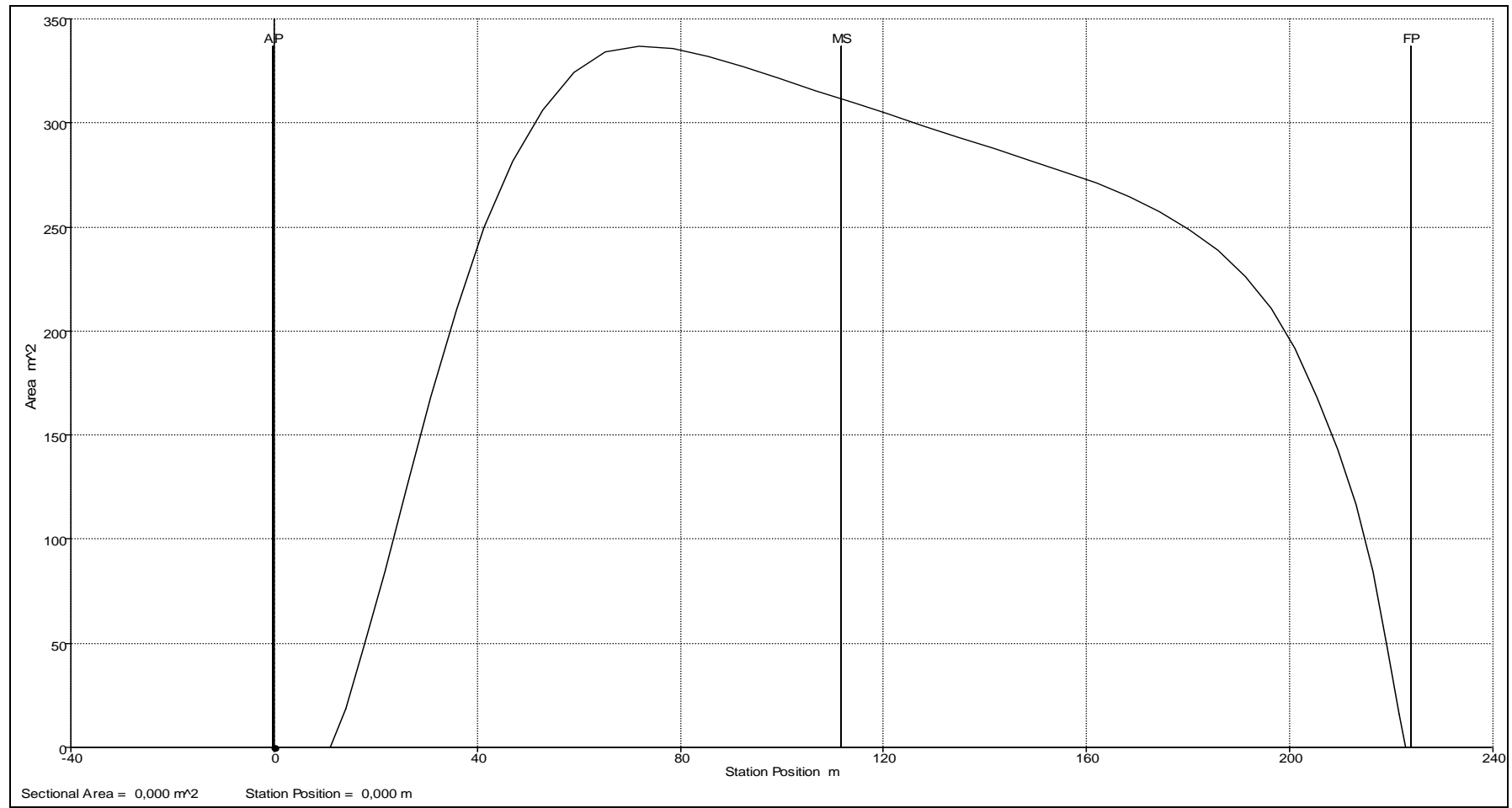
	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m		Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
1	st 2	12,000	79,971	0,000	-79,971	1	0,356	-1,322
2	st 3	24,000	283,865	0,871	-282,994	2	2,503	-16,089
3	st 4	36,000	475,131	264,117	-211,013	3	6,807	-70,718
4	st 5	48,000	601,693	609,341	7,648	4	7,396	-159,575
5	st 6	60,000	660,800	621,538	-39,262	5	7,603	-249,097
6	st 7	72,000	684,017	621,600	-62,417	6	8,235	-343,916
7	st 8	84,000	690,279	621,600	-68,679	7	9,030	-447,485
8	st 9	96,000	691,967	621,600	-70,367	8	9,866	-560,890
9	st 10	108,000	692,846	621,600	-71,246	9	-8,331	-503,473
10	st 11	120,000	693,674	621,600	-72,074	10	-7,471	-408,698
11	st 12	132,000	694,502	621,600	-72,902	11	-6,600	-324,301
12	st 13	144,000	695,330	621,600	-73,730	12	-5,720	-250,403
13	st 14	156,000	696,108	621,600	-74,508	13	-4,830	-187,122
14	st 15	168,000	695,274	621,600	-73,674	14	-3,938	-134,548
15	st 16	180,000	688,630	621,600	-67,030	15	-3,087	-92,494
16	st 17	192,000	665,596	621,571	-44,025	16	-2,394	-59,882
17	st 18	204,000	576,810	598,812	22,002	17	-2,226	-32,955
18	st 19	216,000	353,064	0,000	-353,064	18	-1,678	-5,090
19	st 20	228,000	0,000	0,000	0,000	19	0,000	0,000

SITUACIÓN 3

ESTADO DE PESOS

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	FS Mom
1	Lightship	1	19047	98,500	13,550	0,000
2	Pique popa	0%	0,0000	8,887	16,681	0,000
3	slop 1	0%	0,0000	37,892	11,926	0,000
4	slop 2	0%	0,0000	37,892	11,926	0,000
5	Tank 1	0%	0,0000	54,402	11,362	0,000
6	Tank 2	0%	0,0000	54,402	11,362	0,000
7	Tank3	0%	0,0000	83,250	11,250	0,000
8	Tank 4	0%	0,0000	83,250	11,250	0,000
9	Tank 5	0%	0,0000	112,250	11,250	0,000
10	Tank 6	0%	0,0000	112,250	11,250	0,000
11	Tank 7	0%	0,0000	141,250	11,250	0,000
12	Tank 8	0%	0,0000	141,250	11,250	0,000
13	Tank 9	0%	0,0000	170,250	11,250	0,000
14	Tank 10	0%	0,0000	170,250	11,250	0,000
15	Tank 11	0%	0,0000	198,699	11,368	0,000
16	Tank 12	0%	0,0000	198,699	11,368	0,000
17	Pique proa	100%	3632	217,806	12,047	0,000
18	D.F. slop 1	100%	76,5	37,922	1,070	0,000
19	D.F. slop 2	100%	76,5	37,922	1,070	0,000
20	D.F. 1	100%	950	55,736	1,050	0,000
21	D.F. 2	100%	950	55,736	1,050	0,000
22	D.F. 3	100%	1274	83,401	1,019	0,000
23	D.F. 4	100%	1274	83,401	1,019	0,000
24	D.F. 5	100%	1296	112,250	1,016	0,000
25	D.F. 6	100%	1296	112,250	1,016	0,000
26	D.F. 7	100%	1296	141,250	1,016	0,000
27	D.F. 8	100%	1296	141,250	1,016	0,000
28	D.F. 9	100%	1258	170,023	1,021	0,000
29	D.F. 10	100%	1258	170,023	1,021	0,000
30	D.F. 11	100%	920	197,496	1,053	0,000
31	D.F. 12	100%	920	197,496	1,053	0,000
32	D.C. slop 1	100%	39,15	38,052	17,252	0,000
33	D.C.slop 2	100%	39,15	38,052	17,252	0,000
34	D.C. 1	100%	947	56,557	13,106	0,000
35	D.C. 2	100%	947	56,557	13,106	0,000
36	D.C. 3	100%	1316	83,283	11,275	0,000
37	D.C. 4	100%	1316	83,283	11,275	0,000
38	D.C. 5	100%	1320	112,250	11,250	0,000
39	D.C. 6	100%	1320	112,250	11,250	0,000
40	D.C. 7	100%	1320	141,250	11,250	0,000
41	D.C. 8	100%	1320	141,250	11,250	0,000
42	D.C. 9	100%	1311	170,179	11,305	0,000
43	D.C. 10	100%	1311	170,179	11,305	0,000
44	D.C. 11	100%	566	192,271	12,526	0,000
45	D.C. 12	100%	566	192,271	12,526	0,000
46	D.F.CM 1	100%	349,1	28,379	1,618	0,000
47	D.F.CM 2	100%	349,1	28,379	1,618	0,000
48	Aceite	98%	81,1	18,500	18,970	0,000
49	Agua dul.Er	100%	108,0	29,500	18,250	0,000
50	Aguadul.Br	100%	108,0	29,500	18,250	0,000
51	Serv.diario	98%	51,3	24,500	18,970	0,000
52	combust	98%	2600	33,790	12,528	0,000
53		Total W	54106	LCG=114,93	VCG=9,529	0
54			VCG fluid=9,529 m		FS corr.=0	

CURVA DE ÁREAS SECCIONALES



EQUILIBRIO

Free to trim
Specific gravity

.....

1	Draft Amidsh. m	6,976
2	Displacement tonne	54111
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	4,985
5	Draft at AP m	8,967
6	Draft at LCF m	6,814
7	Trim (+ve bow down) m	-3,983
8	WL Length m	212,322
9	WL Beam m	45,000
10	Wetted Area m ²	10248,174
11	Waterpl. Area m ²	8320,453
12	Prismatic Coeff.	0,737
13	Block Coeff.	0,634
14	Midship Area Coeff.	0,975
15	Waterpl. Area Coeff.	0,871
16	LCB to zero pt. m	114,814
17	LCF to zero pt. m	121,113
18	KB m	3,582
19	KG m	9,529
20	BMt m	23,880
21	BML m	467,422
22	GMt m	17,931
23	GML m	461,473
24	KMt m	27,462
25	KML m	471,004
26	Immersion (TPc) tonne/cm	85,301
27	MTc tonne.m	1114,731
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	16933,67

HIDROSTÁTICAS

Fixed Trim = -3,98
Specific Gravity = 1,025

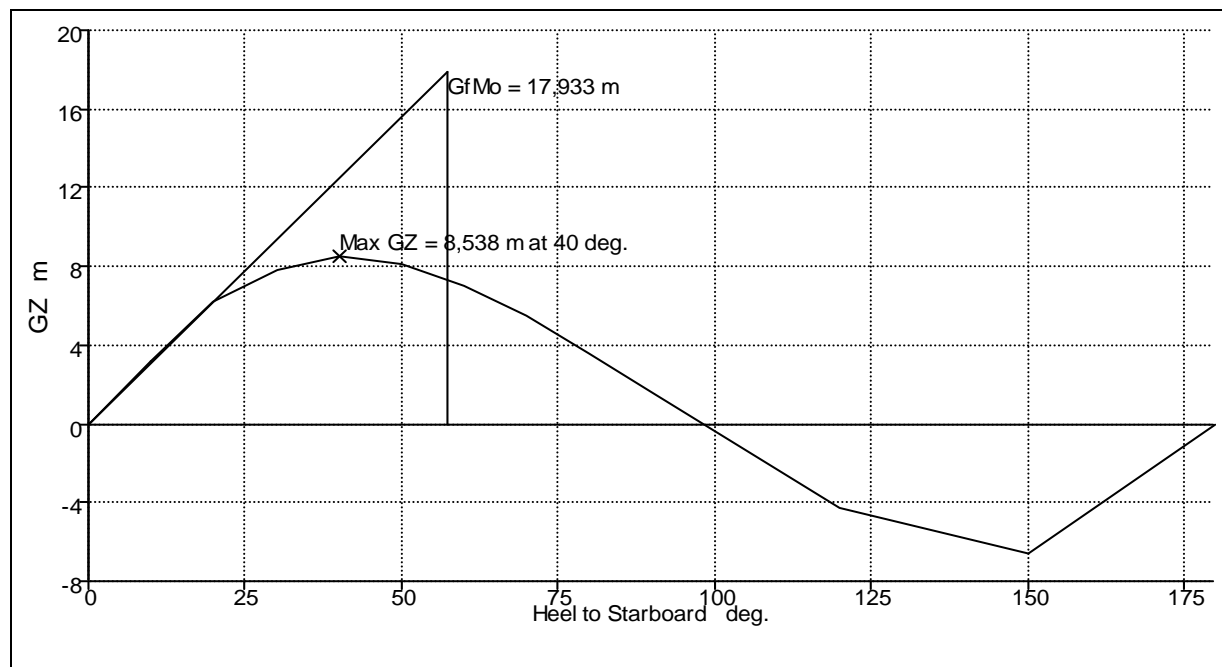
	Draft Amidsh. M	6,976
1	Displacement tonne	54111
2	Heel to Starboard degrees	0
3	Draft at FP m	4,984
4	Draft at AP m	8,968
5	Draft at LCF m	6,814
6	Trim (+ve bow down) m	-3,983
7	WL Length m	212,322
8	WL Beam m	45,000
9	Wetted Area m ²	10248,214
10	Waterpl. Area m ²	8320,469
11	Prismatic Coeff.	0,737
12	Block Coeff.	0,634
13	Midship Area Coeff.	0,975
14	Waterpl. Area Coeff.	0,871
15	LCB to zero pt. m	114,813
16	LCF to zero pt. m	121,113
17	KB m	3,582
18	KG m	9,529
19	BMt m	23,880
20	BML m	467,420
21	GMt m	17,984
22	GML m	461,524
23	KMt m	27,462
24	KML m	471,002
25	Immersion (TPc) tonne/cm	85,301
26	MTc tonne.m	1114,865
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	16983,433

CONDICIÓN ESPECÍFICA

Fixed Trim = -3,983 m
Specific Gravity = 1,025

1	Draft Amidsh. m	6,976
2	Displacement tonne	54111
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	4,985
5	Draft at AP m	8,967
6	Draft at LCF m	6,814
7	Trim (+ve bow down) m	-3,983
8	WL Length m	212,322
9	WL Beam m	45,000
10	Wetted Area m ²	10248,174
11	Waterpl. Area m ²	8320,453
12	Prismatic Coeff.	0,737
13	Block Coeff.	0,634
14	Midship Area Coeff.	0,975
15	Waterpl. Area Coeff.	0,871
16	LCB to zero pt. m	114,814
17	LCF to zero pt. m	121,113
18	KB m	3,582
19	KG m	9,529
20	BMt m	23,880
21	BML m	467,422
22	GMt m	17,931
23	GML m	461,473
24	KMt m	27,462
25	KML m	471,004
26	Immersion (TPc) tonne/cm	85,301
27	MTc tonne.m	1114,731
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	16933,67

CURVA DE ESTABILIDAD Y COMPROBACIÓN DE CRITERIOS IMO



	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0,055	2,316	Pass (to Stbd)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0,09	3,747	Pass (to Stbd)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0,03	1,431	Pass (to Stbd)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0,2	8,158	Pass (to Stbd)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	25	40	Pass (to Stbd)
6	IMO	GM	m	0,15	17,933	Pass (to Stbd)

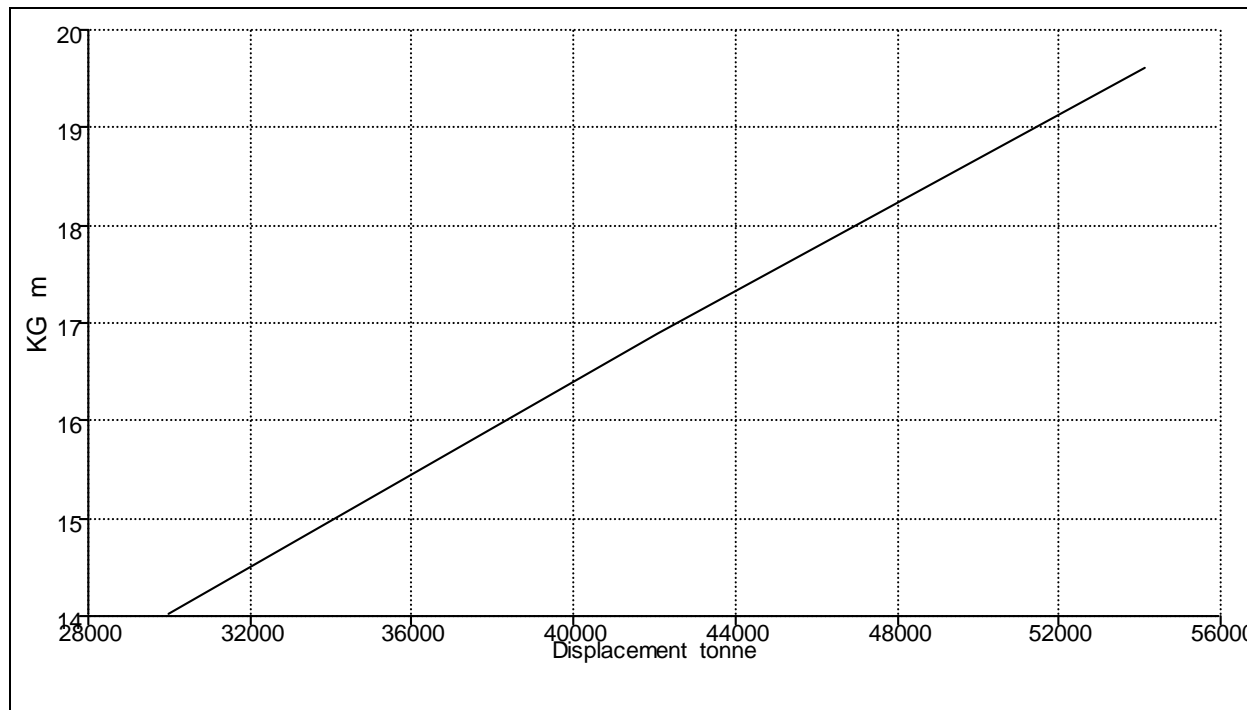
Cumple todos los criterios IMO

RESUMEN DE ESTABILIDAD

	Heel to Starboard degrees	0	10	20	30	40	50
1	Displacement tonne	54107	54102	54102	54101	54106	54107
2	Draft at FP m	4,984	4,975	4,748	3,595	1,306	-2,318
3	Draft at AP m	8,967	8,883	8,621	7,798	6,239	4,255
4	WL Length m	212,321	212,336	212,222	211,519	210,374	209,733
5	Immersed Depth m	8,717	10,803	13,679	15,653	16,736	17,298
6	WL Beam m	45,000	45,694	45,009	39,415	32,718	28,475
7	Wetted Area m ²	10247,961	10261,410	10018,873	9398,170	9185,575	9185,118
8	Waterpl. Area m ²	8320,401	8397,783	8024,734	7213,365	6482,624	5565,570
9	Prismatic Coeff.	0,737	0,743	0,758	0,773	0,779	0,784
10	Block Coeff.	0,634	0,503	0,404	0,404	0,458	0,511
11	LCB to zero pt. m	114,813	114,835	114,833	114,798	114,773	114,723
12	VCB from DWL m	3,343	3,613	4,328	4,926	5,279	5,651
13	GZ m	0,000	3,157	6,179	7,863	8,538	8,158
14	LCF to zero pt. m	121,113	120,562	118,235	115,784	116,228	115,955
15	TCF to zero pt. m	0,000	1,709	5,168	10,042	12,767	13,206

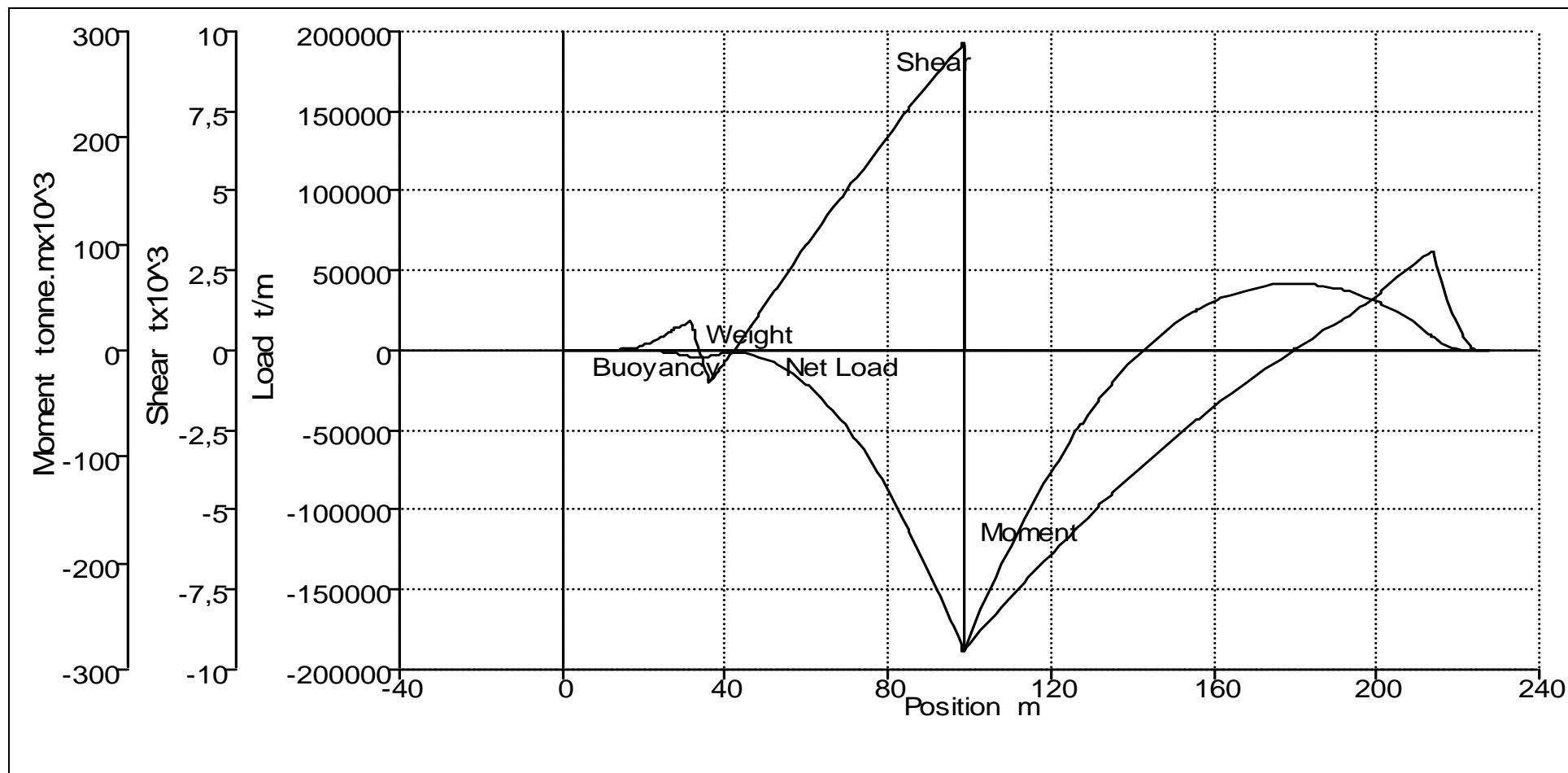
	60	70	80	90	120	150	180
1	54108	54102	54111	54104	54110	54111	54102
2	-8,018	-18,816	-49,993	0,000	-29,222	-17,571	-15,890
3	1,284	-4,385	-20,878	0,000	-21,486	-15,327	-14,937
4	210,900	212,183	214,526	220,161	226,675	224,482	224,009
5	17,386	16,996	16,201	15,611	18,307	15,701	9,064
6	26,090	24,679	23,027	22,121	24,277	35,745	44,999
7	9182,458	9176,108	9212,632	9232,566	9419,994	10242,488	12050,828
8	4977,178	4581,795	4386,957	4302,367	4907,099	6991,643	8964,248
9	0,781	0,779	0,775	0,760	0,763	0,839	0,895
10	0,552	0,593	0,659	0,694	0,524	0,419	0,578
11	114,677	114,637	114,611	114,605	114,696	114,841	114,910
12	6,034	6,350	6,562	6,649	6,167	4,978	2,944
13	7,043	5,471	3,610	1,588	-4,301	-6,618	0,000
14	115,695	116,305	117,025	116,883	117,838	116,812	115,992
15	13,241	12,900	12,144	10,979	5,721	1,437	0,000

ESTUDIO DE KG LÍMITES



	Displacement tonne	Limit KG m	Criteria	Type
1	30000	14,018	IMO	Angle of GZ max
2	42056	16,891	IMO	Angle of GZ max
3	54111	19,618	IMO	Angle of GZ max

ESTUDIO DE RESISTENCIA LONGITUDINAL: CURVA DE MOMENTOS FLECTORES Y CORTANTE.



ESTUDIO DE RESISTENCIA LONGITUDINAL: TABLA RESUMEN.

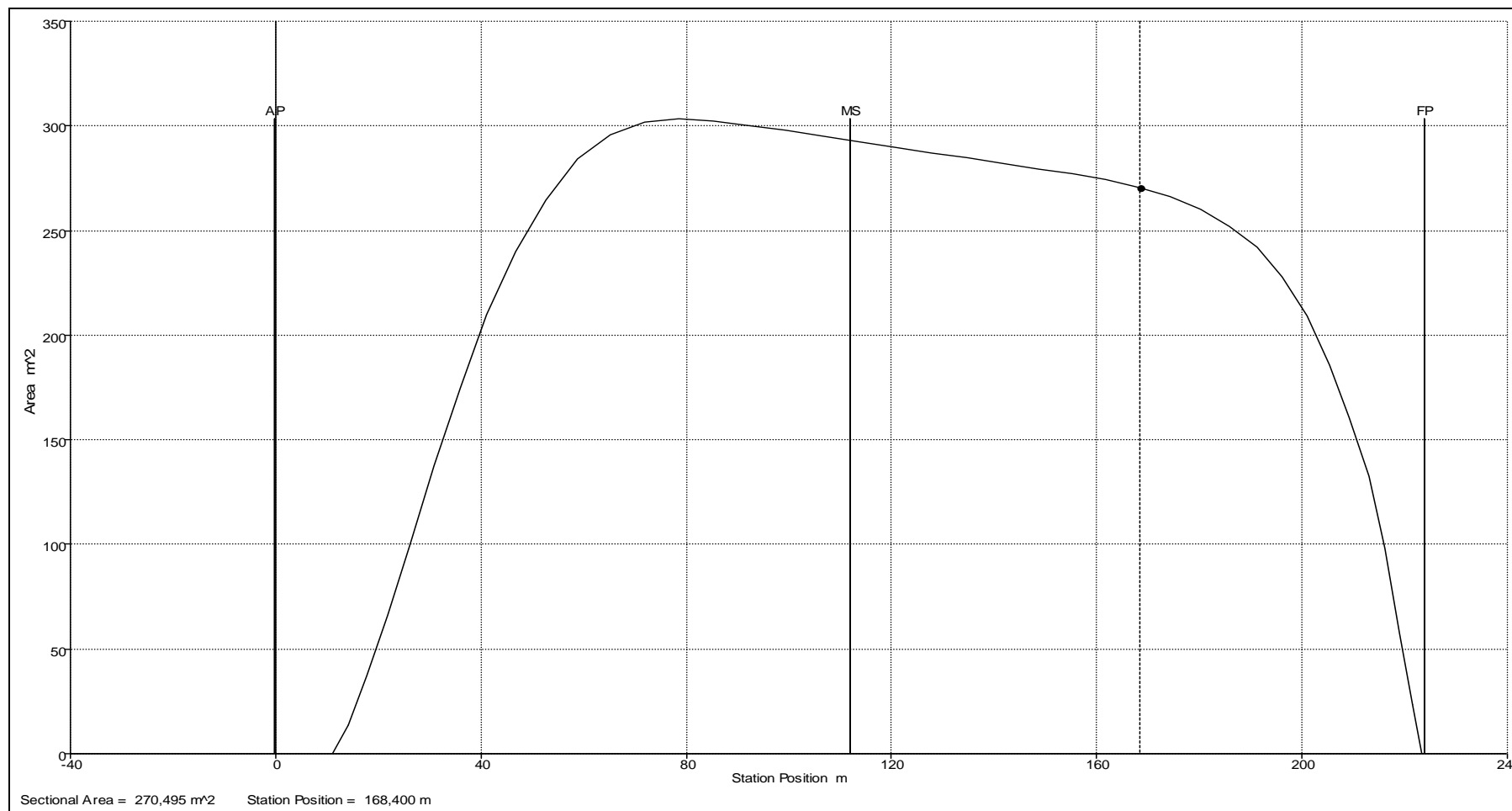
	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m		Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
1	st 2	12,000	7,082	0,000	-7,082	1	0,004	0,384
2	st 3	24,000	108,904	37,308	-71,596	2	0,397	-0,896
3	st 4	36,000	217,454	52,719	-164,735	3	-1,017	-5,499
4	st 5	48,000	294,040	110,959	-183,081	4	1,106	-5,451
5	st 6	60,000	334,299	154,210	-180,089	5	3,302	-31,565
6	st 7	72,000	345,543	175,092	-170,451	6	5,399	-83,526
7	st 8	84,000	341,033	179,760	-161,273	7	7,387	-159,993
8	st 9	96,000	332,044	180,405	-151,639	8	9,264	-259,669
9	st 10	108,000	322,251	180,404	-141,847	9	-8,022	-200,237
10	st 11	120,000	312,407	180,404	-132,004	10	-6,379	-113,611
11	st 12	132,000	302,564	180,403	-122,161	11	-4,855	-45,997
12	st 13	144,000	292,721	180,402	-112,318	12	-3,449	4,029
13	st 14	156,000	282,829	180,402	-102,428	13	-2,160	37,879
14	st 15	168,000	271,451	179,028	-92,424	14	-0,992	56,983
15	st 16	180,000	255,365	173,348	-82,017	15	0,053	62,801
16	st 17	192,000	229,358	148,483	-80,875	16	1,005	56,731
17	st 18	204,000	179,028	66,752	-112,276	17	2,137	38,555
18	st 19	216,000	87,489	478,647	391,157	18	2,180	7,002
19	st 20	228,000	0,000	0,000	0,000	19	0,000	0,000

SITUACIÓN 4

ESTADO DE PESOS

	Item Name	Quantit	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	FS Mom.
1	Lightship	1	19047	98,500	13,550	0,000
2	Pique popa	0%	0,0000	8,887	16,681	0,000
3	slop 1	0%	0,0000	37,892	11,926	0,000
4	slop 2	0%	0,0000	37,892	11,926	0,000
5	Tank 1	0%	0,0000	54,402	11,362	0,000
6	Tank 2	0%	0,0000	54,402	11,362	0,000
7	Tank3	0%	0,0000	83,250	11,250	0,000
8	Tank 4	0%	0,0000	83,250	11,250	0,000
9	Tank 5	0%	0,0000	112,250	11,250	0,000
10	Tank 6	0%	0,0000	112,250	11,250	0,000
11	Tank 7	0%	0,0000	141,250	11,250	0,000
12	Tank 8	0%	0,0000	141,250	11,250	0,000
13	Tank 9	0%	0,0000	170,250	11,250	0,000
14	Tank 10	0%	0,0000	170,250	11,250	0,000
15	Tank 11	0%	0,0000	198,699	11,368	0,000
16	Tank 12	0%	0,0000	198,699	11,368	0,000
17	Pique proa	100%	3632	217,806	12,047	0,000
18	D.F. slop 1	100%	76,5	37,922	1,070	0,000
19	D.F. slop 2	100%	76,5	37,922	1,070	0,000
20	D.F. 1	100%	950	55,736	1,050	0,000
21	D.F. 2	100%	950	55,736	1,050	0,000
22	D.F. 3	100%	1274	83,401	1,019	0,000
23	D.F. 4	100%	1274	83,401	1,019	0,000
24	D.F. 5	100%	1296	112,250	1,016	0,000
25	D.F. 6	100%	1296	112,250	1,016	0,000
26	D.F. 7	100%	1296	141,250	1,016	0,000
27	D.F. 8	100%	1296	141,250	1,016	0,000
28	D.F. 9	100%	1258	170,023	1,021	0,000
29	D.F. 10	100%	1258	170,023	1,021	0,000
30	D.F. 11	100%	920	197,496	1,053	0,000
31	D.F. 12	100%	920	197,496	1,053	0,000
32	D.C. slop 1	100%	39,15	38,052	17,252	0,000
33	D.C.slop 2	100%	39,15	38,052	17,252	0,000
34	D.C. 1	100%	947	56,557	13,106	0,000
35	D.C. 2	100%	947	56,557	13,106	0,000
36	D.C. 3	100%	1316	83,283	11,275	0,000
37	D.C. 4	100%	1316	83,283	11,275	0,000
38	D.C. 5	100%	1320	112,250	11,250	0,000
39	D.C. 6	100%	1320	112,250	11,250	0,000
40	D.C. 7	100%	1320	141,250	11,250	0,000
41	D.C. 8	100%	1320	141,250	11,250	0,000
42	D.C. 9	100%	1311	170,179	11,305	0,000
43	D.C. 10	100%	1311	170,179	11,305	0,000
44	D.C. 11	100%	566	192,271	12,526	0,000
45	D.C. 12	100%	566	192,271	12,526	0,000
46	D.F.CM 1	100%	349,1	28,379	1,618	0,000
47	D.F.CM 2	100%	349,1	28,379	1,618	0,000
48	Aceite	10%	8,28	18,500	17,650	57,500
49	Agua dul.Er	10%	10,80	29,500	16,225	72,000
50	Aguadul.Br	10%	10,80	29,500	16,225	72,000
51	Serv.diario	10%	5,24	24,500	17,650	13,095
52	combustible	10%	265,3	33,833	4,324	27988,327
53		Total =	51457	LCG=119,161	VCG=9,295	28202,922
54			VCG FLUID=9,843		corr.=0,548	

CURVA DE ÁREAS SECCIONALES



EQUILIBRIO

Free TO Trim
Specific gravity=1.025

1	Draft Amidsh. m	6,575
2	Displacement tonne	51461
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	5,649
5	Draft at AP m	7,501
6	Draft at LCF m	6,492
7	Trim (+ve bow down) m	-1,851
8	WL Length m	212,029
9	WL Beam m	45,000
10	Wetted Area m ²	10094,009
11	Waterpl. Area m ²	8256,342
12	Prismatic Coeff.	0,780
13	Block Coeff.	0,712
14	Midship Area Coeff.	0,984
15	Waterpl. Area Coeff.	0,865
16	LCB to zero pt. m	119,101
17	LCF to zero pt. m	122,060
18	KB m	3,363
19	KG m	9,843
20	BMt m	24,886
21	BML m	480,732
22	GMt m	18,406
23	GML m	474,251
24	KMt m	28,249
25	KML m	484,095
26	Immersion (TPc) tonne/cm	84,644
27	MTc tonne.m	1089,504
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	16530,475

HIDROSTÁTICAS

Fixed Trim = -1.851
Specific gravity=1.025

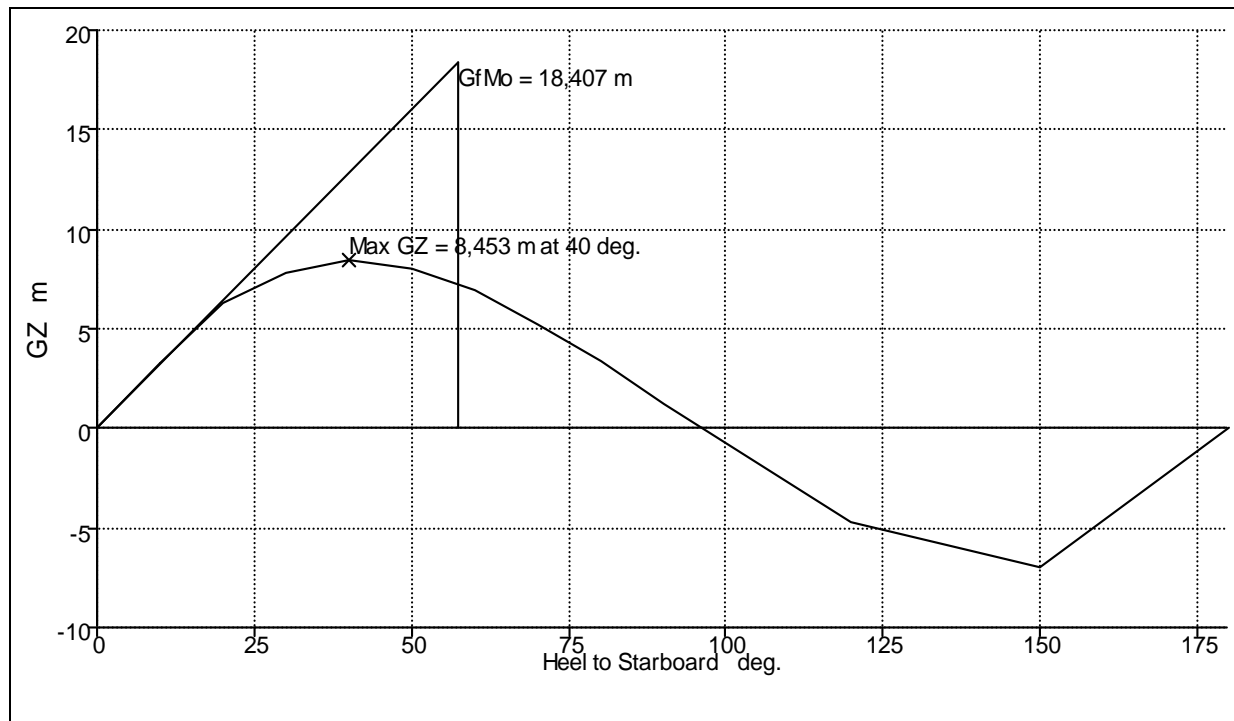
	Draft Amidsh. M	6,575
1	Displacement tonne	51462
2	Heel to Starboard degrees	0
3	Draft at FP m	5,650
4	Draft at AP m	7,500
5	Draft at LCF m	6,492
6	Trim (+ve bow down) m	-1,851
7	WL Length m	212,029
8	WL Beam m	45,000
9	Wetted Area m ²	10094,019
10	Waterpl. Area m ²	8256,342
11	Prismatic Coeff.	0,780
12	Block Coeff.	0,712
13	Midship Area Coeff.	0,984
14	Waterpl. Area Coeff.	0,865
15	LCB to zero pt. m	119,102
16	LCF to zero pt. m	122,060
17	KB m	3,363
18	KG m	9,295
19	BMt m	24,886
20	BML m	480,729
21	GMt m	19,013
22	GML m	474,857
23	KMt m	28,249
24	KML m	484,093
25	Immersion (TPc) tonne/cm	84,644
26	MTc tonne.m	1090,899
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	17075,977

CONDICIÓN ESPECÍFICA

Fixed= -1.851
Specific gravity=1.025

1	Draft Amidsh. m	6,575
2	Displacement tonne	51462
3	Heel to Starboard degrees	0
4	Draft at FP m	5,650
5	Draft at AP m	7,500
6	Draft at LCF m	6,492
7	Trim (+ve bow down) m	-1,851
8	WL Length m	212,029
9	WL Beam m	45,000
10	Wetted Area m ²	10094,019
11	Waterpl. Area m ²	8256,342
12	Prismatic Coeff.	0,780
13	Block Coeff.	0,712
14	Midship Area Coeff.	0,984
15	Waterpl. Area Coeff.	0,865
16	LCB to zero pt. m	119,102
17	LCF to zero pt. m	122,060
18	KB m	3,363
19	KG m	9,295
20	BMt m	24,886
21	BML m	480,729
22	GMt m	18,550
23	GML m	474,394
24	KMt m	28,249
25	KML m	484,093
26	Immersion (TPc) tonne/cm	84,644
27	MTc tonne.m	1089,837
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	16660,699

CURVA DE ESTABILIDAD Y COMPROBACIÓN DE CRITERIOS IMO



	Rule	Criteria	Units	Required	Actual	Status
1	IMO	Area 0. to 30.	m.Radians	0,055	2,345	Pass (to Stbd)
2	IMO	Area 0. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0,09	3,766	Pass (to Stbd)
3	IMO	Area 30. to 40. or Downflooding Point	m.Radians	0,03	1,421	Pass (to Stbd)
4	IMO	GZ at 30. or greater	m	0,2	8,056	Pass (to Stbd)
5	IMO	Angle of GZ max	Degrees	25	40	Pass (to Stbd)
6	IMO	GM	m	0,15	18,407	Pass (to Stbd)

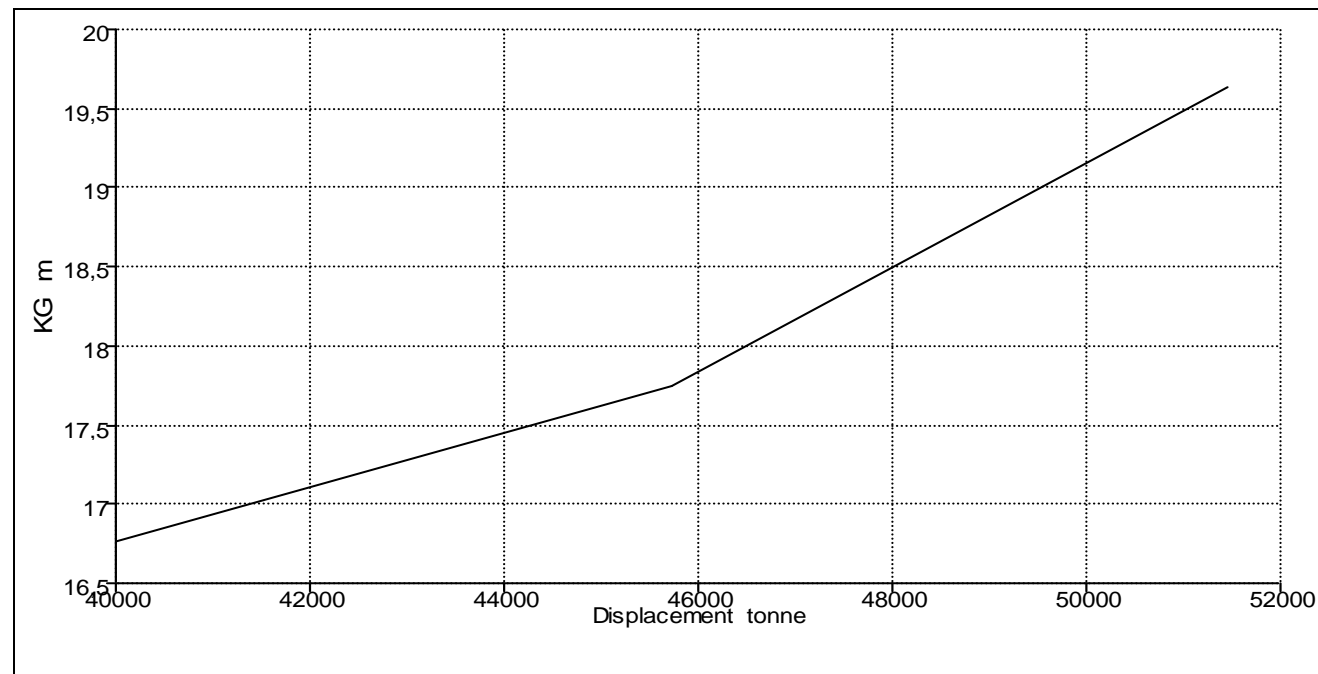
Cumple todos los criterios IMO

RESUMEN DE ESTABILIDAD

	Heel to Starboard degrees	0	10	20	30	40	50
1	Displacement tonne	51458	51455	51453	51452	51457	51455
2	Draft at FP m	5,649	5,643	5,445	4,380	2,236	-1,071
3	Draft at AP m	7,500	7,420	7,095	6,068	4,143	1,396
4	WL Length m	212,029	212,042	211,977	211,462	210,518	209,181
5	Immersed Depth m	7,384	10,117	13,044	15,001	16,041	16,496
6	WL Beam m	45,000	45,694	43,021	37,190	32,744	28,476
7	Wetted Area m ²	10093,840	10103,527	9774,877	9127,694	8877,366	8853,134
8	Waterpl. Area m ²	8256,307	8330,203	7866,579	7040,421	6460,133	5514,705
9	Prismatic Coeff.	0,780	0,786	0,804	0,810	0,810	0,815
10	Block Coeff.	0,712	0,512	0,422	0,425	0,454	0,511
11	LCB to zero pt. m	119,101	119,109	119,109	119,103	119,075	119,078
12	VCB from DWL m	3,153	3,445	4,199	4,810	5,145	5,470
13	GZ m	0,000	3,240	6,277	7,834	8,453	8,056
14	LCF to zero pt. m	122,060	121,647	120,012	118,109	117,568	117,556
15	TCF to zero pt. m	0,000	1,625	5,287	10,102	13,168	13,580

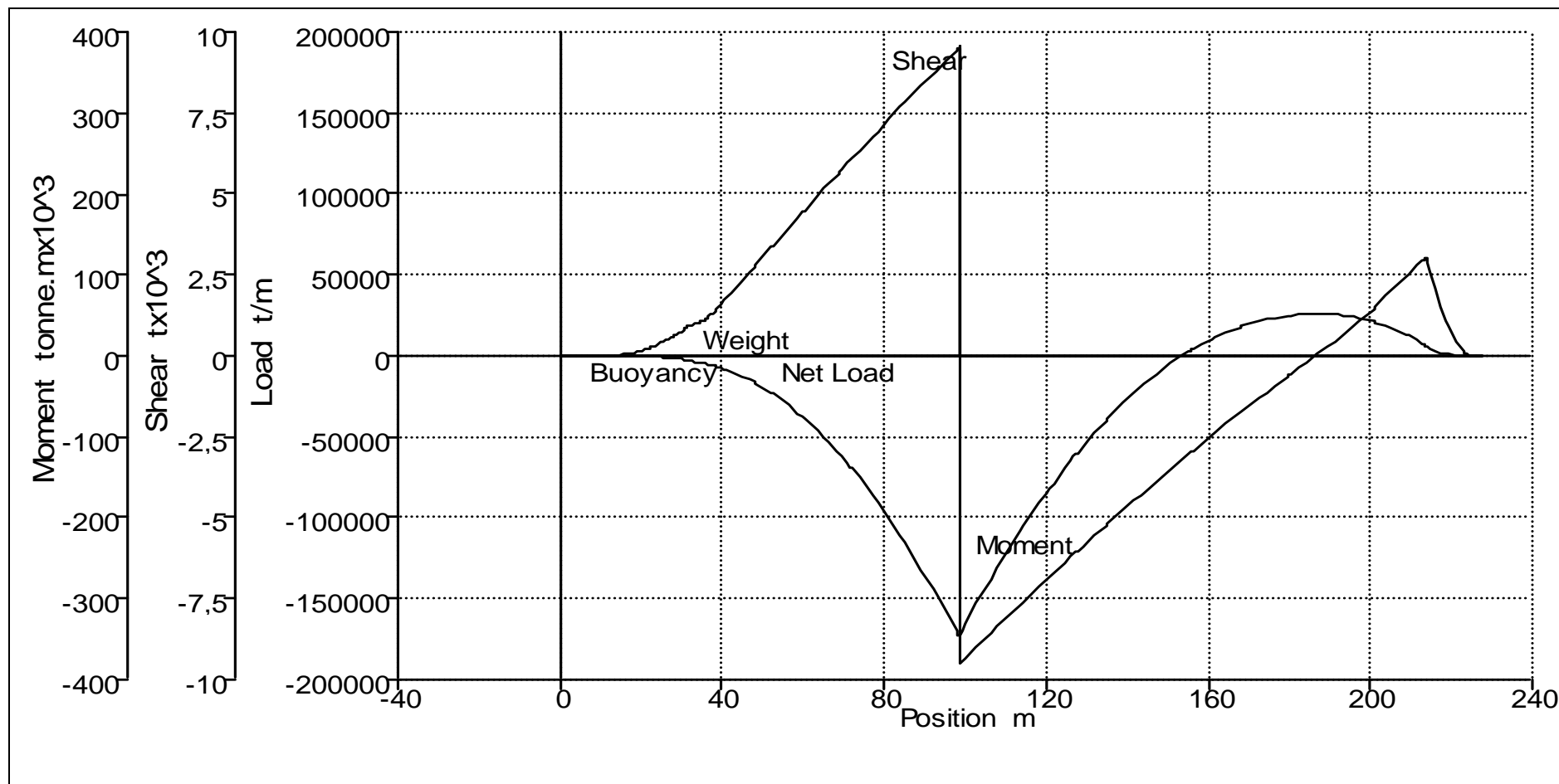
	60	70	80	90	120	150	180
1	51460	51462	51462	51459	51455	51457	51462
2	-6,228	-15,945	-44,045	0,000	-27,438	-16,884	-15,416
3	-2,844	-10,997	-34,618	0,000	-25,739	-16,991	-16,035
4	208,094	209,723	212,173	217,554	226,810	224,241	224,007
5	16,477	15,985	15,077	13,974	16,888	14,814	9,536
6	27,018	24,786	23,321	22,314	24,274	34,214	44,998
7	8857,084	8855,277	8889,192	8923,486	9110,397	9949,718	11893,478
8	4915,202	4524,909	4328,147	4258,476	4858,901	6849,343	9010,434
9	0,820	0,817	0,813	0,798	0,794	0,883	0,854
10	0,542	0,604	0,673	0,740	0,540	0,442	0,522
11	119,062	119,067	119,052	119,057	119,107	119,166	119,185
12	5,812	6,093	6,283	6,358	5,921	4,847	2,811
13	6,890	5,258	3,338	1,265	-4,705	-6,985	0,000
14	117,910	118,475	119,041	119,210	119,476	118,169	115,330
15	13,588	13,148	12,265	10,999	5,436	1,135	0,000

ESTUDIO DE KG LÍMITES



	Displacement tonne	Limit KG m	Criteria	Type
1	40000	16,762	IMO	Angle of GZ max
2	45731	17,752	IMO	Angle of GZ max
3	51461	19,632	IMO	Angle of GZ max

ESTUDIO DE RESISTENCIA LONGITUDINAL: CURVA DE MOMENTOS FLECTORES Y CORTANTE.



ESTUDIO DE RESISTENCIA LONGITUDINAL: TABLA RESUMEN.

	Name	Position m	Buoyancy t/m	Weight t/m	Net Load t/m		Shear tx10 ³	Moment tonne.mx10 ³
1	st 2	12,000	5,235	0,000	-5,235	1	0,003	0,207
2	st 3	24,000	86,702	29,611	-57,091	2	0,342	-1,040
3	st 4	36,000	180,297	52,719	-127,578	3	1,122	-9,882
4	st 5	48,000	251,395	110,959	-140,436	4	2,757	-32,810
5	st 6	60,000	293,623	154,210	-139,414	5	4,448	-75,860
6	st 7	72,000	309,519	175,092	-134,427	6	6,084	-138,933
7	st 8	84,000	310,233	179,760	-130,473	7	7,672	-221,333
8	st 9	96,000	306,514	180,405	-126,109	8	9,211	-322,507
9	st 10	108,000	301,992	180,404	-121,588	9	-8,350	-260,896
10	st 11	120,000	297,421	180,404	-117,017	10	-6,919	-169,175
11	st 12	132,000	292,850	180,403	-112,447	11	-5,542	-94,306
12	st 13	144,000	288,279	180,402	-107,877	12	-4,221	-35,628
13	st 14	156,000	283,660	180,401	-103,258	13	-2,954	7,515
14	st 15	168,000	277,552	179,028	-98,524	14	-1,744	35,791
15	st 16	180,000	266,694	173,348	-93,346	15	-0,595	49,903
16	st 17	192,000	245,485	148,483	-97,002	16	0,523	50,502
17	st 18	204,000	197,305	66,752	-130,553	17	1,866	36,704
18	st 19	216,000	101,550	478,646	377,097	18	2,113	6,970
19	st 20	228,000	0,000	0,000	0,000	19	0,000	0,000

Reglamentos aplicables a los cálculos expuestos:

Referente a la *regla 13.2 de MARPOL 73/78 Anexo I capítulo 2*, como ya se expuso en el capítulo de volúmenes se verifican las premisas para las dos situaciones en lastre que se estudian.

Convenio Internacional sobre líneas de carga 1966..

Regla 39 Altura mínima en proa 1) La altura mínima en proa, definida como distancia vertical, en la perpendicular de proa, entre la flotación correspondiente al francobordo de verano asignado y al asiento de proyecto, y el canto alto, en el costado, de la cubierta expuesta, no será inferior a los valores dados por la siguiente fórmula:

$56 L (1 - L/500) 1.36 / (CB + 0.68)$ milímetros

Valor mínimo = 6.393 m, y en nuestro caso $D_{p\text{proa}} - T = 25.5 - 15.27 = 10.2$ m

A-749 –Código de estabilidad sin averías para todo tipo de buques regulados por IMO

CAPÍTULO 9: CARACTERÍSTICAS DE MANIOBRABILIDAD.

Aunque un cálculo exacto de las características de la maniobrabilidad es complejo de realizar en la fase de proyecto básico si es posible y recomendable realizar en esta fase cálculos que permitan comprobar aproximadamente el grado de cumplimiento de los requerimientos.

En la fase de proyecto se pueden estimar estas características por aplicación de fórmulas o gráficos deducidos de un análisis estadístico de buques, el segundo procedimiento es más complejo y poco fiable si no se dispone de resultados de ensayos con modelos, de los que se pueden deducir las ecuaciones del movimiento por lo que en este caso sólo aplicaremos procedimientos de base estadística.

Las características de la maniobrabilidad que se estudian son :

- Estimación de las características de maniobrabilidad reguladas por la IMO.
- Estimación de la capacidad de parada del buque.
- Proyecto de timones.
- Empujadores transversales.

Características de maniobrabilidad reguladas por IMO:

Facilidad de evolución..

Esta cualidad está relacionada con el área que necesita el buque para realizar un cambio de rumbo importante. Las magnitudes que lo definen son:

Diámetro de giro (DG):

Fórmula para buques de 1 hélice al calado de proyecto:

$$DG = Lpp [4.19 - 203 CB / DELR + 47.4 TRI / Lpp - 13 B / Lpp + 194 / DELR - 35.8 AR / (Lpp * T) + 7.79 AB / (Lpp * T)]$$

Es aconsejable que DG no sobrepase 4.641 Lpp.

Donde AR vale:

$$AR = 0.01 * Lpp * T (1 + 50 CB^2 (B / Lpp)^2)$$

$$AR = 0.01 * 299.25 * 19.85 (1 + 50 * 0.883^2 (53.04 / 299.25)^2)$$

$$AR = 77.4 \text{ m}^2$$

DELR es el ángulo que toma el timón, su valor es 35°

$$TRI=0$$

AB = 0, área del bulbo

$$DG = 386.7\text{m} \rightarrow DG = 1.72Lpp \rightarrow \text{Cumple los requerimientos IMO}$$

Diámetro táctico o de evolución (DT):

Fórmula para buques de una hélice:

$$DT = Lpp [(0.91 * (DG / Lpp) + (0.234 * V) / \sqrt{Lpp} + 0.675)]$$

$$DT = 224.12 * (1.57 + 0.234 + 0.675)$$

$$DT = 555.7 \text{ m} (2.47 Lpp) \rightarrow DT < 5Lpp \text{ m} \rightarrow \text{Cumple los requerimientos IMO}$$

Avance (ADVC):

$$ADVC = Lpp (0.519 * (DT / Lpp) + 1.33)$$

$$ADVC = 224.12 * (0.519 * (2.47) + 1.33)$$

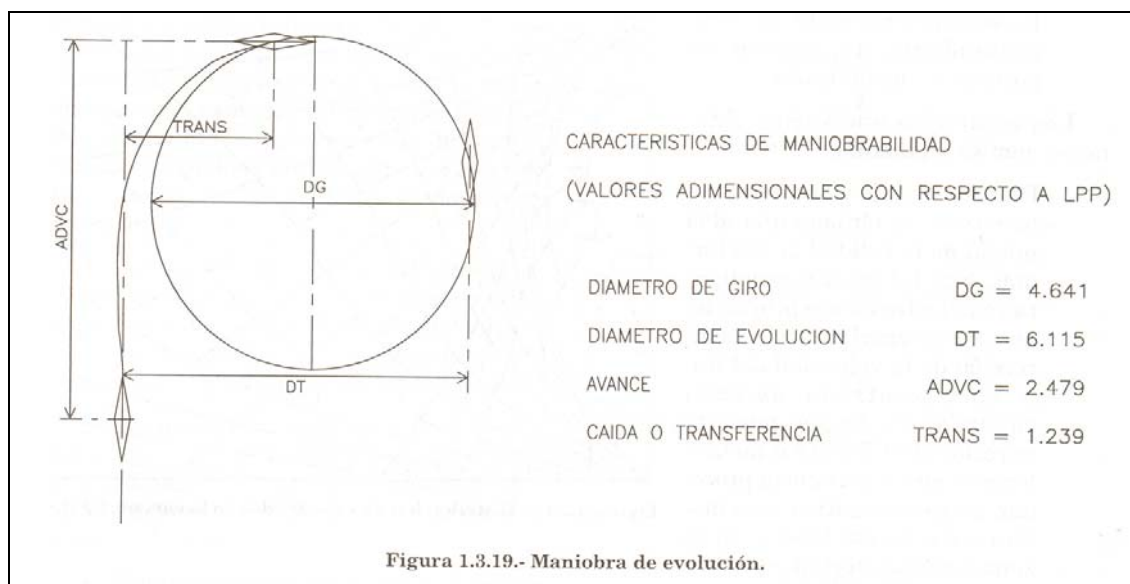
$$ADVC = 585.4 \text{ m (2.61 Lpp)} < 4.5Lpp \text{ m} \rightarrow \text{Cumple los requerimientos IMO}$$

Caída o transferencia (TRANS):

$$TRANS = Lpp (0.497 DT / Lpp - 0.065)$$

$$TRANS = 224.12 * (1.227 - 0.065)$$

$$TRANS = 260.55 \text{ m (1.16 Lpp)}$$



Facilidad de evolución inicial.

IMO requiere que, tras haber metido el timón 10° , el buque no recorra más de 2.5 veces su eslora cuando su rumbo haya cambiado 10° .

Para comprobar el cumplimiento de este criterio es necesario calcular la ecuación del movimiento del buque durante la maniobra en Z ($10^\circ/10^\circ$), lo que requiere una información y procedimientos no disponibles durante esta fase del proyecto.

Facilidad para mantener el rumbo.

En las referencias se muestran varias figuras, que relacionan el primer ángulo de rebasamiento DELO con el parámetro $CB*B/Lpp$.

Para petroleros:

$$DELO / DELR = 3.2 * (CB * B / Lpp + 0.1)$$

Siendo DELR es el ángulo de timón, 10° ó 20° respectivamente.

El máximo DELO permitido por IMO. Para 10° se calcula por:

$$\mathbf{Max} = 5 + \frac{1}{2} (Lpp / V) = \mathbf{19.52^\circ} \rightarrow \text{ya que } 10 < Lpp/V = 29.04s < 30$$

Para Z de $10^\circ / 10^\circ$

$$DELO / DELR = 3.20 (CB (B / Lpp) + 0.10)$$

$$\mathbf{DELO} = [3.20 (0.793 * (0.199) + 0.10)] * 10 = \mathbf{8.27^\circ (+ 20\% Margen) 9.93^\circ}$$

Entra dentro de los criterios IMO.

Para Z de 20° / 20°

IMO requiere que el primer ángulo de rebasamiento en la maniobra Z 20/20 no exceda de 25°.

$$\text{DELO} / \text{DELR} = 5.20 ((\text{CB} * \text{B} / \text{Lpp}) + 0.019)$$

$$\text{DELO} = [5.20 (0.158 + 0.019)] * 20$$

$$\text{DELO} = 18.4^\circ (+ 20\% \text{ Margen}) = 22.08^\circ < 25^\circ$$

Cumple los requerimientos IMO al no exceder de 25°

Como los puntos representados por las figuras correspondientes a las ecuaciones anteriores, presentan una apreciable dispersión alrededor de las rectas de regresión, se debe considerar un margen sobre los valores calculados con estas fórmulas. Al igual que en el programa ARQnaval se toma como margen un 20%.

Facilidad de parada.

La distancia recorrida RH se representa en función de un parámetro de potencia PP según la siguiente fórmula:

$$\text{PP} = 0.305 * V^3 * \text{DISW} / (\text{PBA} * \text{DP})$$

PBA: Se toma del 35 % al 40 % de la máxima potencia avante

$$\text{PBA} = 0.35 * \text{MCO}$$

$$\text{PBA} = 0.35 * 14492.41$$

$$\text{PBA} = 5072.34 \text{ BHP}$$

$$\text{DISW} = 129053.5 \text{ T}$$

$$\text{DP} = 6.75 \text{ m}$$

$$\text{PP} = 0.305 V^3 * \text{DISW} / (\text{PBA} * \text{DP})$$

$$\text{PP} = 3880$$

$$RH = 0.305 * \exp(0.773 - 5 * 10^{-5} PP + 0.617 \ln(PP)) * DISW^{1/3}$$

$$RH = 0.305 * \exp(0.773 - 5 * 10^{-5} * 3880 + 0.617 \ln(3880)) * 129053.5^{1/3}$$

RH = 4501 m → 20Lpp > 15 Lpp (IMO). → Caso singular.

MCS/Circ.664. Notas explicativas sobre las normas provisionales sobre maniobrabilidad de los buques.

En las normas provisionales sobre la maniobrabilidad de los buques se dice que la administración podrá modificar el valor máximo de la distancia recorrida en la prueba de parada dando toda atrás, es decir 15 veces la eslora del buque, cuando el tamaño y la forma del buque impidan la aplicación de este criterio. El siguiente ejemplo y la información facilitada en los cuadros A3-1, 2 y 3 indican que es probable que dicha prerrogativa de la administración sólo sea necesaria en el caso de los buques tanque de gran tamaño.

El comportamiento de un buque en la maniobra de parada es sumamente complicado. No obstante, se debe utilizar un modelo matemático bastante sencillo para demostrar los aspectos importantes que afectan a la capacidad de parada de un buque. Cabe suponer que la mayor distancia de parada de un buque es cuando este se desplaza en línea recta a lo largo del rumbo original una vez se ha dado la orden de marcha atrás. En realidad, la trayectoria del buque se desviará hacia babor o estribor siguiendo una curva, y el resultado será una distancia recorrida menor debida a la resistencia al avance del casco.

Para calcular la distancia de parada siguiendo una trayectoria recta es necesario cierto número de hipótesis:

1. La resistencia del casco es proporcional al cuadrado de la velocidad del buque.
2. El empuje necesario en marcha atrás es constante durante toda la maniobra de parada e igual al empuje hacia atrás producido por la hélice cuando el buque acaba quedando sin arancada.
3. La hélice se invierte lo más rápidamente posible una vez dada la orden de marcha atrás toda.

La distancia de parada siguiendo una trayectoria recta, expresada en esloras del buque, viene dada por la siguiente fórmula:

$$S = A \log_E (1 + B) + C$$

S = distancia de parada en esloras del buque.

A = Coeficiente que depende de la masa del buque dividida por su chef. De resistenci
 E = Coef. que depende de la relación entre la resistencia del buque inmediatamente antes de la maniobra de parada y del empuje hacia atrás cuando el buque ha quedado sin arrancada.

C = Coef. que depende del producto del tiempo necesario para que haya un empuje hacia atrás y de la velocidad inicial del buque.

El valor del coeficiente A depende enteramente del tipo de buque y de la forma del casco. En el cuadro A3-1 se dan valores característicos de A.

El valor del coeficiente B depende de la potencia en marcha atrás suele ser un 85% de la potencia marcha avante, mientras que con una turbina de vapor esta relación puede ser solo un 40%.

Cuadro A3-1

Tipo de buque	Coeficiente A
Buque de carga	5-8
Transbordador	8-9
Gaseros	10-11
Petroleros productos	12-13
Superptroleros	14-16

En cosecuencia, el valor del coef. B es menor cuanto mayor es la potencia en marcha atrás, y por consiguiente el empuje hacia atrás. En el cuadro A3-2 se dan valores característicos del coef. B.

Cuadro A3-2

Tipo de máquina	Pot. Atrás (%)	Coef. B	Log (1+B)
Diesel	85%	0.6-1.0	0.5-0.7
Turbina de vapor	40%	1.0-1.5	0.7-0.9

El valor del coef. C es la mitad de la distancia recorrida por el buque, en esloras del buque, con las maquinas en marcha atrás toda y empuje máximo. El valor de C será mayor para los buques de mayor tamaño. En el cuadro A3-3 se dan valores característicos del coef. C.

Cuadro A3-3

Eslora buque	Tiempo para que empiece el empuje atrás	Velocidad del buque	Coef. C
100	60	15	2.3
200	60	15	1.1
300	60	15	0.8

Si el tiempo necesario para que se inicie el empuje hacia atrás es superior a 60 s, tal como se supone en el cuadr anterior o si la velocidad del buque es superior a 15 nudos, los valores del coef. C aumentarán proporcionalmente.

Aunque todos los valores dados para los coef. A B y C pueden considerarse simplemente como valores típicos con fines de ilustración, indican que puede resultar difícil a los buques de gran tamaño satisfacer el criterio de parada adoptado de 15 esloras del buque.

En todos los casos, el valor de A depende enteramente de la forma del casco y, por lo tanto, no pueden modificarse, a menos que se aumente considerablemente la resistencia. El valor B sólo se puede reducir dando mayor potencia en marcha atrás a la máquina. El valor de C aumentaría si fuese necesario más de 1 minuto para invertir las máquinas entre el momento en que se da la orden, hasta que se obtiene el empuje máximo en marcha atrás.

Cuadro resumen de maniobrabilidad

Concepto	Valor teórico	Valor ARQnaval	Valor IMO	Cumple
DT	2.47Lpp	2.5Lpp	5Lpp	Si
ADVC	2.61Lpp	2.63Lpp	4.5Lpp	Si
Z 10°/10°	9.93°	11°	19.52°	Si
Z 20°/20°	20.08°	23°	25°	Si
Parada	20 Lpp	14.96Lpp	15Lpp	Caso singular

Proyecto del timón.

En este apartado se indican procedimientos para estimar las dimensiones de timones convencionales formados por un eje de giro y una pala.

Área proyectada de la pala:

Primera aproximación.

Oscila en un intervalo entre (1.5% - 2.5%)*Lpp*T

$$AR = 2\% Lpp * T = 68.5 \text{ m}^2$$

Fórmula de DET NORKE VERITAS.

$$AR = 0.01 * Lpp * T (1 + 50CB^2 (B / Lpp)^2)$$

$$AR = 77.4 \text{ m}^2 \rightarrow \text{Esta será la elegida para los cálculos.}$$

Fórmula presentada por Japón por IMO.

$$AR = 0.01 * Lpp * T (K1 CB B / Lpp + K2) = 59.7 \text{ m}^2$$

Siendo:

$$K1 = 54 / (7.2 - 30V / Lpp) = 10.40$$

$$K2 = 0.0008 B / T (Lpp / (B * CB))^2 = 0.093$$

Relación de aspecto.

Es la relación entre la altura y la longitud del timón, debe ser aproximadamente de 1.5 por lo que las dimensiones del timón son las siguientes.

La altura de la pala debe elegirse de modo que, en lo posible, la pala esté situada en el chorro de la hélice, teniendo en cuenta los huelgos de la hélice:

Partiendo de una altura de pala de 10 m.

$$\rightarrow Lt = AR/h \rightarrow Lt = 77.4 / 10 = 7.74 \text{ m} \rightarrow RA = 10 / 7.74 = 1.30$$

Compensación.

El área de la pala del timón a proa de su eje de giro debe ser aproximadamente el 20 % del área total y la longitud de la parte compensada no debe exceder del 35 % de la longitud del mismo.

$$\text{Área compensada} = 0.2 * 77.4 = 15.48 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud a proa} = 0.35 * 7.74 = 2.7 \text{ m (valor máximo).}$$

$$XL = Ac / h = 1.54 \text{ m} \rightarrow \text{Longitud válida.}$$

Mecha del timón.

Según el *Lloyds register of Shipping*, el diámetro de la mecha del timón no será menor al calculado por:

$$DM = 83.3 KR ((V + 3)^2 (AR^2 * XP^2 + KN^2)^{1/2})^{1/3} \text{ mm}$$

Donde:

KR = El coeficiente del timón, que para marcha adelante y timón a popa del propulsor vale 0.248. Y para marcha atrás vale 0.185

XP = Distancia entre el eje del timón al centro de presión según la fórmula:

$$XP = 0.33 Lt - XL = 1.01 \text{ m (avante)}$$

$$XP = XA - 0.25 Lt = 4.26 \text{ m (atrás)}$$

KN = Coef. Según la disposición de pinzotes KN=0 para dos o mas pinzotes

$$DM = 606.6 \text{ mm (avante)}$$

$$DM = 510.4 \text{ mm (atrás)}$$

Tomamos un mínimo de 606.6 mm

Empujadores transversales

Empuje necesario:

La necesidad de empuje lateral viene determinada por el tipo de maniobras que va a realizar nuestro buque, número de entradas y salidas de puerto, normalmente estos se disponen a proa. El empuje que debe proporcionar depende del tipo de buque ,

Siendo para petroleros entre 5 y 7 Kg/m² de obra viva y de 3 a 6 Kg/m² de obra muerta.

Adoptamos el mayor de cada uno y de esos dos el mayor que es 7 Kg/m².

Tomaremos un valor aconsejable para este tipo de buque de $F = 0.08 \text{KN} / \text{m}^2$

El empuje necesario lo obtendremos por la siguiente fórmula:

$$E = F * L_{pp} * T = 274.32 \text{ KN}$$

El grado de giro que se pretende obtener en grados por segundos será:

$$VPSI = 188 / L_{pp} * F^{1/2} = 0.2372 \text{ grados/s}$$

Potencia necesaria

La potencia necesaria se puede estimar por la fórmula:

$$P = K * DISW^{2/3} = 1915.3 \text{ HP}$$

$$K = 0.75$$

CAPÍTULO 10: FRANCOBORDO

El francobordo se define como la distancia vertical, medida en la sección maestra entre el canto superior de la línea de cubierta y el canto superior de la línea de francobordo es un elemento decisivo del proyecto del buque y debe de tener un valor mínimo, función del tipo y características del buque, establecido en el convenio internacional de líneas de máxima de carga de 1966. A efecto de francobordo los buques se clasifican en 2 tipos fundamentales:

1º- Tipo A:

Es el buque proyectado para transportar cargas líquidas a granel, tiene una alta integridad de la cubierta expuesta a la intemperie, y una gran resistencia a la inundación debido a su alto grado de subdivisión.

2º- Tipo B:

Es el tipo de buque que no cumple las condiciones del tipo A

Nuestro buque es del tipo A.

La eslora de francobordo se define como el mayor de estos dos valores medidos en la flotación al 85% del mínimo puntal de trazado:

- a) 96% de la eslora total desde el extremo de la roda hasta el extremo del codaste.
- b) La eslora desde el extremo de la roda hasta el eje de la mecha del timón.

Consideraremos $L_{fb} = L_{pp}$

Los cálculos están orientados exclusivamente al valor mínimo según el Convenio de 1966.

Cálculo aproximado del francobordo a partir de la relación calado/puntal.

Conociendo la relación T/D se puede deducir el francobordo ya que:

$$FB = D - T = T (D/T - 1) = T (1/ (T/D) - 1) = 5.78 \text{ m}$$

Cálculo simplificado del francobordo por medio de tablas y fórmulas.***Francobordo tabular.***

Es el francobordo básico, en función del tipo de buque (A ó B) y de su eslora, su valor se lee directamente en las tablas de francobordo tabular de buques tipo A.

Interpolando entre los valores que dan las tablas obtenemos un francobordo de:

$$\mathbf{FB = 2826 \text{ mm}}$$

-Corrección por eslora < de 100 m. No procede.

-Corrección por CB.

Se hace la corrección por tener un CB > 0.68

$$CB_{85D} = 1.01 \text{ CB} = 0.80$$

$$C2 = (CB_{85D} + 0.68) / 1.36 = 1.088$$

- Corrección por D:

Como $L / 15$, es menor que D, el francobordo se incrementa en:

$$C3 = (D - L_{pp} / 15) R = 1534.6 \text{ mm}$$

$$R = L / 0.48 \quad \text{Si } L > 120 \text{ m} \quad ; \quad R = 250 \quad \text{Si } L \geq 120 \text{ m}$$

-Corrección por superestructura.

Tomando como longitud de superestructura 22m mas 15.5m del castillo de proa tenemos que:

Si la longitud de la superestructura es igual a la eslora del buque, se aplica al francobordo una corrección sustractiva DE:

$$122 \text{ y más} \rightarrow 1070 \text{ mm}$$

Como la longitud total de las superestructuras E es menor que la eslora del buque, a la deducción anterior se aplica un porcentaje POR de:

$$E / L = 0.16 \rightarrow \text{Interpolando entre los valores obtenemos } 11.2\%$$

$$\text{Entonces } C4 = DE * \text{POR} / 100 = 74.9 \text{ mm}$$

-Corrección por arrufo

Dada las características de este buque podemos considerar el arrufo 0.

Francobordo total.

Se obtiene restando al francobordo tabular, las correcciones anteriores:

$$\mathbf{FB} = (\text{FBT} + C1) * C2 + C3 - C4 + C5 = \mathbf{4534.3 \text{ mm} = 4.53 \text{ m}}$$

Francobordo de agua dulce

Se obtiene restando al francobordo mínimo en agua salada el valor:

$$\text{DISW} / (40 * \text{TCI}) = 35.3 \text{ cm}$$

$$\text{TCI} = \gamma_{AS} L_{pp} B (\text{CWP} / 100) = 88.85 \text{ Tn} / \text{cm}$$

$$\text{DISW} = \gamma_{AS} L_{pp} B T \text{ CB} = 124922.6 \text{ Tn}$$

Cálculo del Francobordo por medio de fórmulas programables.

A continuación se presenta un cálculo a través de las fórmulas que utiliza ARQnaval.

Francobordo tabular:

Para el cálculo de francobordo tabular se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{FBT} = 4729 - 452 L + 5.63 L^2$$

$$\text{FBT} = 2825 \text{ mm}$$

$$\text{Siendo: } L = 1000 / L_{pp} = 4.46$$

-Corrección por eslora < de 100 m. No procede.

-Corrección por CB.

Se hace la corrección por tener un $\text{CB} > 0.68$

$$\text{CB85D} = 1.01 \text{ CB} = 0.80$$

$$\text{C2} = (\text{CB85D} + 0.68) / 1.36 = 1.088$$

- Corrección por D:

Como $L / 15$, es menor que D, el francobordo se incrementa en:

$$\text{C3} = (D - L_{pp} / 15) R = 1534.6 \text{ mm}$$

$$R = L / 0.48 \quad \text{Si } L > 120 \text{ m} \quad ; \quad R = 250 \quad \text{Si } L \geq 120 \text{ m}$$

-Corrección por superestructura.

Tomando como longitud de superestructura 22m mas 15.5m del castillo de proa tenemos que:

Si la longitud de la superestructura es igual a la eslora del buque, se aplica al francobordo una corrección sustractiva DE:

$$122 \text{ y más} \rightarrow 1070 \text{ mm}$$

Como la longitud total de las superestructuras E es menor que la eslora del buque, a la deducción anterior se aplica un porcentaje POR de:

$E / L = 0.16 \rightarrow$ Interpolando entre los valores obtenemos 11.2%

Entonces $C4 = DE * POR / 100 = 74.9 \text{ mm}$

-Corrección por arrufo

Dada las características de este buque podemos considerar el arrufo 0.

Francobordo total.

Se obtiene restando al francobordo tabular, las correcciones anteriores:

FB = (FBT + C1)*C2 + C3 – C4 + C5 = 4533.3 mm = 4.53 m

Altura mínima en proa:

La Regla 39 del Convenio de 1966 exige que la distancia vertical desde la cubierta expuesta hasta la flotación en carga correspondiente al francobordo de verano, medida en la Ppr, para buques de L menor de 250 m.

$56 L (1 - L/500) 1.36 / (CB + 0.68)$ milímetros

Valor mínimo = 6.393 m,

Si esta altura se consigue por medio de arrufo en la cubierta, éste se extenderá al menos hasta el 15 % de la eslora a partir de la perpendicular de proa. Si se consigue por medio de un castillo, este se extenderá al menos una longitud igual al 7% de la eslora.

CAPÍTULO 11: ARQUEO.

Este concepto es un indicador del tamaño de nuestro buque y debemos estimar en esta fase del proyecto su valor aproximado, ya que de este dependen otras muchas características técnicas controladas por convenios internacionales como por ejemplo nº de tripulantes, sistemas de seguridad, equipos de radio y navegación...

El arqueo se calcula por el Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques (Convenio de 1969), firmado en Londres el 23 de Junio de 1969 por los países representados en la IMO.

El Convenio de 1969 define con precisión los términos aplicables al cálculo del arqueo, y excluye de su ámbito a los buques menores de 24 metros y a los que navegan por aguas protegidas como los Grandes lagos de América del Norte, mar caspio y Río de la Plata.

A continuación se exponen métodos para el cálculo aproximado de los arques bruto y neto para buques mercantes, con los que se puede solucionar el problemas de determinar estas características en la fase inicial de proyecto.

CÁLCULO DEL ARQUEO BRUTO.*Cálculo aproximado apartir de un buque similar.*

Según el Convenio de 1969 el arque bruto (GT) se determina por la fórmula:

$$GT = K * V = 52923 \text{ GT}$$

El valor de V se puede estimar como:

$$V = L_{pp} * B * D * CBD = 173634.86 \text{ m}^3$$

Siendo, $CBD = CB + 0.35 (D-T)/T (1-CB) = 0.82$

Y el valor de $K = 0.2 + 0.02 \log_{10} V = 0.304$

Cálculo aproximado de forma directa.

Volúmenes.

- 1) Volumen del casco.

$$VBD = L_{pp} * B * D * CBD = 173634.8 \text{ m}^3$$

- 2) Volumen debido a la brуска de cubierta.

$$VBR = 0.012 * L_{pp} * B^2 = 5402.6 \text{ m}^3$$

- 3) Volumen debido al arrufo.

En buques grandes este valor es practicamente despreciable.

- 4) Volumen de superestructuras y casetas.

$$VSUP = 41 * L_{pp} - 755 = 8433.9 \text{ m}^3$$

- 5) Volumen de brazolas de escotilla.

Debido a la ausencia de grandes escotillas este volumen es cero.

$$V = VBD + VBR + VSUP = 187471.3 \text{ m}^3$$

$$GT = K * V$$

$$K = 0.2 + 0.02 \log_{10} V = 0.305$$

$$GT = 57265 \text{ GT}$$

CÁLCULO DEL ARQUEO NETO.

El arqueo neto se calcula por la fórmula:

$$NT = K2 * VCAR * (4T / 3D)^2 + K3 * (N1 + N2 / 10)$$

$$K2 = 0.2 + 0.02 \text{ Log } VCAR = 0.302$$

$$VCAR = 127363 \text{ m}^3 \text{ (real)}$$

$$K3 = 1.25 (GT + 10000) / 10000$$

El segundo término de la ecuación será cero ya que la suma de N1 y N2 es cero debido a que es un buque mercante y no hay pasajeros.

Se tendrá en cuenta además que:

- El factor $(4T / 3D)^2$ no se tomará superior a 1.
- El término $K2 * VCAR * (4T / 3D)^2$ no se tomará inferior a 0.25 GT.
- NT no se tomará inferior a 0.30 GT

$$NT = 36022 \text{ NT} > 0.3 \text{ GT}$$

Resumen de arqueo

	Teórico	ARQnaval
GT	57265	59147
NT	36022	36407

CAPÍTULO 12: PRESUPUESTO

El presupuesto se realizará según las directrices mencionadas en el “Proyecto Básico del Buque Mercante”, este tema tiene una validez temporal muy breve, ya que se apoya en en los precios que están sometidos a las reglas del mercado y su estabilidad, y como es de sobra conocido, es muy precaria.

Por lo expuesto anteriormente, este coste habrá de ser corregido para actualizarlo al año 2008 en función del incremento de precios de los bienes industriales dados por el Instituto Nacional de Estadística.

El presupuesto estará sometido al proceso cíclico e iterativo de todo proyecto y en consecuencia el desarrollo de este tema se limitará a primeras evaluaciones, ya que para cálculos más ajustados el astillero ha desarrollado sus propios procedimientos.

Coste de construcción.CC

El coste de construcción del buque ,**CC**, se suele calcular por el astillero como la suma del coste de los materiales a granel ,**CMg**, el coste de los equipos ,**CEq**, el coste de la mano de obra ,**CMo**, y otros coste aplicados ,**CVa**.

$$CC = CMg + CEq + Cmo + CVa$$

Aproximadamente un 20-30% del coste de construcción, es el valor añadido por el astillero, siendo la mayor parte, 70-80 %, aportaciones ajenas al astillero.

Coste de los Materiales a Granel.***Coste de la mano de obra.***

El coste de la mano de obra, en este primer sumando, se desglosa en dos sumandos que se asocian al montaje del material a granel y de los equipos.

$$\mathbf{CMo = CmM + CmE}$$

Siendo **CmM** y **CmE**, el coste de montaje del material a granel y de los equipos respectivamente.

Coste del material a granel, CMg, y de su montaje, CmM:

El material a granel más importante es el acero, las chapas y perfiles que componen la estructura principal del buque. A efectos de este tema se considerará que solamente están incluidos en este apartado el coste del acero del casco y de las superestructuras y el equipo metálico del casco.

$$\mathbf{CMg = cmg * WST = ccs * cas * cem * ps * WST = 9.81 * 10^6 \text{ Euros}}$$

Donde:

cmg = Coef. de coste de material a granel.

ccs = Coef. de aprovechamiento del acero, 1.10

cas = Relación peso bruto-peso neto. 1.13

cem = Incremento por equipo metálico. 1.08

ps = Precio unitario del acero. 511 euros aprox.

El coste del montaje del material a granel se puede expresar como:

$$\mathbf{CmM = chm * csh * WST = 27.89085 * 10^6 \text{ Euros}}$$

Siendo:

chm = Coste horario medio, 30 Euros/hora

csh = Coeficiente de horas por unidad de peso, 65 Horas/tonelada

El coste del material a granel montado será:

$$CMg + CmM = (ccs * cas * cem * ps + chm * csh) * WST = 37.71 * 10^6 \text{ Euros}$$

Coste de los equipos, CEq, y su montaje, CmE.

El coste de los equipos, **CEq**, que incluye el coste de todo servicio o sistema asociado a dichos equipos (es decir, en el coste del equipo de manipulación de carga está incluido el coste de todos los materiales del sistema de manipulación de la carga) y su coste de montaje, **CmE**, que análogamente es el coste de montaje de todo el sistema, se descompone en un conjunto de sumandos que en el primer ciclo del proyecto se corresponden con con el coste de los equipos de manipulación de carga, **CEc**, de los equipos de propulsión y auxiliares, **CEp**, de la habilitación y fonda, **CHf**, y del equipo restante, **CEr**.

$$CEq + CmE = CEc + CEp + CHf + Cer$$

El coste de los equipos de manipulación y contenido de la carga y de su montaje, **CEc**, Listado de equipos:

- 1 Bombas de descarga: 450000 Euros
 - Consola de funcionamiento de arranque de bombas en control de carga: 50000 E
 - 2 Instalación para monitorizar la carga, más los equipos en cubierta:
 - Sistema fijo de sondas para el lastre.
 - Sistema fijo de temperatura de tanques de carga.
 - Sistema de alto nivel y de rebose de tanques de carga
 - Sistema fijo de presión en tanques de carga.
 - Ordenador aprobado por la clase.
 - Sistema de manejo de válvulas de lastre.
 - Sistema de apertura/cierre de válvulas.
- SUBTOTAL: 650000 Euros
- 3 Sondas portátiles electrónicas 20000 Euros
 - 4 Bomba de lastre 25000 Euros
 - 5 Bomba para limpieza de tanques 25000 Euros
 - 6 Máquina de limpieza de tanques 170000 Euros
 - 7 Equipo para controlar la descarga de productos oleosos de tanques de carga 50000 Euros
 - 8 Sistema de calefacción de tanques de carga 50000 Euros
 - 9 Sistema de aireación de tanques 30000 Euros
 - 10 Sistema de ventilación de tanques de carga que incluye ventilador fijo y tuberías 20000 Euros
 - 11 Sistema de detección de gases y de incendios en cámara de bombas que incluye consola de cámara de control de carga así como los sensores: 40000 Euros

- 12 Mangueras: 6000 Euros
- 13 Grúa de cubierta 70000 Euros
- 14 Otros: Tuberías de carga y lastre en cubierta, válvulas en cubierta, manifold,..

TOTAL: $1.656 \cdot 10^6$ Euros (CEc).

El coste de los equipos de propulsión y sus auxiliares, montaje incluido, **CEp**, en los primeros ciclos del proyecto se puede calcular como función exponencial e incluso lineal de la potencia propulsora, **PB**, siendo cep el coeficiente de coste unitario.

$$\mathbf{CEp = cep \cdot PB = 5.217 \cdot 10^6 \text{ Euros}}$$

Siendo cep para motores de dos tiempos $300 < \text{cep} < 360$ Euros /KW

El coste, montada, de la habilitación y fonda, **CHf**, se puede calcular como el producto del coste unitario, **chf**, multiplicado por el número de tripulantes, **NT**, y por el nivel de calidad de la habilitación, **nch**.

$$\mathbf{CHf = chf \cdot nch \cdot NT = 888000 \text{ Euros (Para chf = 37000 y nch = 1.20)}}$$

El coste del equipo restante instalado, **CEr**, se obtiene en primera aproximación, como el producto del coste unitario por peso, **cer**, por el peso del equipo restante.

$$\mathbf{CEr = cer \cdot WEr = cpe \cdot pst \cdot WEr = 1.067 \cdot 10^6 \text{ Euros}}$$

Si no se dispone de estadísticas, en esta primera iteración del presupuesto, se estima **cer** como el producto del coeficiente de comparación del coste del equipo restante, **cpe**, con el coste unitario del acero montado, **pst**, donde se puede tomar $1.25 < \text{cpe} < 1.35$

Costes varios aplicados, CVa:

Son los costes para el astillero de todo aquello que sin invertir directamente en el proceso de construcción del buque, tiene un coste directo.

Estos costes aplicados, CVa, se pueden calcular en función del coste de construcción, CC,

$$CVa = cva * CC = 5.17 * 10^6 \text{ Euros}$$

Resumen de Costes	Precio €
Material a granel y mano de obra	$37.71 * 10^6$
Equipo de carga y montaje	$1.656 * 10^6$
Equipo propulsor y montaje	$5.217 * 10^6$
Habilitación y montaje	888000
Equipo restante y montaje	$1.067 * 10^6$
Costes varios	$5.17 * 10^6$
Coste TOTAL de construcción	$51.7 * 10^6$

Puesto que estos datos son de 1996, es necesario aplicarle la variación del IPC que según el Instituto Nacional de Estadística es del 58.9% ,por lo que el coste total de construcción será:

$$CC = 82.1 * 10^6 \text{ Euros}$$

Bibliografía:

- **“El Proyecto Básico del Buque Mercante”** y sus referencias:
- Townsin, R.L. *“Block coefficient and service speed”*.Transactions of Rina 1979, Mayo.
- Kerler, H. *“Sobre la coordinación de la velocidad, la eslora y coeficiente de bloque en buques muy llenos”*Hansa 1970.
- Torroja, Jaime *“Apuntes de proyectos”*.ETSI Navales.
- Marin. *“Training course: hydrodynamics on slip desing”*.
- Linbland, A *“On the desing of lines for merchant ships”*
- Lewis, Edward V(editor) *“Principles of naval architecture”*SNAME 1998
- Kupras L.K. *“ Optimisation method and parametric study in precontracted ship desing”*.International Shipbuilding Progress,Mayo 1971
- Holtrop, J& Mennen G.G.J. *“An approximate power prediction method”*.International Shipbuilding Progress,julio 1982
- Yang you, Zhang Rengyi. *“the determination of principal dimension and economic evaluation of multi-purpose dry cargo ships”*Departament of naval Architecture.Shangai JiaoTtong University
- Lansburg,A.C.et al *“Desing and verification for adecuate ship maneuverability”*.SNAME 1983
- Lansburg,A.C.et al *“Desing Workbook on ship maneuver”*.SNAME.Research Bulletin 1-44
- Lyster, C.A.and KNIGHTS, H.L. *“Prediction equations for ship turning circles”*NECIE,1979
- Archer,D.J. et al *“Technical and economic analysis of ship desings and transportation system by means of computer programs”*NSFI,junio 1980
- Erichsens, S. *“Mnagement of marine desing”*.Chapter 11Butterworth and Co.Ltd,1989
- Gonzalez Ferrari,A *“Consideraciones e ideas básicas en torno al proyecto de buques económicos”*.Ingenieria naval 1986
- O´Dogherthy,P *“Dimensionamiento de un buque en base a su economía de explotación”*.Canal de E.H. de El Pardo .Publicación n°68,19682
- Polo, G Et al *“Consideraciones sobre la economía de combustible y el proyecto del buque”*Ingeniería Naval 1975.
- Rodríguez Rubio A. *“La determinación del buque optimo*.Ingeniería Naval1972
- Schneekluth, H. *“Ship desing for efficiency and economy”* Butterworth and Co.1987,capítulo 2
- Torroja,J *“Apuntes de proyectos”*Publicación de la E.T.S.I. Navales 1987-88.capítulo 2 y 3.

Reglamentos.

MARPOL 73 /78.Anexo I-Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos.

IMO:

MCS/Circ.664-*Capacidad de parada en buques muy grandes.*

MCS/Circ.612, 774 y 776 *Medidas para evitar explosiones en bombas de petroleros.*

MCS/Circ.667-*Impedir paso de llamas a tanques de carga.*

MCS/Circ.731-*Respiración y desgasificación de tanques de carga.*

MCS/Circ.686-*Accesos.*

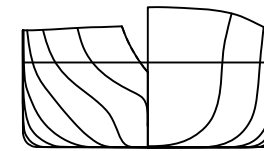
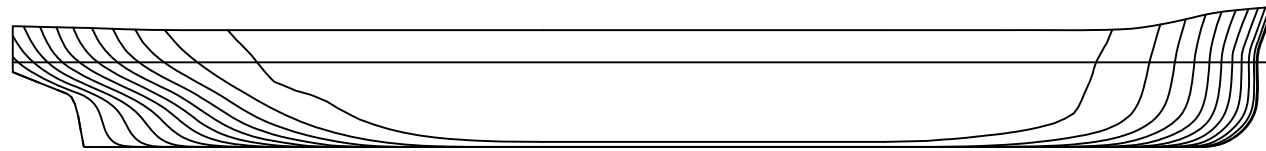
MCS/Circ.664-*Notas explicativas sobre normas provisionales sobre maniobrabilidad de los buques.*

A-747(18) – *Arqueo de tanques de lastre*

A-798(19)- *Protección tanques de lastre de agua de mar.*

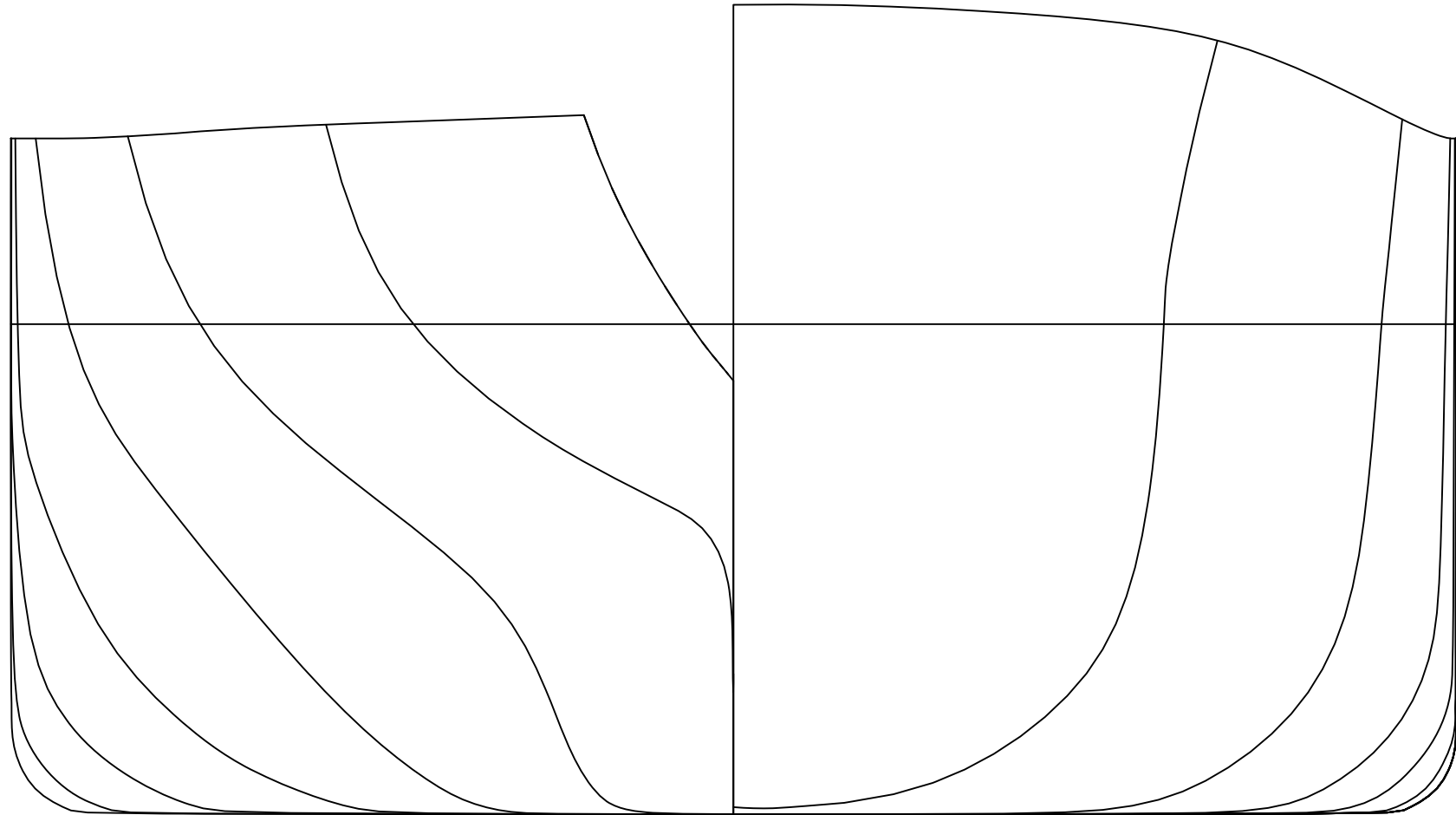
A-749- Código de estabilidad sin averías para todo tipo de buques regulados por IMO.

Convenio Internacional Sobre Líneas de Carga 1996 (Francobordo 66)



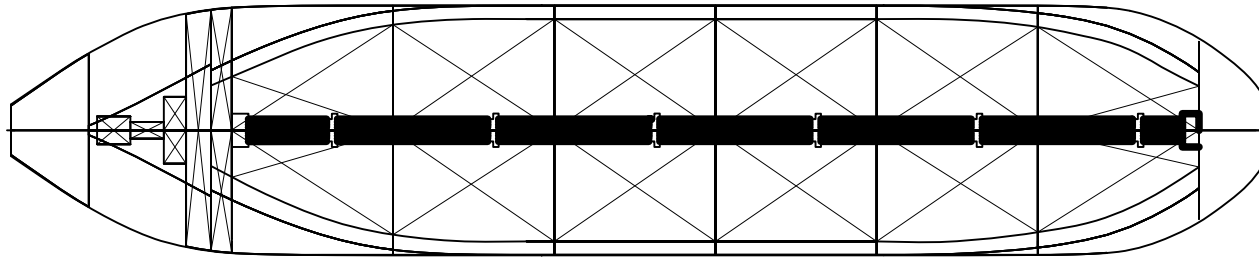
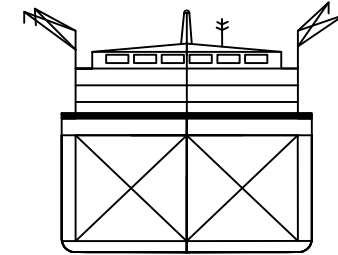
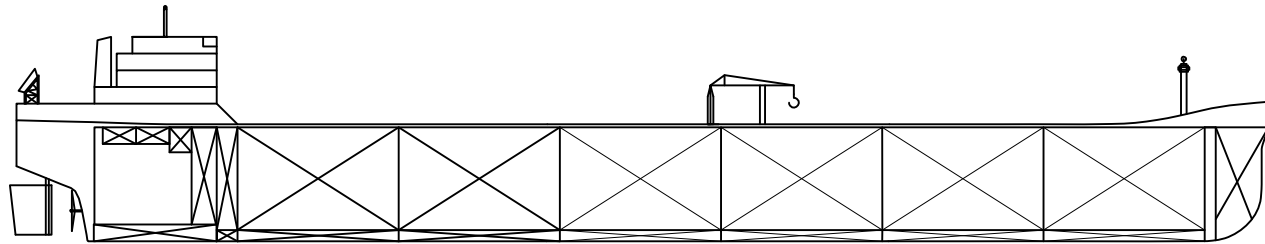
Lpp = 224.12 m
B = 44.82 m
D = 21.08 m
T = 15.3 m

	Nombre:	Fecha:	E.U.I.T. Naval
dibujado por:	José Román		
Aprobado por:			
Escala:	PLANO DE FORMAS		Plano nº 1
1:1000			



Lpp = 224.12 m
B = 44.82 m
D = 21.08 m
T = 15.3 m

	Nombre:	Fecha:	E.U.I.T. Naval
dibujado por:	José Román		
Aprobado por:			
Escala:	1:150		Plano nº 2
CARTILLA DE TRAZADO			



Dimensiones principales:
 Eslora entre perpendiculares = 224.12 m
 Manga de trazado = 44.82 m
 Puntal de trazado = 21.08 m
 Calado = 15.3 m
 Velocidad de servicio = 15 nudos
 Peso muerto = 110000 TMP

	Nombre:	Fecha:	E.U.I.T.Naval
dibujado por:	José Román		
Aprobado por:			
Escala:	PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL		Plano nº 3
1:1000			

