

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DE UNA
EMBARCACIÓN MARÍTIMA DESTINADA AL
SERVICIO PORTUARIO DE 20.22 m DE ESLORA”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO NAVAL

VÍCTOR RAÚL LEO MAYO

PROMOCIÓN 2008-II

LIMA – PERÚ

2012

CONTENIDO

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Objetivo.....	4
1.3. Justificación	4
1.4. Alcances	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Estabilidad Estática.....	8
2.1.1. Estabilidad Inicial	8
2.1.2. Estabilidad a Grandes ángulos de Inclinación	10
2.2. Estabilidad Dinámica	12
2.2.1. Pares Escorantes Estáticos.....	14
2.2.2. Pares Escorantes Dinámicos.....	14
2.2.3. Criterio de Viento y Balance Intensos (Criterio Meteorológico)	15
2.3. Prueba de Estabilidad.....	21
2.3.1. Teoría de la Prueba de Estabilidad	21
2.3.2. Práctica de Realización de la Prueba de Estabilidad	23
2.3.3. Datos que Provee la Prueba de Estabilidad	24
CAPÍTULO III. PRINCIPIOS DE OPERACIÓN Y NORMATIVIDAD EXIGIDA	26
3.1. Principio de Operación de la Embarcación.....	26
3.2. Reglamentaciones y Normatividad.....	29
CAPÍTULO IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	31
4.1. Características Técnicas de la Embarcación Original.....	31
4.2. Estabilidad de la Embarcación Original	36
4.3. Deficiencias Existentes en la Embarcación Original	57

CAPÍTULO V. ALTERNATIVAS Y EVALUACION DE PROPUESTAS	
TÉCNICAS	58
1.1. Propuestas Técnicas	58
1.1.1. Primera propuesta: Ampliación de Eslora, Manga y Puntal por separado	58
1.1.2. Segunda Propuesta: Ampliación de Eslora y Manga.....	59
1.1.3. Tercera Propuesta: Ampliación de Manga y Puntal	59
1.1.4. Cuarta Propuesta: Ampliación de Eslora y Puntal.....	59
1.2. Evaluación de las Propuestas	67
CAPÍTULO VI. PROPUESTA DEFINITIVA	71
2.1. Diseño	71
2.1.1. Análisis de Subdivisión Estanca.....	71
2.1.2. Análisis de Estabilidad Intacta.....	74
2.1.3. Análisis de Estabilidad en Avería.....	89
2.1.4. Diseño y Análisis Estructural	89
2.2. Planeamiento y Tiempos	90
2.3. Preparación del buque en el astillero para su modificación.....	92
2.4. Construcción	92
2.5. Arenado y Pintado.....	92
2.6. Lanzamiento y Pruebas Finales.....	93
CAPÍTULO VII. COSTOS FINALES	95
3.1. Materiales.....	96
3.2. Costo de Servicios.....	96
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	103
BIBLIOGRAFIA	104
TERMINOS USADOS	105
ANEXOS	107
A. Capacidad de Tanques	107
B. Relación de Planos	118

PRÓLOGO

El presente trabajo consiste en el estudio para el mejoramiento de la estabilidad intacta de una embarcación destinada al servicio portuario.

El tipo de servicio actual de la nave es producto de una modificación que le llevó de ser una embarcación pesquera del tipo arrastrero a operar actualmente para el servicio portuario.

Tiempo después la embarcación modificada presenta inconvenientes en la navegación concluyéndose que no cumplía con las normas de Estabilidad emitidas por la IMO, poniendo en riesgo la vida de la tripulación.

El estudio se basa en analizar diversas alternativas de las cuales se escogerá la más factible, para ello se modificará estructuralmente la nave aplicando los conocimientos de ingeniería naval, de tal manera que cumpla con las normas de estabilidad vigentes aplicables a embarcaciones destinadas al servicio portuario.

El informe de suficiencia está estructurado de la siguiente manera:

CAPITULO I, se presenta los antecedentes del trabajo, objetivo, justificación alcance.

CAPITULO II, se detalla el marco teórico del informe.

CAPITULO III, se describe el principio de operación de la embarcación, así como la reglamentación que lo regula.

CAPITULO IV, se describe el planteamiento del problema.

CAPITULO V, se detalla las alternativas de solución del problema y se determina la más factible.

CAPITULO VI, se desarrolla el diseño de la alternativa seleccionada.

CAPITULO VII, se presentan los costos para la alternativa seleccionada.

Como parte final del informe, se presentan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía, vocabulario y anexos.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La embarcación en estudio fue diseñada y construida para realizar el servicio de pesca del tipo arrastrero. El nuevo Armador adquiere esta embarcación con la finalidad de destinarla a realizar trabajos para el servicio portuario, por lo que a pedido de este y después de un estudio, se realizó la modificación estructural en el año 2007.

Tiempo después, la embarcación operando como nave para el servicio portuario presenta inconvenientes en la navegación que son percibidas por la tripulación en sus diferentes condiciones de operación. El Armador solicita un estudio para determinar el problema.

Es así que como se ejecutó un Experimento de Inclinación (Prueba de Estabilidad) realizado el día 24 de Setiembre del 2009 (Muelle de Enapu – Puerto de Paita).

Como resultado de este análisis se concluyó que la embarcación era inestable, ya que no cumplía las normativas que regulan la estabilidad y como

resultado ponían en riesgo la integridad de la vida humana en el mar y de la propia embarcación.

1.2. Objetivo

Proponer alternativas de solución a las deficiencias encontradas en la estabilidad que presenta una embarcación destinada al servicio portuario aplicando los conocimientos de Ingeniería Naval de tal manera que cumpla las normas de estabilidad regidas bajo la OMI.

1.3. Justificación

Con el mejoramiento de la Estabilidad, la nave podrá navegar con seguridad en sus diferentes condiciones de operación requeridas para el servicio portuario con un mar de viento no mayor a mar 3 y así podrá asegurarse la vida humana de acuerdo a las normas de estabilidad regidas por la OMI.

1.4. Alcances

Los resultados del presente informe tienen su base en el estudio de Estabilidad de la Embarcación, manteniendo los principios de operación para el servicio por la cual fue diseñado.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

El comportamiento del buque en el mar debe ser tal que se asegure su integridad en cualquier situación en la que pueda encontrarse la embarcación a lo largo de su vida útil, para ello, uno de los aspectos básicos a estudiar es la estabilidad, que mediante el análisis de determinados parámetros característicos de la embarcación nos permite predecir el comportamiento en situaciones de operación.

En este capítulo, definiremos los principales conceptos de arquitectura naval, luego aplicaremos los conceptos expuestos para luego desarrollar la teoría de estabilidad.

A. Centro de Gravedad: Es el punto donde se encuentra aplicado el vector desplazamiento del buque. Se le designa con la letra “G” (figura 2.1).

B. Centro de Carena: Es el punto geométrico donde se encuentra aplicado el vector empuje que ejerce el agua sobre el volumen sumergido del buque. Se le designa con la letra “B” (figura 2.1).

C. Metacentro Transversal: Partiendo de una situación de equilibrio con línea de flotación “F L” y al producirse una escora infinitesimal generando la línea de flotación “F1 L1”, trazamos las fuerzas de empuje vertical que pasan por los centros de carena inicial “B” y final “B1”, éstas se cortarán en un punto denominado

GM = altura metacéntrica transversal.

D. Radio metacéntrico transversal: El valor BM, es el radio metacéntrico transversal inicial (figura 2.1). Se denomina así porque, haciendo centro en M y con radio BM, la circunferencia trazada coincidiría, muy aproximadamente, con la curva del centro de carena para escoras infinitesimales.

El valor del radio metacéntrico transversal se obtiene a partir de los valores de los movimientos transversal, vertical y longitudinal del centro de carena. El radio metacéntrico será igual a $BM = r = \frac{I_x}{\nabla}$

I_x = Momento de inercia de la superficie de flotación con respecto al eje longitudinal.

E. Altura metacéntrica: Recibe el nombre de altura metacéntrica transversal el valor GM (figura 2.1), el cual es positivo si M está por encima de G y negativo cuando M está por debajo de G. El GM se utiliza como valor representativo de la estabilidad estática transversal inicial.

Luego de estas breves definiciones pasaremos a desarrollar la teoría de Estabilidad.

Estabilidad es la propiedad que tiene un buque de recobrar su posición de equilibrio inicial, cuando circunstancias exteriores como el viento y el mar, lo sacan de ella. Existen dos tipos de estabilidad, Estabilidad Estática y Estabilidad Dinámica, ambos tipos de estabilidad los podemos clasificar según la figura 2.2:

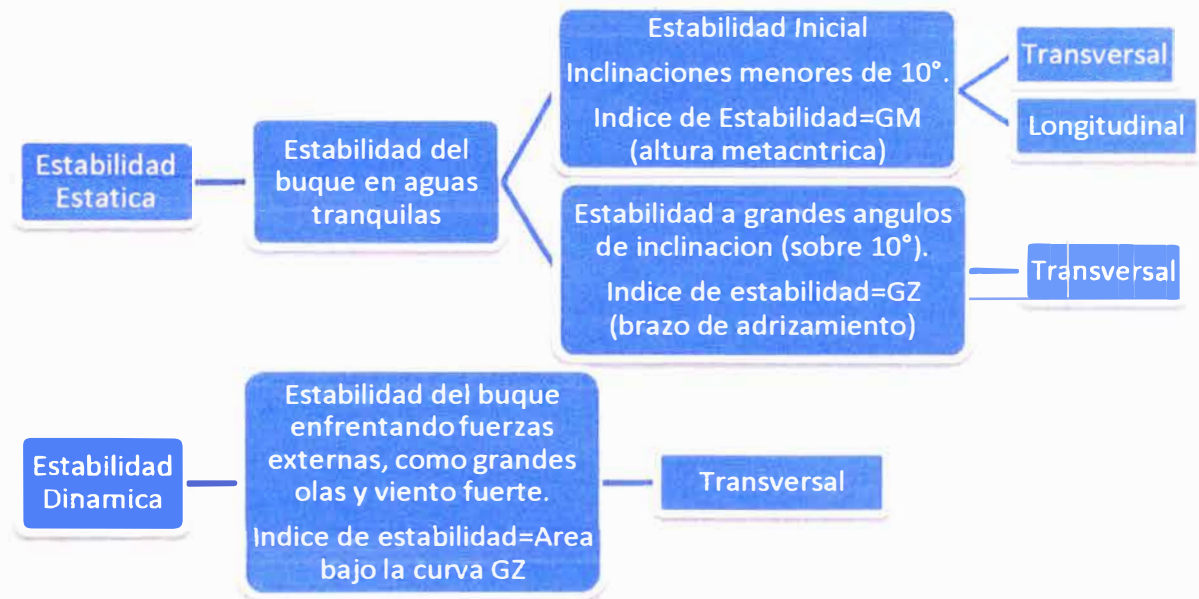


Figura 2.2 – Clasificación de Estabilidad

2.1. Estabilidad Estática

Estudia las condiciones de equilibrio de un buque en aguas absolutamente tranquilas. Aún cuando por estar flotando en un medio líquido la nave está en constante movimiento, es válido el estudio de la Estabilidad Estática y es válida su aplicación, ya que el comportamiento promedio de una nave en el mar es muy similar al comportamiento de ésta en aguas tranquilas.

2.1.1. Estabilidad Inicial

Compone el estudio de la estabilidad del buque para inclinaciones iguales o menores de 10° . Para inclinaciones transversales menores de 10° a cada banda, el Centro de Carena “B” describe un arco de circunferencia. El centro de ese arco es el metacentro transversal. De allí que para inclinaciones menores de 10° puede asumirse KM constante, (se asume como un punto fijo).

El estudio de la estabilidad inicial se realiza en función a su **altura metacéntrica GM**, el cual se determina según $GM=KM-KG$.

Las condiciones de equilibrio en función de este valor de un buque (figura 2.3) pueden ser: Equilibrio estable cuando $GM>0$ (metacentro encima del centro de gravedad); equilibrio inestable cuando $GM<0$ (metacentro debajo del centro de gravedad) y equilibrio indiferente cuando $GM=0$.

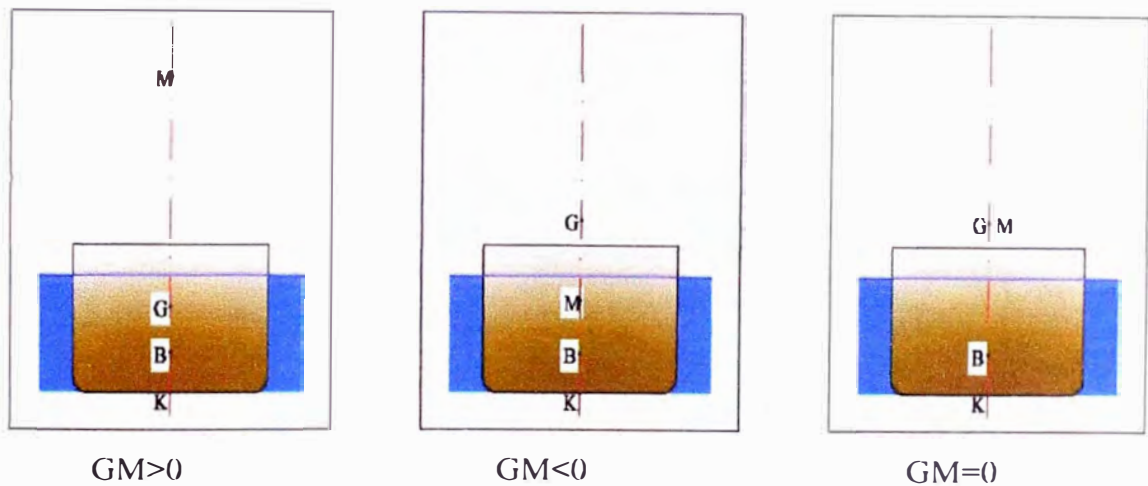


Figura 2.3 – Condiciones de Equilibrio

Par de Estabilidad Transversal

Según la figura 2.4, tenemos el buque en equilibrio en la posición de adrizado, peso y empuje en la misma vertical, y además, en el plano diametral; todo esto correspondiente a un desplazamiento determinado Δ .

Por una acción exterior el buque se inclina θ grados; y el centro de carena se traslada según la curva "B" proyección a la posición B1, dentro del plano de inclinación transversal, este movimiento trae como consecuencia el traslado del vector empuje a esta nueva posición, que da lugar a la formación de

un par de fuerzas, llamado, par de fuerzas de la estabilidad estática transversal, brevemente se le da el nombre de, “**Par de estabilidad transversal**”. Este par tiende a llevar al buque a su posición primitiva de equilibrio. El momento de este par tiene por valor: $\Delta \cdot GZ = \Delta GM \text{ sen } \theta$.

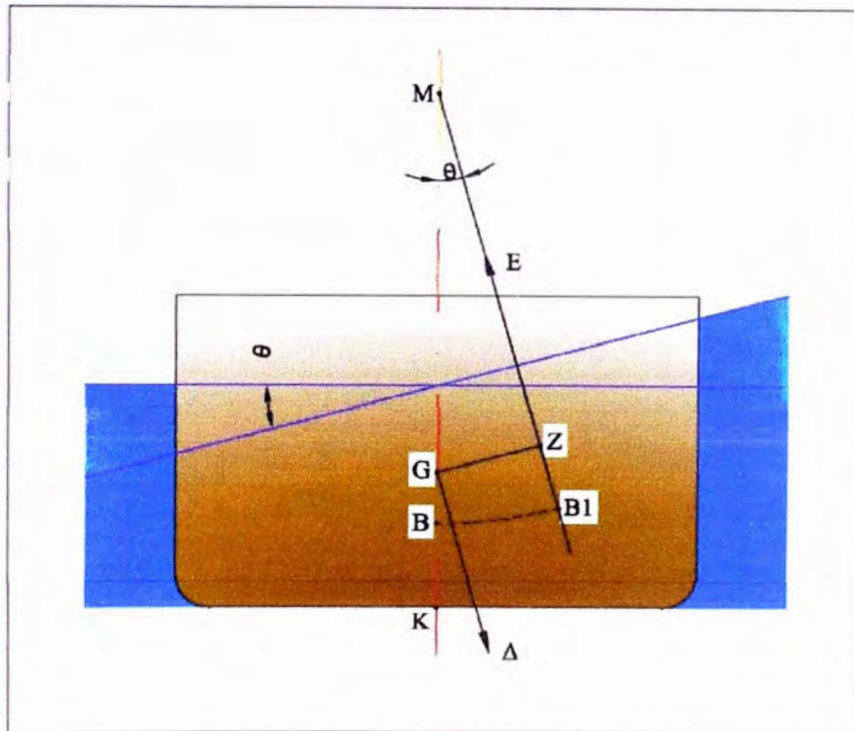


Figura 2.4 – Par de Estabilidad Transversal

2.1.2 Estabilidad a grandes ángulos de inclinación

Para ángulos de inclinación mayores de 10° la posición del Metacentro cambia apreciablemente, por lo que no puede considerarse fijo. Tanto en el caso de “Estabilidad Inicial”, como en el caso de “Estabilidad a Grandes Ángulos”, es necesario conocer los brazos de adrizamiento “GZ” y con ellos los momentos adrizantes. En el primer caso es posible hacer uso del valor “GM”; en el segundo se utiliza otra metodología.

Curvas Cruzadas de Estabilidad

Se les denomina también “Curvas Isóclinas de Estabilidad”, grafican los diferentes brazos de estabilidad GZ con un KG estimado (el KG debe indicarse para su posterior corrección en la obtención de las curvas reales de estabilidad estática) para diferentes desplazamientos (figura 2.5).

La denominación de cruzadas surge del hecho de que ellas se llegan a superponer en el gráfico, en razón de sus variaciones particulares y se les denomina isóclinas a causa de que cada curva corresponde a un ángulo constante de inclinación del buque.

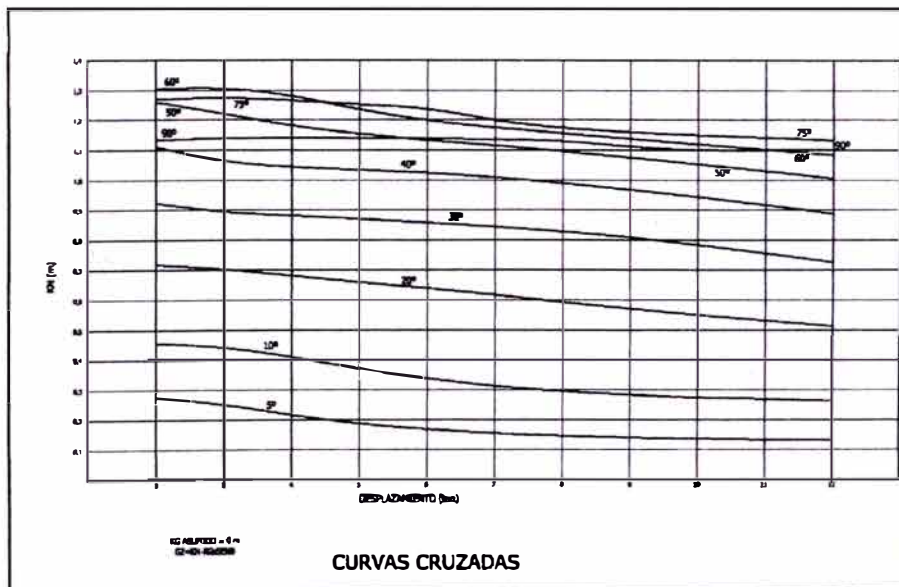


Figura 2.5 – Curvas Cruzadas de Estabilidad

Curva de Estabilidad Estática

Sobre la base de las curvas cruzadas de Estabilidad y para un determinado desplazamiento “ Δ ”, se obtienen para cada ángulo de inclinación, correspondiente a cada curva, los brazos de adrizamiento. Graficados según un

par de ejes ortogonales GZ, θ , determinan una curva que se denomina “Curva de Estabilidad Estática” (figura 2.6).

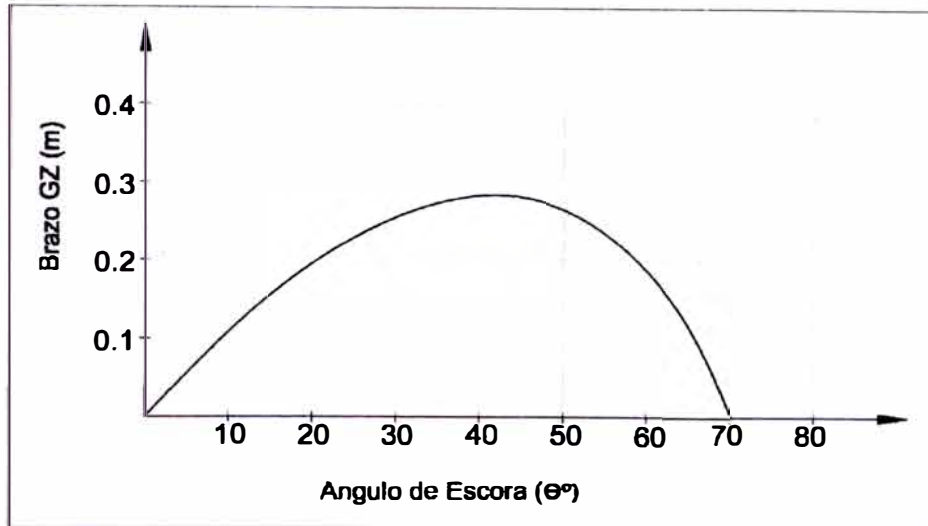


Figura 2.6 – Curva de Estabilidad Estática

2.2. Estabilidad Dinámica

La estabilidad dinámica es la energía disponible por el buque para adrizarse. En la consideración de la definición de estabilidad dinámica, debe suponerse que el movimiento en la inclinación se hace de una manera suficientemente lenta para que los elementos del buque no adquieran velocidad apreciable, con esta consideración se deduce que la fuerza viva absorbida por el medio será nula y el trabajo escorante estará equilibrado con el trabajo resistente del par de estabilidad.

Para calcular el valor de la estabilidad dinámica partiendo de la posición de equilibrio, buque adrizado, $\theta = 0$, para una inclinación cualquiera θ ; sumaremos los trabajos resistentes realizados por el par de estabilidad en cada instante del giro. Este trabajo para una inclinación $d\theta$, será igual a $dT = \Delta \cdot GZ \cdot d\theta$, y para una inclinación finita θ , el trabajo total será: $T = \int_0^\theta \Delta \cdot GZ \cdot d\theta$

Si θ está dentro de la estabilidad inicial,

$$T = \int_0^{\theta} \Delta * GM * \sin \theta * d\theta = \int_0^{\theta} d\theta * \theta * \Delta * GM = \frac{1}{2} \Delta * GM * \theta^2$$

θ = Inclinaciones en radianes.

La unidad en que vendrá expresado el trabajo, será, la de tonelada-metros por radianes.

Observando en la figura 2.7, la curva de estabilidad estática transversal, vemos que la expresión que nos da el área comprendida entre la curva y el eje de las abscisas es $A = \int_0^{\theta_k} \Delta * GZ * d\theta$; como hemos visto que el trabajo total para una inclinación finita θ_k , hecho por el par de estabilidad, o sea, la estabilidad dinámica del buque, es igual a $T = \int_0^{\theta_k} \Delta * GZ * d\theta$; luego $T = A = \int_0^{\theta_k} \Delta * GZ * d\theta$

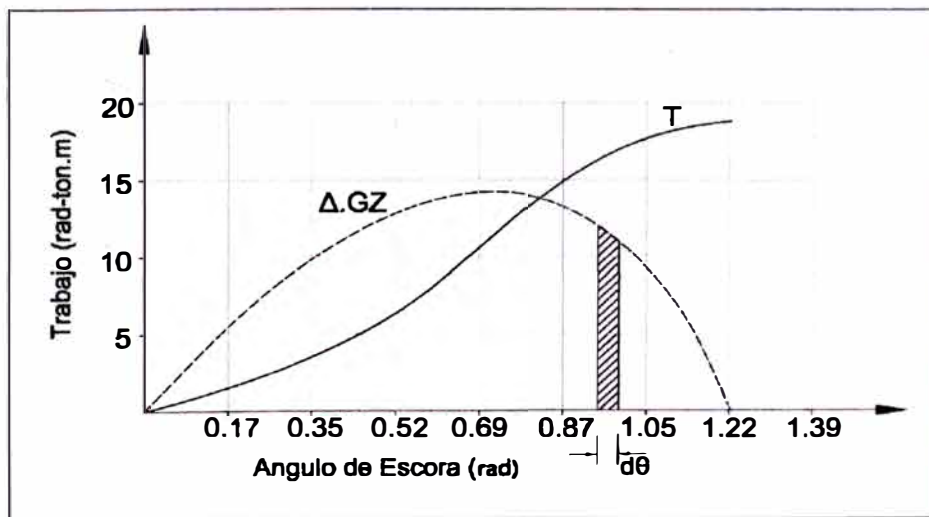


Figura 2.7 – Estabilidad Dinámica

Lo que nos dice que el área de la curva de estabilidad estática, o sea, la integral de la curva de estabilidad estática, nos da el valor de la estabilidad dinámica.

2.2.1. Pares Escorantes Estáticos

Los pares escorantes que pueden actuar sobre un buque pueden ser producidos a muy baja velocidad, en cuyo caso se les considera como estáticos (figura 2.8); su comparación con la curva de momentos de estabilidad estática permite determinar los ángulos de equilibrio o de escora estáticos (θ_1 y θ_2).

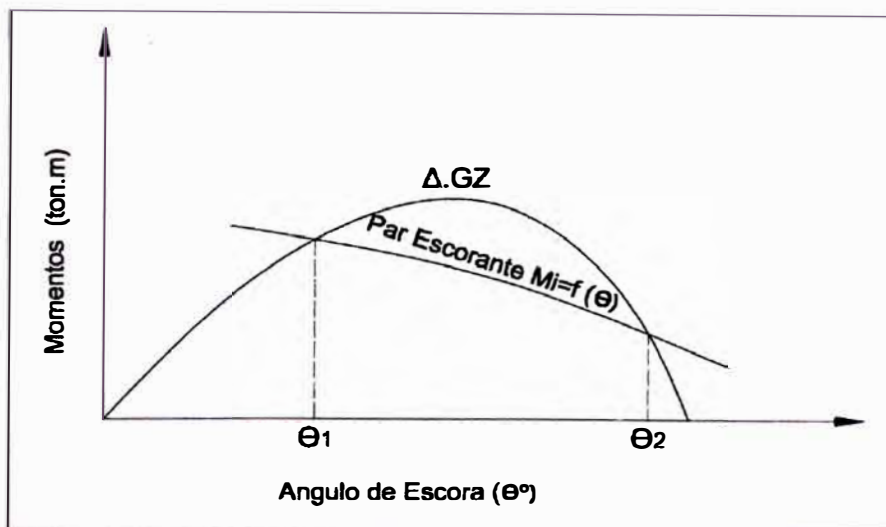


Figura 2.8 – Pares Escorantes Estáticos

2.2.2. Pares Escorantes Dinámicos

Cuando el par escorante es violento, es decir cuando se produce a una velocidad significativa, el momento o par escorante se denomina dinámico.

En tales casos, el concepto de equilibrio varia, y él se logra sobre la base de equilibrio de trabajo escorante y adrizante; lográndose el Angulo de equilibrio dinámico $\theta_{d(1)}$ en el momento en que se equilibran las diferencias de areas bajo las curvas de momentos adrizantes $A_{2(1)}$ y la de par de escorante dinámico $A_{1(1)}$ (Figura 2.9).

Puede darse el caso de que dicho equilibrio no se logre dentro de los límites de la curva de estabilidad estática normal, debido a que las diferencias de

áreas bajo la curva del par escorante $A_{1(2)}$ es mucho mayor frente a la curva de momento adrizante $A_{2(2)}$, en ese caso el buque tumbara por exceso de trabajo inclinante frente a la energía disponible de recuperación o de adrizado.

Un caso típico de este efecto dinámico es de las ráfagas de viento sobre el velamen o sobre superestructuras. Evidentemente a causa de que el área velica varia con el coseno del Angulo de inclinación, la curve de momento escorante será función coseno y de la fuerza del viento aplicada en el centro de presión, como resultante de las presiones elementales en la superficie expuesta.

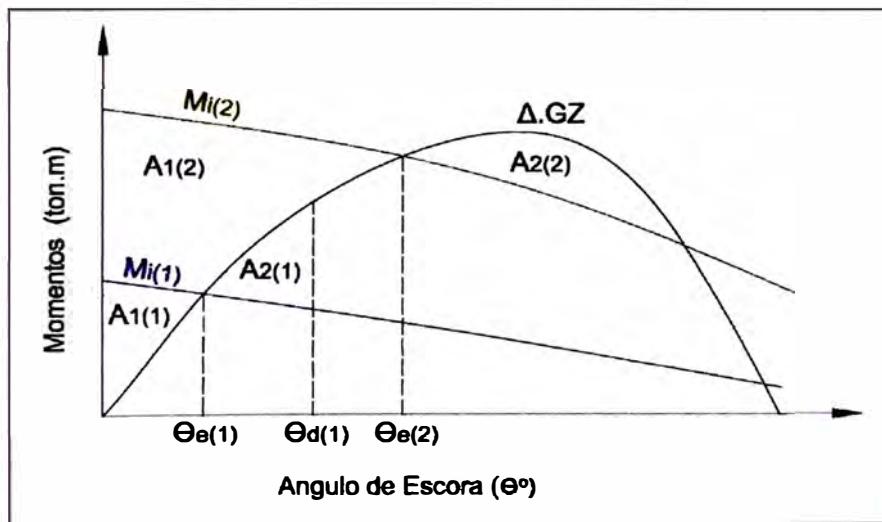


Figura 2.9 – Pares Escorantes Dinámicos

2.2.3. Criterio de Viento y Balance Intensos (Criterio meteorológico)

1. Habrá que demostrar la aptitud del buque para resistir los efectos combinados del viento de través y del balance, con referencia a la figura 2.10, del modo siguiente:

- a) Se someterá el buque a la presión de un viento constante que actúe perpendicularmente al plano de crujía, lo que dará como resultado el correspondiente brazo escorante (l_{w1}).
- b) Se supondrá que a partir del ángulo de equilibrio resultante (φ_0) el buque se balancea por la acción de las olas hasta alcanzar un ángulo de balance (φ_1) a barlovento. El ángulo de escora provocado por un viento constante (φ_0) no deberá ser superior a 16° o al 80% del Angulo de inmersión del borde de la cubierta, tomando de estos valores el menor.
- c) Seguidamente se someterá al buque a la presión de una ráfaga de viento que dará como resultado el correspondiente brazo escorante (l_{w2}).
- d) En estas circunstancias, el área b debe ser igual o superior al área a, tal como se indica en la figura 2.10 :

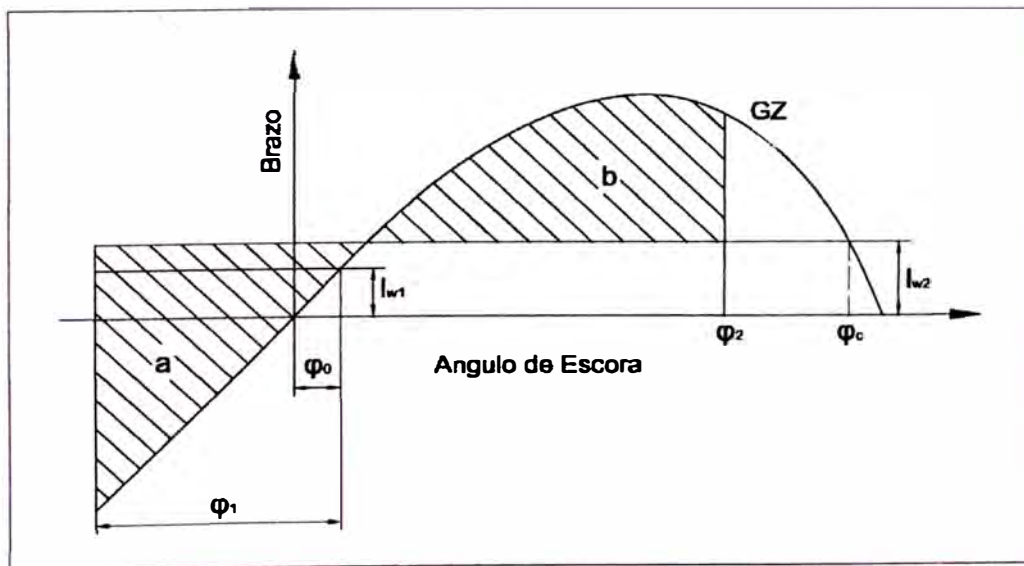


Figura 2.10 – Criterio Meteorológico

Los ángulos de la figura 2.10 se definen del modo siguiente:

φ_0 = ángulo de escora provocado por el viento constante.

φ_1 = ángulo de balance a barlovento debido a la acción de las olas.

φ_2 = ángulo al que se produce inundación descendente (φ_f), o 50° , o φ_c , tomando de estos valores el menor.

Donde:

φ_f = ángulo de escora al que se sumergen las aberturas del casco, superestructuras o casetas que no puedan cerrarse de modo estanco a la intemperie. Al aplicar este criterio no hará falta considerar abiertas las pequeñas aberturas por las que no pueda producirse inundación progresiva.

φ_c = ángulo de la segunda intersección entre la curva de brazos escorantes l_{w2} y la de brazos GZ.

2. los brazos escorantes l_{w1} y l_{w2} provocados por el viento, son valores constantes a todos los ángulos de inclinación y se calcularán del modo siguiente:

$$l_{w1} = \frac{P * A * Z}{1000 * g * \Delta} \quad (m)$$

$$l_{w2} = 1.5 * l_{w1} \quad (m)$$

Donde:

P = presión del viento de 504 N/m^2 . El valor de P utilizado para los buques en servicio restringido podrá reducirse a reserva de que lo apruebe la administración.

A = área lateral proyectada de la parte del buque y de la cubertada que quede por encima de la flotación (m^2).

Z = distancia vertical desde el centro del área A hasta el centro del área lateral de la obra viva, o aproximadamente hasta el punto medio del calado (m);

Δ = desplazamiento (t)

$g =$ aceleración de la gravedad de 9.81 m/s^2 .

3. Si la Administración los considera satisfactorios, podrán aceptarse otros medios para determinar el brazo escorante (l_{w1}) como alternativa equivalente al cálculo que figura en 2. Cuando se realicen dichas pruebas alternativas, se hará referencia a las directrices elaboradas por la Organización. La velocidad del viento utilizada en las pruebas será igual a 26 m/s en tamaño natural con un perfil de la velocidad uniforme.

El valor de la velocidad del viento utilizado para los buques en servicios restringidos podrá reducirse a un valor que la Administración considere satisfactorio.

4. el ángulo de balance (φ_1) se calcula del modo siguiente:

$$\varphi_1 = 109 * k * X_1 * X_2 * \sqrt{r * s} \quad (\text{grados})$$

Donde:

$X_1 =$ factor indicado en el cuadro

$X_2 =$ factor indicado en el cuadro

$k =$ factor que corresponde a lo siguiente:

$k = 1.0$ respecto de un buque de pantoque redondo que no tenga quillas de balance ni quilla de barra.

$k = 0.7$ respecto de un buque de pantoque quebrado

$k =$ el valor que se indica en el cuadro respecto de un buque con quillas de balance, quilla de barra o ambas.

$$r = 0.73 \pm 0.6 * OG/d$$

Donde:

OG = distancia entre el centro de gravedad y la flotación (m) (positiva si el centro de gravedad queda por encima de la flotación, negativa si queda por debajo)

d = calado medio de trazado del buque (m)

S = factor indicado en el cuadro 2.13

Periodo de balance $T = \frac{2 \cdot C \cdot B}{\sqrt{GM}}$ (s)

Donde: $C = 0.373 + 0.023(B/d) - 0.043(L_{wl}/100)$

Los símbolos que aparecen en los cuadros y en la fórmula del periodo de balance tienen los siguientes significados:

L_{wl} = eslora en la flotación del buque (m)

B = manga de trazado del buque (m)

d = calado medio de trazado del buque (m)

C_B = coeficiente de bloque

A_k = área total de la quillas de balance o área de la proyección lateral de la quilla de barra, o suma de estas áreas (m²)

GM = altura metacéntrica corregida por el efecto de superficie libre (m)

Tabla 2.1 - Valores del factor X_1

B/d	X_1
$\leq 2,4$	1,0
2,5	0,98
2,6	0,96
2,7	0,95
2,8	0,93
2,9	0,91
3,0	0,90
3,1	0,88
3,2	0,86
3,3	0,82

3,4	0,80
$\geq 3,5$	0,80

Tabla 2.2 - Valores del factor X_2

C_B	X_2
$\leq 0,45$	0,75
0,50	0,82
0,55	0,89
0,60	0,95
0,65	0,97
$\geq 0,70$	1,00

Tabla 2.3 - Valores del factor k

$\frac{A_k \times 100}{L_{wl} \times B}$	k
0	1,0
1,0	0,98
1,5	0,95
2,0	0,88
2,5	0,79
3,0	0,74
3,5	0,72
$\geq 4,0$	0,70

Tabla 2.4 - Valores del factor s

T	s
≤ 6	0,100
7	0,098
8	0,093
12	0,065
14	0,053
16	0,044
18	0,038
≥ 20	0,035

(Los valores intermedios en las Tablas 2.1 - 2.4 se obtendrán por interpolación lineal).

5. Las tablas y formulas descritas en 4 son basados en datos de buques que cumplan:

- a) B/d menores que 3.5
- b) $(KG/d - 1)$ entre -0.3 a 0.5
- c) T menor que 20 s.

En el caso de los buques cuyos parámetros rebasen los límites indicados arriba, el ángulo de balance (φ_1) podrá determinarse también mediante experimentos con un modelo de buque de ese tipo utilizando el procedimiento descrito en la circular MSC.1/Circ.1200. Asimismo, la Administración podrá aceptar las estimaciones alternativas mencionadas para cualquier buque si lo estima oportuno.

2.3. Prueba de Estabilidad

Conocida también como prueba de Inclinación, es una operación que consiste en desplazar una serie de pesos de valor conocido, normalmente en dirección transversal y medir seguidamente el cambio resultante en el Angulo de escora de equilibrio del buque. Con esta información y aplicando principios básicos de arquitectura naval, se determina la posición vertical del centro de gravedad del buque (KG).

2.3.1. Teoría de la Prueba de Estabilidad

En un buque que flota libremente, al correrse un peso “w” que se encuentra en correspondencia con el plano de crujía, hacia una banda, puede

admitirse que produce un momento “ M_i ”, a este momento se opone el intrínseco “ M_a ”, según se analizó. Es decir, la condición de equilibrio será:

$$M_a = M_i$$

$$M_a = \Delta * GZ$$

$$M_a = \Delta * GM * \sin \theta$$

$$M_i = w * v * d$$

$$M_i = w * \cos \theta * d$$

El valor “ w_h ” resultante de la descomposición vectorial de “ w ”: no interviene, y es absorbido por la resistencia de la carena en el medio fluido.

Luego:

$$\Delta * GM * \sin \theta = w * \cos \theta * d$$

$$\therefore GM = \frac{w * d}{\Delta * \tan \theta} \quad (1)$$

O bien:

$$\tan \theta = \frac{w * d}{\Delta * GM}$$

La fórmula vista (1) es fundamental para el estudio de la estabilidad inicial y para la prueba de inclinación, permite llegar al valor “ KG ” buscado, según:

$$KG = KM - GM$$

Donde “KM” es uno de los atributos de las curvas hidrostáticas y “GM” se obtiene de la expresión anterior (1).

“KG” es la ordenada del centro de gravedad del buque vacío o en la condición en que se efectuó la prueba y es el resultado de ella.

En consideración a las hipótesis asumidas en la determinación anterior, es evidente que la prueba tiene validez si se realiza dentro de los límites de inclinación de la estabilidad inicial.

2.3.2. Práctica de Realización de la Prueba de estabilidad

Como surge de la teoría de la prueba de inclinación, se requiere para la realización práctica, una “causa” exterior conocida “Mi” y la medición de la “consecuencia θ ”.

Para lograrlo, se realiza el movimiento transversal de un peso “w” a una distancia “d”, ambos perfectamente conocidos, y se mide “ θ ” por un procedimiento adecuado, todo ello para un desplazamiento que corresponde al calado de prueba.

La medición del valor “ θ ” se realiza con péndulos instalados en el buque y dotados de un sistema de amortiguación de oscilaciones libres.

En general el sistema de disminución de oscilaciones libres del péndulo consiste en un recipiente de boca ancha que contiene un fluido tal como aceite donde se sumerge la masa del péndulo.

Sobre la boca del recipiente se instala una rejilla fija para poder marcar sobre ella los puntos de estabilización.

El Angulo " θ " de máxima amplitud de escora no es conveniente que supere 3° , pudiendo admitirse hasta 5° .

El péndulo tendrá la mayor longitud posible, de tal forma que la elongación sea suficientemente amplia para el Angulo " θ ", disminuyebdo de esa forma los errores relativos.

El péndulo está formado por un hilo o alambre de resistencia adecuada y una masa pendular.

Para compensar errores se utilizaran como mínimo dos péndulos a lo largo de la eslora y se obtendrá lecturas promedio.

2.3.3. Datos que Provee la Prueba

La prueba de inclinación provee fundamentalmente el valor de la " $\tan \theta$ ", obtenida de dividir la elongación " a " por la longitud " l " del péndulo, desde el punto de oscilación hasta el borde de la rejilla de medición (como promedio entre todos los péndulos y corridas hacia ambas bandas) (figura 2.11).

Con este valor se opera con la formula deducida de "GM", donde: " Δ ", " w " y " d " son datos y para lo cual " Δ " incluye el peso " W " de la prueba, que luego habrá que deducir, según el momento que produce en el sistema.

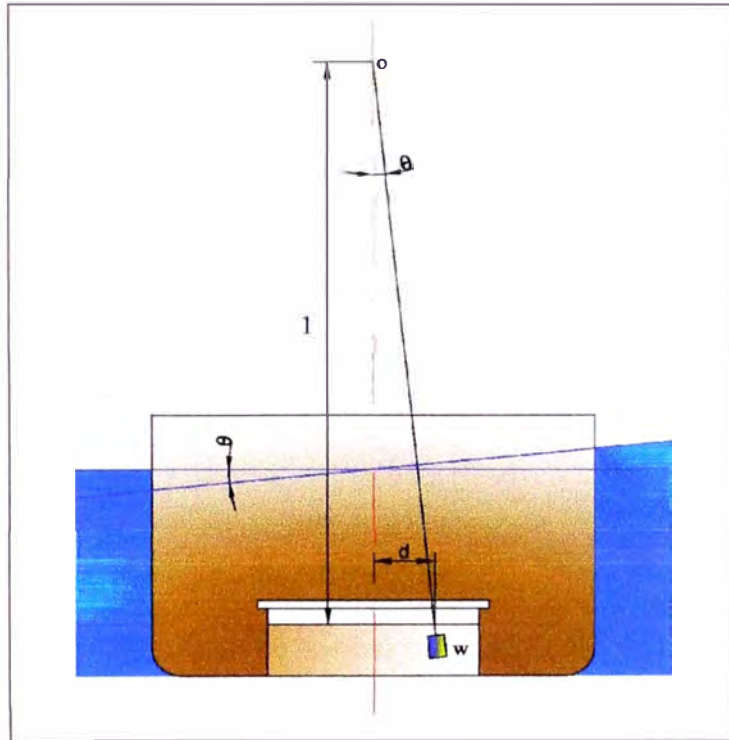


Figura 2.11 – Elementos de la Prueba de Estabilidad

CAPITULO 3

PRINCIPIOS DE OPERACIÓN Y NORMATIVIDAD EXIGIDA

3.1. Principios de Operación de la Nave

3.1.1. Tipo de Operación de la Embarcación

La embarcación para el servicio portuario es un buque dedicado principalmente a llevar pertrechos, materiales y equipo a las instalaciones dentro de bahía, proyectado en su parte proel con superestructuras que serán los alojamientos y puente, también en su parte popel con una cubierta de carga expuesta a la intemperie para la manipulación de la carga en el mar. Además brinda apoyo en las maniobras de ingreso de pequeñas embarcaciones al muelle.

3.1.2. Tripulación y Carga

La embarcación cuenta con una una tripulación de 8 personas más el capitán. El capitán está ubicado en el puente y la tripulación en cubierta según se disponga para las actividades de estiba y desestiba de la carga, así como para maniobras de apoyo portuario.

La embarcación lleva tanto combustible diesel como agua dulce destinados como carga líquida y están dispuestas bajo cubierta en un

ordenamiento según el plano de Disposición General. Además, con la presente modificación tendrá capacidad para llevar carga con un máximo de 5 ton sobre cubierta con una altura de 1m, cuyo centro de gravedad se ubica a 3.96m del extremo de popa, en la línea de crujía y a 0.5m sobre cubierta de popa.

Se considera como consumibles al combustible y agua dulce dispuestas en el plano de Disposición General (plano N° 4) para uso de la embarcación.

3.1.3. Condiciones de Carga

Las condiciones de carga para este tipo de embarcación según la normativa vigente son:

Embarcación en Liviano: buque con todos sus sistemas pero que no lleva a bordo productos consumibles, provisiones, carga, tripulación con sus efectos, ni líquidos, salvo los fluidos de la maquinaria y las tuberías, tales como lubricantes y fluidos hidráulicos, que están a nivel de servicio.

Salida a Plena Carga: condición máxima de carga líquida y sobre cubierta incluyendo consumibles en la embarcación.

Llegada a Plena Carga: condición máxima de carga líquida y sobre cubierta, además incluye el 10% de consumibles en la embarcación.

Salida en Lastre: condición en lastre, sin carga pero con capacidad máxima de consumibles.

Llegada en Lastre: condición en lastre, sin carga pero con 10% de consumibles.

Peor Condición Operacional: carga sobre cubierta con 10% de carga líquida y 10% de consumibles.

3.1.4. Criterios de Estabilidad

Los criterios de estabilidad se aplicaron de acuerdo al Código de Estabilidad sin avería para todos los tipos de buques regidos por los instrumentos de la OMI – 2008 y la Resolución Directoral nro. 0474-98/DCG, norma técnica sobre Pruebas de Inclinación - DICAPI 1998, los cuales señalan:

1. El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no será inferior a 0,07 metro-radián hasta un ángulo de 15° si el brazo adrizante máximo (GZ) se da a un ángulo igual a 15° o de 0,055 metro-radián hasta un ángulo de 30° si el brazo adrizante máximo (GZ) se da a un ángulo igual o superior a 30°. Cuando el brazo adrizante máximo (GZ) se dé a un ángulo comprendido entre 15° y 30°, el área correspondiente bajo la curva de brazos adrizantes será igual a:

$$0.055 + 0.001(30^\circ - \varphi_{max}) \text{ metro-radian}$$

2. el área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) entre los ángulos de escora de 30° y 40°, o entre 30° y φ si este ángulo es inferior a 40°, no será inferior a 0,03 metro-radián.

3. el brazo adrizante (GZ) será como mínimo de 0,2 m a un ángulo de escora igual o superior a 30°.

4. el brazo adrizante máximo (GZ) se dará a un ángulo de escora no inferior a 15°.

5. la altura metacéntrica transversal inicial (GM_t) no será inferior a 0,15 m.

La embarcación navegará en zonas costeras con vientos de mar iguales a Mar 3 (marejada) que corresponden a velocidades de viento de 16 nudos; sin embargo, para efectos de cálculo según el **criterio de Viento y Balance Intensos** (criterio meteorológico) se tomaron **valores promedios máximos de 35 nudos** registrados en la zona costera de Pisco.

3.2. Reglamentaciones y Normatividad

La embarcación de apoyo portuario para el presente estudio se rige bajo las siguientes normas:

3.2.1. Código Internacional de Estabilidad sin Avería - 2008

- PARTE A: CRITERIOS OBLIGATORIOS

- Capítulo 2: Criterios Generales – 2.3 Criterio de Viento y Balance Intensos (criterio meteorológico).

- PARTE B: RECOMENDACIONES APLICABLES A DETERMINADOS TIPOS DE BUQUES Y OTRAS DIRECTRICES

- Capítulo 2: Criterios de diseño recomendados para cierto tipo de buques – 2.4 Embarcaciones de Suministro.

- Capítulo 3: Orientaciones para elaborar la información sobre estabilidad - 3.4 Condiciones normales de carga que deben examinarse.

3.3.2. Resolución Directoral Nro. 0474-98/DCG, Norma Técnica sobre Pruebas de Inclinación - DICAPI 1998.

3.3.3. Resolución Directoral Nro 206-1999_Norma Técnica sobre Asignación de Líneas de Carga Máxima – DICAPI 1999.

3.3.4. Resolución Directoral Nro 562-2003_Norma Técnica sobre Código de Seguridad de Equipo para Naves y Artefactos Marítimos – DICAPI 2003.

3.3.5. American Bureau of Shipping. Hull Construction and Equipment. Edición mayo 2011.

CAPITULO 4

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1. Características Técnicas de la Embarcación Original

Tipo de Operación

La nave ha sido diseñada como una embarcación de bahía para los diferentes servicios de apoyo portuarios y de navegación.

La embarcación de bahía está dedicado al suministro de instalaciones marítimas, transporte de personal además de apoyar en las maniobras de ingreso de embarcaciones pequeñas al muelle.

Características de la Embarcación

La embarcación original tiene las siguientes características principales:

- ◆ Eslora total : 20.22 m.
- ◆ Eslora entre perpendiculares : 17.86 m.
- ◆ Manga máxima : 6.22 m.
- ◆ Puntal moldeado : 3.0 m.
- ◆ Capacidad de petróleo para navegación: 2900 US Gl.
- ◆ Capacidad de petróleo para carga : 2400 US Gl.

- ◆ Capacidad agua dulce para navegación : 2300 US Gl.
- ◆ Capacidad agua dulce para carga : 2200 US Gl.
- ◆ Cap. Aceite hidráulico de maniobra : 360 US Gl.
- ◆ Cap. Aceite hidráulico gobierno : 20 US Gl.
- ◆ Cap. Aceite lubricación : 40 US Gl.
- ◆ Motor Propulsor : CATERPILLAR 3408 DITA
- ◆ Potencia/RPM : 455 BHP/1800 RPM.
- ◆ Generación eléctrica : Un (1) grupo electrógeno de 21.5 KW.
Un (1) grupo electrógeno de 11.5KW.
- ◆ Acomodación : 8 personas más el Capitán.

Las características geométricas de la embarcación se muestran en el plano de Líneas de Forma (plano N° 1).

Los atributos de la carena para las diferentes calados se muestran en el plano de Curvas Hidrostáticas (plano N° 2).

La determinación de los brazos GZ para las diferentes inclinaciones transversales de la embarcación se muestran en el plano de Curvas Cruzadas (plano N° 3).

Velocidad, Autonomía y Francobordo

La velocidad de la embarcación en condiciones ligeras es de 7.2 nudos aproximados. La autonomía máxima con 2900 US galones de combustible y al 100%

de la potencia máxima continua del motor principal es de aprox. 140 horas, lo que nos proporciona una autonomía de 1008 millas.

El francobordo de la embarcación para la condición de pruebas (100% carga + 100% consumibles) cumple con el menor francobordo reglamentario dispuesto por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas del Perú.

Disposición General

La embarcación es de una sola cubierta, con sala de máquinas a popa, con una sala de bombas a babor centro, con los escapes por guardacalor convencional situada a BR. – centro de la cubierta principal. La superestructura y la acomodación de tripulantes se han dispuesto en el extremo de proa con la finalidad de obtener suficiente espacio para las diferentes maniobras en cubierta.

El puente se encuentra en un nivel elevado encima de la cubierta de la caseta permitiéndole al capitán una buena visibilidad en navegación y maniobras de operación. Para mas detalles ver el plano de Disposición General (plano N°4).

Sobre la cubierta principal se ubica la caseta y el puente de mando, así como un winche para las operaciones de carga y maniobra. La embarcación presenta los siguientes accesos:

- a) Un (01) tambucho con una escotilla de accionamiento rápido de 550 mm ø, en la salida de emergencia de la sala de máquinas principal.
- b) Dos (02) escotillas de accionamiento rápido de 550 mm x 650 mm, en los pañoles de popa con accionamiento interno.
- c) Una (01) escotilla para acceso a sala de maquinas.
- d) Una (01) escotilla para acceso a sala de bombas.

- e) Un (01) tambucho con una escotilla de accionamiento rápido de 550 mm \varnothing en la cubierta del proa para escape de la tripulación.
- f) Tapas de registro empernadas para acceder a pique de proa.

Bajo la cubierta principal el casco está dividido en los siguientes compartimentos:

- a) Pique de Popa: Se localizan los tanques de flotación de vacío y tanques de combustible a ambas bandas.
- b) Sala de Máquinas Popa: Se ubican los tanques de combustible a ambas bandas y tanque de aceite hidráulico a estribor. Dentro de la sala de máquinas están localizados el motor principal, los equipos auxiliares y accesorios.
- c) Cocina/Comedor y Sala de Bombas: Ubicados sobre los tanques de doblefondo de agua dulce, también se ubican dos tanques adicionales de agua dulce a proa y en ambas bandas.
- d) Sollado Tripulación: Acondicionado sobre el tanque de lastre.
- e) Pique de Proa: Completamente estanco para la reserva de flotación.

Estructura de la Embarcación

El plano de Estructura General (plano N° 5) muestra la disposición estructural de la embarcación. El casco y la superestructura del barco ha sido construido con acero naval grado "A", con certificado de calidad.

La estructura tiene el sistema transversal en la cubierta, costados, fondo y en la superestructura del barco.

Los elementos estructurales principales de la embarcacion comprenden:

- a) Cuadernas: Construidas con perfiles "L" de 76x50mm y 6.4mm de espesor.
- b) Baos: Construidas con perfiles "L" de 76x50mm y 8mm de espesor.
- c) Esloras: Construidas con perfiles "T" de 170x100mm y 9.5mm de espesor.
- d) Varengas: Planchas de 6.4mm con ala de 76mm y con espesor de 6.4mm.
- e) Mamparos: El barco tiene cuatro (04) mamparos transversales estancos, de planchas de acero que se extienden desde el fondo hasta la cubierta principal.
- f) Planchaje: Los espesores de la cubierta son de plancha de 6.35 mm de espesor , con refuerzos de 12.5 mm. en la base del biton de remolque y escobenes del ancla, en la base del winche de maniobra se coloco un injerto de 9.5 mm y en la cubierta central, zona de carga, se coloco un injerto de 8mm. Los espesores de los costados del casco, el fondo y zona de popa de la embarcación cuentan con espesores de 6.35 y 8.0 mm.
- g) Aditamentos: La tapa regala es de tubo de acero ASTM A53-B sin costura de 3" Ø SCH 40. Sobre los costados, de proa a popa, y a la altura de la cubierta se tiene un verdugete de tubo de acero ASTM A53-B de 4" Ø SCH 80. En la zona del casco popa se han colocado 2 líneas de defensa por lado, en tubo de acero ASTM A53-B de 4" Ø SCH 80. La popa tiene un espejo de plancha de 8 mm. de espesor y con un rodillo giratorio de popa. Se instalo una defensa de 1/3 de tubo de 6" Ø SCH 80 entre la cubierta y el espejo. En el espejo se han colocado dos escobenes de ancla y en la amurada de la popa se tiene dos escobenes para maniobras.

Sistema de Propulsión

La embarcación cuenta con un sistema de propulsión conformada por:

- a) Un (01) motor propulsor Diesel Marino, marca CATERPILLAR, modelo 3408 TA, de Potencia 455 hp y Velocidad 1800 RPM.
- b) Una (01) Caja de transmisión Marina, suministrado, marca Twin Disc, modelo MG-516DC y reducción 6:1.
- c) Una (01) Hélice de Bronce manganeso de 4 palas, 1510mm de diámetro, paso de 770mm.

Sistema de Gobierno

La embarcación posee un sistema de gobierno conformado por:

- a) Un (01) equipo hidráulico formado de dos (02) pistones.
- b) Una (01) pala de timón tipo plancha, construida de planchas de acero de 1'' y 5/8'' de espesor, con bridas de acople para su fácil desmontaje. En la parte inferior de la pala se ha rellenado el eje con soldadura inoxidable, con su correspondiente tintero con bocina de bronce instalado en el extremo de la zapata del codaste.
- c) Un (01) eje varón de acero forjado ASTM A-668B, con bocina, canal chavetero y brida cuadrada forjada en su extremo inferior. El eje está protegido con fibra de vidrio y resina poliéster.

4.2. Estabilidad de la Embarcación Original

La embarcación original en estudio es sometida a un análisis de Estabilidad para lo cual se realiza previamente un experimento de Inclinación.

4.2.1. Experimento de Inclinación

Condiciones Climatológicas

LUGAR: : Muelle Enapu Paita

OLEAJE :Sin oleaje

VIENTO :Sin viento

Condición de Carga de los Tanques de la Embarcación:

La condición de carga de la embarcación durante el experimento se describe a continuación:

- Estructuralmente completa y con todos los equipos.
- Sin tripulación, solo personal a cargo del experimento (responsables y apoyos).
- Con los pesos escorantes necesarios para la realización del experimento.
- Los tanques principales se encontraban en las siguientes condiciones:

Cuadro 4.1 – Condición de los Tanques

DESCRIPCION	COND.	PESO [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]	FSM [ton.m]
Tk de combustible Br	86%	3,303	5,016	-1,988	2,009	0,362
Tk de combustible Er	92%	3,538	5,014	1,995	2,065	0,362
Tk diario Br	61%	0,508	4,476	-1,142	1,685	0,009
Tk diario Er	61%	0,508	4,476	1,142	1,685	0,009
Tk de Ac. Hid. Pp	0%	0,000	4,135	-0,462	2,774	0,000
Tk de Comb. Laz Br	90%	3,470	3,241	-1,549	2,193	0,874
Tk de Comb. Laz Er	98%	3,767	3,240	1,559	2,255	0,809
Tk de Ac. Hid. Pr	50%	1,379	7,762	1,646	0,861	0,544
Tk de Ag. dul.(Coc-Com)Br	97%	4,276	11,381	-1,024	0,633	4,291
Tk de Ag. Dul.(Coc-Com)Er	97%	4,276	11,381	1,025	0,633	4,291

Tk de Ag. dul.(Coc-Sol)Br	90%	4,161	13,943	-1,524	1,890	0,532
Tk de Ag. du.(Coc-Sol)Er	90%	4,161	13,943	1,524	1,890	0,532
Tk de Lastre	0%	0,000	15,664	0,000	1,059	0,000
Tk de Aguas. Servidas.	0%	0,000	9,216	-1,825	0,719	0,000

Pesos Deducibles

Los pesos deducibles de la embarcación, y que estuvieron presentes en la ejecución del experimento de inclinación se detallan a continuación:

Cuadro 4.2 – Pesos Deducibles

DESCRIPCION	P [Ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]
Peso 1	0,650	4,722	0,210	3,427
Peso 2	0,690	3,782	-0,340	3,464
Peso 3	0,690	3,782	0,340	3,464
Peso 4	0,670	2,669	-0,180	3,495
Peso 5	0,670	2,669	0,180	3,495
Peso 6	0,650	1,899	0,000	3,496
D.B.L	0,075	12,565	0,000	6,044
E.J.L	0,075	8,701	0,000	3,986
A.C.V.	0,075	5,695	0,000	3,986
TRIPULANTE 1	0,075	1,120	0,000	3,986
TRIPULANTE 2	0,075	14,513	1,317	1,986
TRIPULANTE 3	0,075	14,513	-1,317	1,986
TINA DE ACEITE CUB Pp	0,068	8,850	0,000	4,159
TINA DE ACEITE CUB Caseta	0,068	13,371	0,297	6,044
Tanque de combustible Br	3,303	5,016	-1,988	2,009
Tanque de combustible Er	3,538	5,014	1,995	2,065
Tanque diario Br	0,508	4,476	-1,142	1,685
Tanque diario Er	0,508	4,476	1,142	1,685

Tanque de Ac. Hid. Pp	0,000	4,135	-0,462	2,774
Tanque de Comb. Laz Br	3,470	3,241	-1,549	2,193
Tanque de Comb. Laz Er	3,727	3,240	1,558	2,247
Tanque de Ac. Hid. Pr	1,379	7,762	1,646	0,861
Tanque de Ag. dul.(Coc-Com)Br	4,276	11,381	-1,024	0,633
Tanque de Ag. Dul.(Coc-Com)Er	4,276	11,381	1,025	0,633
Tanque de Ag. dul.(Coc-Sol)Br	4,161	13,943	-1,524	1,890
Tanque de Ag. du.(Coc-Sol)Er	4,161	13,943	1,524	1,890
Tanque de Lastre	0,000	15,664	0,000	1,059
Tanques de Aguas. Servidas.	0,000	9,216	-1,825	0,719
PESOS A DEDUCIR	37,913	8,048	0,088	1,854

Donde:

Xg: Centro de Gravedad Longitudinal (medido desde el extremo de Popa)

Yg: Centro de Gravedad Transversal (medido desde el Plano de Crujía) (+vo a Estribor / -vo a Babor)

Zg: Centro de Gravedad Vertical (medido desde la Línea Base)

Pesos Escorantes:

Se utilizaron seis (06) pesos escorantes ubicados a popa del puente mando:

Cuadro 4.3 – Pesos Escorantes

DESCRIPCIÓN	PESO[Ton]	POSICIÓN INICIAL		
		Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]
Peso 1	0,650	4,722	0,210	3,427
Peso 2	0,690	3,782	-0,340	3,464
Peso 3	0,690	3,782	0,340	3,464

Peso 4	0,670	2,669	-0,180	3,495
Peso 5	0,670	2,669	0,180	3,495
Peso 6	0,650	1,899	0,000	3,496
TOTAL	4,02	3,259	0,034	3,474

Donde:

Xg: Centro de Gravedad Longitudinal (medido desde el extremo de Popa)

Yg: Centro de Gravedad Transversal (medido desde el Plano de Crujía)

(+vo a Estribor / -vo a Babor)

Zg: Centro de Gravedad Vertical (medido desde la Línea Base)

Toma de Francobordos:

Se utilizaron tres secciones (03) para la medida de los francobordos, las posiciones y sus respectivos valores de francobordo se muestran a continuación:

Cuadro 4.4 – Francobordos en la Prueba de Estabilidad

SECCION	Francobordo [m]	X [m] Desde Popa
Posición 1	0,840	2,240
Posición 2	0,650	8,140
Posición 3	1,672	15,440

Determinación de Calados:

Con los valores de francobordo y utilizando como referencia el Plano de Líneas de Forma de la embarcación, se obtienen los valores de los calados principales de la embarcación:

Cuadro 4.5 – Calados en la Prueba de Estabilidad

SECCION	Calado[m]	X [m] Desde Popa
Posición 1	2,290	2,24
Posición 2	2,370	8,14
Posición 3	2,428	15,44

Determinación del Desplazamiento de la Embarcación

Con el valor del calado medio y recurriendo a las Curvas Hidrostáticas se obtiene un valor de desplazamiento de la nave de **136000 [Kg]**, realizando la corrección por efecto del trimado de la embarcación se obtiene un valor de desplazamiento de **136300 [Kg]** durante el experimento de inclinación.

Descripción de los Péndulos:

Cuadro 4.6 – Posición de los Péndulos

PENDULO	LONGITUD [mm]	UBICACIÓN [mm]
Péndulo 1	2550	(Cubierta Pp) 1254 mm de sección media a proa
Péndulo 2	2350	(Cubierta Caseta) 3267 mm de sección media a proa

Determinación del KG durante el Experimento:

Se realizaron diez (10) movimientos durante el experimento de inclinación, realizándose cinco (05) movimientos para cada banda (babor y estribor, con retorno a la crujía). El resumen de datos obtenidos se muestra en la tabla siguiente:

Cuadro 4.7 – Datos tomados en la Prueba de Estabilidad

CONDICIÓN	Δ [kg]	w [kg]	d (+Er) [m]	Deflex. [mm]	M.E. (+Er) [kg.m]	tan(θ) (+Er)	Ang. Esc. (+Er) [°]
Movimiento 0	136,3	3,370	0,000	-12	0,000	-0,0047	-0,270
	136,3	3,370	0,000	-14	0,000	-0,0057	-0,329
Movimiento 1	136,3	3,370	0,670	64	2,256	0,0251	1,438
	136,3	3,370	0,670	72	2,256	0,0306	1,755
Movimiento 2	136,3	3,370	0,956	113	3,221	0,0441	2,526
	136,3	3,370	0,956	105	3,221	0,0447	2,558
Movimiento 3	136,3	3,370	1,242	137	4,186	0,0537	3,075
	136,3	3,370	1,242	116	4,186	0,0494	2,826
Movimiento 4	136,3	3,370	1,502	151	5,063	0,0592	3,389
	136,3	3,370	1,502	157	5,063	0,0668	3,822
Movimiento 5	136,3	3,370	0,956	94	3,221	0,0369	2,111
	136,3	3,370	0,956	98	3,221	0,0417	2,388
Movimiento 6	136,3	3,370	0,000	-8	0,000	-0,0031	-0,180
	136,3	3,370	0,000	-12	0,000	-0,0057	-0,329
Movimiento 7	136,3	3,370	-0,749	-93	-2,525	-0,0365	-2,089
	136,3	3,370	-0,749	-68	-2,525	-0,0289	-1,657
Movimiento 8	136,3	3,370	-1,773	-165	-5,973	-0,0647	-3,702
	136,3	3,370	-1,773	-162	-5,973	-0,0689	-3,944
Movimiento 9	136,3	3,370	-1,099	-118	-3,705	-0,0463	-2,649
	136,3	3,370	-1,099	-115	-3,705	-0,0489	-2,802
Movimiento 10	136,3	3,370	0,000	-18	0,000	-0,0071	-0,404
	136,3	3,370	0,000	-15	0,000	-0,0064	-0,366

Donde:

Δ : Desplazamiento de la embarcación.

W: Carga escorante total.

d: Brazo de la carga escorante (+vo a Estribor).

Deflex.: Deflexión del péndulo (+vo a Estribor).

M.E.: Momento escorante (+vo a Estribor).

θ : Ángulo de escora (+vo a Estribor).

Se obtiene la curva (figura 4.1) que determina la tendencia entre el Momento Escorante (**M.E.**) y el Ángulo de Escora (**θ**), de la cual se obtiene el valor de GM:

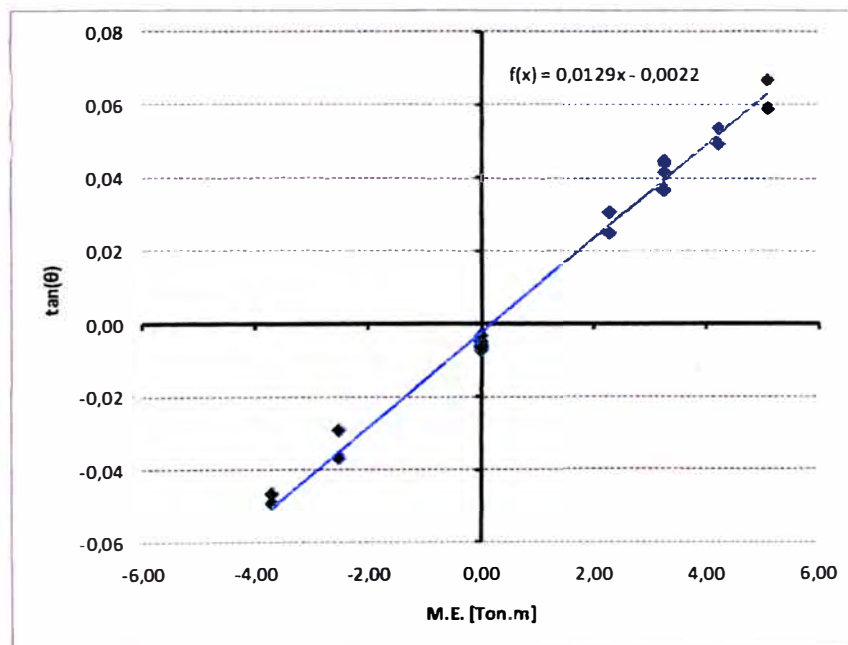


Figura 4.1 – Línea de Tendencia de la Prueba de Estabilidad

KB = 1.496 [m] De Curvas Hidrostáticas

BM = 1.582 [m] De Curvas Hidrostáticas

GM = 0.569 [m] De la Línea de Tendencia

KG = 2.509 [m] Para la Condición de Prueba

LCB: -0.125 [m] De las Curvas Hidrostáticas

θ esc: -0.127 [°] De la Línea de Tendencia (escora a Er)

Donde:

KB: Centro de Carena Vertical (medido desde la línea base)

BM: Radio Metacéntrico Transversal

GM: Altura Metacéntrica Transversal

KG: Centro de Gravedad Vertical o VCG (medido desde la línea base)

LCB: Centro Longitudinal de carena (medido desde la Sección Media)

θ esc: Ángulo de escora al inicio del experimento.

Con el valor de KG obtenido y demás parámetros hidrostáticos de la nave se obtiene el centro de gravedad (CG) de la embarcación durante el experimento, respecto a nuestro sistema de referencia.

Cuadro 4.8 – Centro de Gravedad de la Embarcación en la Prueba

DESCRIPCION	Δ [Ton]	LCG[m]	TCG[m]	VCG[m]
Embarcación en la prueba	136,3	9,397	-0,001	2,509

Donde:

Δ : Desplazamiento de la embarcación.

LCG: Centro de Gravedad Longitudinal (medido desde el extremo de Popa)

TCG: Centro de Gravedad Transversal (medido desde el Plano de Crujía)

(+vo a Estribor / -vo a Babor)

VCG: Centro de Gravedad Vertical (medido desde la Línea Base)

Desplazamiento y C.G. de la Embarcación en Liviano:

Luego de sustraer los pesos deducibles de la prueba, se obtiene el desplazamiento y el **centro de gravedad de la embarcación en su condición de liviano.**

Cuadro 4.9 – Centro de Gravedad en Liviano

DESCRIPCION	Δ [ton]	CENTRO DE GRAVEDAD		
		LCG[m]	TCG[m]	VCG[m]
Embarcación en prueba	136,300	9,397	-0,001	2,509
Pesos a deducir	37,913	8,048	0,088	1,854
Embarcación en liviano	98,387	9,917	-0,036	2,762

4.2.2. Análisis de Estabilidad a la Embarcacion Original

Con la ubicación del centro de gravedad obtenido previamente se realizó un análisis de estabilidad a la embarcacion original en sus diferentes condiciones de operación. Para realizar los cálculos empleamos el programa Hydromax, usando las formas de la embarcacion obtenidas en Maxsurf. Los resultados y el resumen de los cálculos se muestran a continuación.

CUADRO 4.10 - CONDICION EN LIVIANO: SIN CARGA, SIN CONSUMIBLES Y SIN TRIPULACION

Nº	Descripción	Cantidad	P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]	FSM(*) [ton.m]
1	Embarcación en liviano	1	98,39	9,917	-0,036	2,762	0,000
2	Tripulación y Efectos	0	0,00	16,054	0,000	2,500	0,000
3	Viveres	0	0,00	11,054	0,000	1,800	0,000
4	Tanque de Combustible Laz Br	0,0%	0,00	3,236	-1,561	2,270	0,000
5	Tanque de Combustible Laz Er	0,0%	0,00	3,236	1,561	2,270	0,000
6	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Br	0,0%	0,00	13,947	-1,549	2,013	0,000
7	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Er	0,0%	0,00	13,947	1,549	2,013	0,000
8	Tanque de combustible Br	0,0%	0,00	5,007	-2,006	2,139	0,000
9	Tanque de combustible Er	0,0%	0,00	5,007	2,006	2,139	0,000
10	Tanque diario Br	0,0%	0,00	4,469	-1,143	2,066	0,000
11	Tanque diario Er	0,0%	0,000	4,469	1,143	2,066	0,000
12	Tanque de Aceite hidraulico Pp	0,0%	0,000	4,135	-0,462	2,774	0,010
13	Tanque de Aceite hidraulico Pr	0,0%	0,000	7,821	1,858	1,252	0,557
14	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Br	0,0%	0,000	11,386	-1,028	0,644	0,000
15	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Er	0,0%	0,000	11,386	1,028	0,644	0,000
16	Tanques de Aguas Servidas	0,0%	0,000	9,217	-1,825	0,720	0,000
17	Tanque de Lastre	0,0%	0,000	15,664	0,000	1,060	0,000
		Σ	98,39				0,567

(*) FSM: Momento por superficie libre

RESUMEN			
P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]
98,39	9,917	-0,036	2,762

ESTATUS DE FRANCOBORDO	CUMPLE
Francobordo Exigido [mm]	0,375
Francobordo Actual [mm]	1,042
Calado en Seccion Media [m]	1,961
Desplazamiento [ton]	98,39
Escora a Estribor [°]	-7,0
Calado en Perpend. De Proa [m]	2,120
Calado en Perpend. De Popa [m]	1,803
Calado en Lcf [m]	1,943
Trimado (+vo hacia Popa) [m]	-0,317
Eslora de Flotacion [m]	18,485
Manga de Flotacion [m]	5,640
Superficie Mojada [m ²]	124,460
Superficie de Flotacion [m ²]	83,358
Coeficiente Prismatico	0,601
Coeficiente de Bloque	0,351
Coeficiente de Seccion Media	0,791
Coeficiente de Area de Flotacion	0,800
Lcb desde seccion media (+vo Pr) [m]	-0,168
Lcf desde seccion media (+vo Pr) [m]	-1,010
KB [m]	1,232
KG corregido [m]	2,762
BMt [m]	1,842
BML [m]	18,359
GMt corregido [m]	0,317
GML corregido [m]	16,834
TPc [ton/cm]	0,855
MTc [ton.m]	0,929
Ang. de Trim. (+vo hacia Popa) [°]	-1,0

CUADRO 4.11 - CONDICION SALIDA A PLENA CARGA: 100% CARGA + 100% CONSUMIBLES

Nº	Descripción	Cantidad	P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]	FSM(*) [ton.m]
1	Embarcación en liviano	1	98,39	9,917	-0,036	2,762	0,000
2	Tripulación y Efectos	1	0,81	16,054	0,000	2,500	0,000
3	Viveres	1	0,50	11,054	0,000	1,800	0,000
4	Tanque de Combustible Laz Br	100,0%	3,77	3,236	-1,561	2,270	0,000
5	Tanque de Combustible Laz Er	100,0%	3,77	3,236	1,561	2,270	0,000
6	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Br	100,0%	4,55	13,947	-1,549	2,013	0,000
7	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Er	100,0%	4,55	13,947	1,549	2,013	0,000
8	Tanque de combustible Br	100,0%	3,79	5,007	-2,006	2,139	0,000
9	Tanque de combustible Er	100,0%	3,79	5,007	2,006	2,139	0,000
10	Tanque diario Br	100,0%	0,82	4,469	-1,143	2,066	0,000
11	Tanque diario Er	100,0%	0,82	4,469	1,143	2,066	0,000
12	Tanque de Aceite hidraulico Pp	90,0%	0,12	4,135	-0,462	2,747	0,010
13	Tanque de Aceite hidraulico Pr	90,0%	2,44	7,805	1,815	1,155	0,552
14	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Br	100,0%	4,33	11,386	-1,028	0,644	0,000
15	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Er	100,0%	4,33	11,386	1,028	0,644	0,000
16	Tanques de Aguas Servidas	10,0%	0,03	9,224	-1,522	0,448	0,065
17	Tanque de Lastre	0,0%	0,00	15,664	0,000	1,060	0,000
Σ			136,80				0,627

(*) FSM: Momento por superficie libre

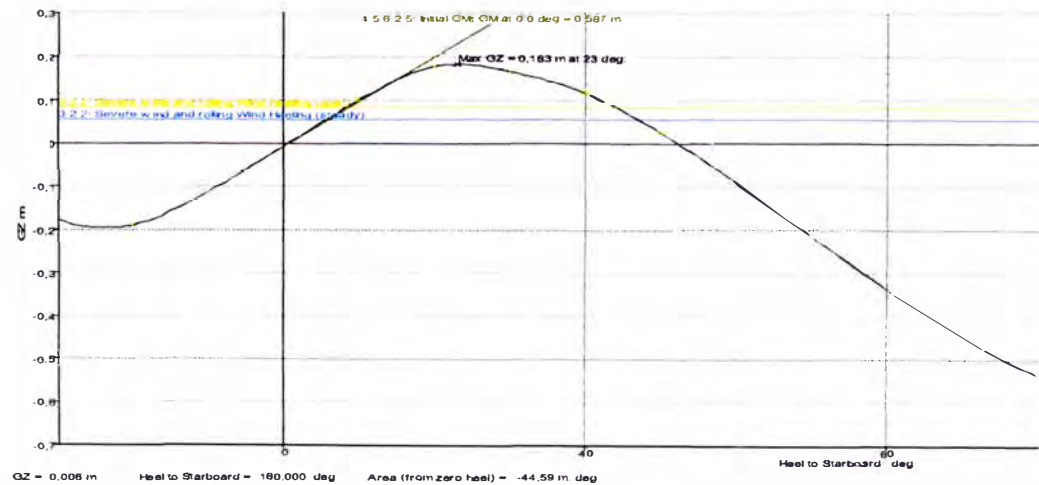
RESUMEN			
P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]
136,80	9,570	0,006	2,474

ESTATUS DE FRANCOBORDO	CUMPLE
Francobordo Exigido [mm]	0,375
Francobordo Actual [mm]	0,614
Calado en Seccion Media [m]	2,389
Desplazamiento [ton]	136,80
Escora a Estribor [°]	0,6
Calado en Perpend. De Proa [m]	2,498
Calado en Perpend. De Popa [m]	2,281
Calado en Lcf [m]	2,375
Trimado (+vo hacia Popa) [m]	-0,217
Eslora de Flotacion [m]	18,781
Manga de Flotacion [m]	5,807
Superficie Mojada [m ²]	143,916
Superficie de Flotacion [m ²]	91,354
Coficiente Prismatico	0,642
Coficiente de Bloque	0,394
Coficiente de Seccion Media	0,709
Coficiente de Area de Flotacion	0,838
Lcb desde seccion media (+vo Pr) [m]	-0,529
Lcf desde seccion media (+vo Pr) [m]	-1,217
KB [m]	1,496
KG corregido [m]	2,479
BMT [m]	1,570
BML [m]	16,104
Gmt corregido [m]	0,587
GML corregido [m]	15,121
T Pc [ton/cm]	0,937
MT c [ton.m]	1,160
Ang. de Trim. (+vo hacia Popa) [°]	-0,7

CRITERIOS DE ESTABILIDAD

Estatus de Requerimientos

CRITERIO	REG.	UNIDADES	VALOR ACTUAL	ESTATUS
Area (0°- Ang. De GZ máx.) no debe ser menor que (\geq)	0,062	m rad	0,043	NO CUMPLE
Area 30° a 40° o al angulo de inundacion (el menor), no debe ser menor que (\geq) 0	0,030	m rad	0,025	NO CUMPLE
Máx. GZ a 30° o más, no debe ser menor que (\geq)	0,200	m rad	0,167	NO CUMPLE
Angulo de GZ máximo no debe ser menor que (\geq)	15,0	deg	23,0	CUMPLE
Gmt inicial, no debe ser menor que (\geq)	0,150	m	0,587	CUMPLE
Severe wind and rolling				
Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16,0	deg	5,60	CUMPLE
Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80,0	%	48,16	CUMPLE
Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100,0	%	56,62	NO CUMPLE



CUADRO 4.12 - CONDICION LLEGADA A PLENA CARGA: 100% CARGA + 10% CONSUMIBLES

N°	Descripción	Cantidad	P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]	FSM(*) [ton.m]
1	Embarcación en liviano	1	98,39	9,917	-0,036	2,762	0,000
2	Tripulación y Efectos	1	0,81	16,054	0,000	2,500	0,000
3	Viveres	1	0,05	11,054	0,000	1,800	0,000
4	Tanque de Combustible Laz Br	100,0%	3,77	3,236	-1,561	2,270	0,000
5	Tanque de Combustible Laz Er	100,0%	3,77	3,236	1,561	2,270	0,000
6	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Br	100,0%	4,55	13,947	-1,549	2,013	0,000
7	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Er	100,0%	4,55	13,947	1,549	2,013	0,000
8	Tanque de combustible Br	10,0%	0,38	5,265	-1,840	1,208	0,418
9	Tanque de combustible Er	10,0%	0,38	5,265	1,840	1,208	0,418
10	Tanque diario Br	10,0%	0,08	4,556	-1,124	1,177	0,009
11	Tanque diario Er	10,0%	0,08	4,556	1,124	1,177	0,009
12	Tanque de Aceite hidraulico Pp	90,0%	0,12	4,135	-0,462	2,747	0,010
13	Tanque de Aceite hidraulico Pr	90,0%	2,44	7,805	1,815	1,155	0,552
14	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Br	10,0%	0,43	11,190	-0,386	0,250	3,754
15	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Er	10,0%	0,43	11,190	0,386	0,250	3,754
16	Tanques de Aguas Servidas	50,0%	0,14	9,219	-1,765	0,591	0,065
17	Tanque de Lastre	0,0%	0,00	15,664	0,000	1,060	0,000
		Σ	120,37		0	3,7	8,989

(*) FSM: Momento por superficie libre

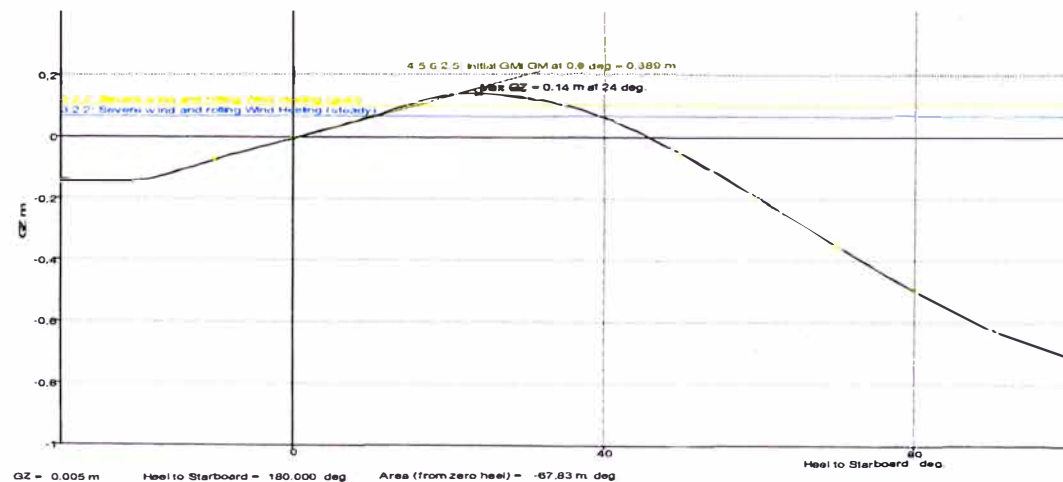
RESUMEN			
P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]
120,37	9,768	0,005	2,607

ESTATUS DE FRANCOBORDO	CUMPLE
Francobordo Exigido [mm]	0,375
Francobordo Actual [mm]	0,784
Calado en Seccion Media [m]	2,219
Desplazamiento [ton]	120,40
Escora a Estribor [°]	0,7
Calado en Perpend. De Proa [m]	2,386
Calado en Perpend. De Popa [m]	2,052
Calado en Lcf [m]	2,197
Trimado (+vo hacia Popa) [m]	-0,334
Eslora de Flotacion [m]	18,676
Manga de Flotacion [m]	5,721
Superficie Mojada [m2]	137,362
Superficie de Flotacion [m2]	89,079
Coefficiente Prismatico	0,624
Coefficiente de Bloque	0,381
Coefficiente de Seccion Media	0,797
Coefficiente de Area de Flotacion	0,834
Lcb desde seccion media (+vo Pr) [m]	-0,320
Lcf desde seccion media (+vo Pr) [m]	-1,221
KB [m]	1,389
KG corregido [m]	2,682
BMt [m]	1,681
BML [m]	17,563
Gmt corregido [m]	0,388
GML corregido [m]	16,270
T P _c [ton/cm]	0,913
M T _c [ton.m]	1,098
Ang. de Trim. (+vo hacia Popa) [°]	-1,1

CRITERIOS DE ESTABILIDAD

Estatus de Requerimientos

CRITERIO	REG.	UNIDADES	VALOR ACTUAL	ESTATUS
Area (0° Ang. De GZ máx.) no debe ser menor que (>=)	0,061	m.rad	0,032	NO CUMPLE
Area 30° a 40° o al angulo de inundacion (el menor), no debe ser menor que (>=) 0	0,030	m.rad	0,017	NO CUMPLE
Máx. GZ a 30° o más, no debe ser menor que (>=)	0,200	m.rad	0,127	NO CUMPLE
Ángulo de GZ máximo no debe ser menor que (>=)	15,0	deg	24,0	CUMPLE
Gmt inicial, no debe ser menor que (>=)	0,150	m	0,389	CUMPLE
Severe wind and rolling				
Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	10,300	CUMPLE
Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,0	%	69,499	CUMPLE
Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,0	%	17,508	NO CUMPLE



CUADRO 4.13 - CONDICION SALIDA EN LASTRE: 0% CARGA + 100% CONSUMIBLES

Nº	Descripción	Cantidad	P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]	FSM(*) [ton.m]
1	Embarcación en liviano	1	98,39	9,917	-0,036	2,762	0,000
2	Tripulación y Efectos	1	0,81	16,054	0,000	2,500	0,000
3	Viveres	1	0,50	11,054	0,000	1,800	0,000
4	Tanque de Combustible Laz Br	0,0%	0,00	3,236	-1,561	2,270	0,000
5	Tanque de Combustible Laz Er	0,0%	0,00	3,236	1,561	2,270	0,000
6	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Br	0,0%	0,00	13,947	-1,549	2,013	0,000
7	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Er	0,0%	0,00	13,947	1,549	2,013	0,000
8	Tanque de combustible Br	100,0%	3,79	5,007	-2,006	2,139	0,000
9	Tanque de combustible Er	100,0%	3,79	5,007	2,006	2,139	0,000
10	Tanque diario Br	100,0%	0,82	4,469	-1,143	2,066	0,000
11	Tanque diario Er	100,0%	0,82	4,469	1,143	2,066	0,000
12	Tanque de Aceite hidraulico Pp	90,0%	0,12	4,135	-0,462	2,747	0,010
13	Tanque de Aceite hidraulico Pr	90,0%	2,44	7,805	1,815	1,155	0,552
14	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Br	100,0%	4,33	11,386	-1,028	0,644	0,000
15	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Er	100,0%	4,33	11,386	1,028	0,644	0,000
16	Tanques de Aguas Servidas	10,0%	0,03	9,224	-1,523	0,449	0,065
17	Tanque de Lastre	0,0%	0,00	15,664	0,000	1,060	0,000
		Σ	120,16				0,627

(*) FSM: Momento por superficie libre

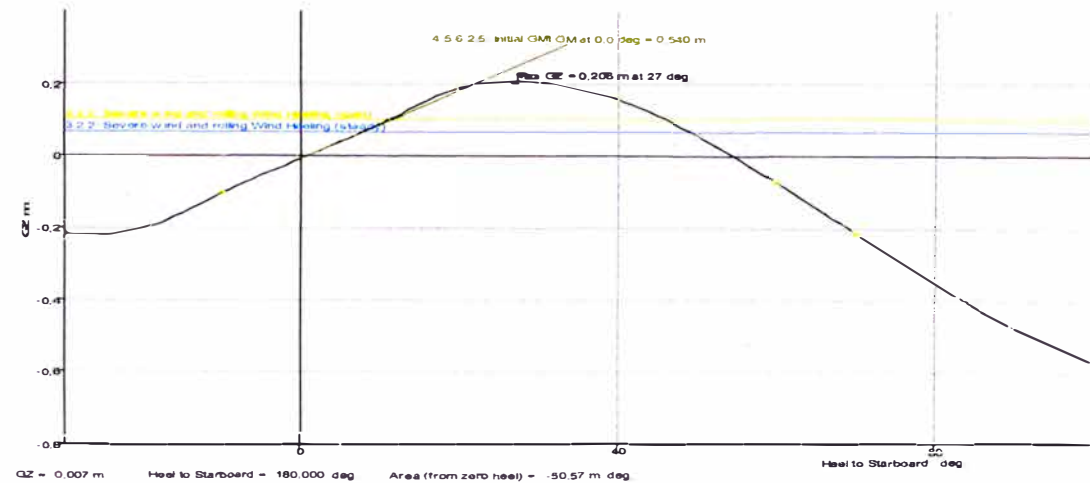
RESUMEN			
P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]
120,16	9,636	0,007	2,522

ESTATUS DE FRANCOBORDO	CUMPLE
Francobordo Exigido [mm]	0,375
Francobordo Actual [mm]	0,796
Calado en Seccion Media [m]	2,207
Desplazamiento [ton]	120,20
Escora a Estribor [°]	0,7
Calado en Perpend. De Proa [m]	2,300
Calado en Perpend. De Popa [m]	2,113
Calado en Lcf [m]	2,193
Trimado (+vo hacia Popa) [m]	-0,187
Eslora de Flotacion [m]	18,640
Manga de Flotacion [m]	5,716
Superficie Mojada [m ²]	137,381
Superficie de Flotacion [m ²]	88,930
Coefficiente Prismatico	0,627
Coefficiente de Bloque	0,375
Coefficiente de Seccion Media	0,699
Coefficiente de Area de Flotacion	0,835
Lcb desde seccion media (+vo Pr) [m]	-0,464
Lcf desde seccion media (+vo Pr) [m]	-1,278
KB [m]	1,386
KG corregido [m]	2,527
BMt [m]	1,681
BML [m]	17,519
GMt corregido [m]	0,540
GML corregido [m]	16,378
TPc [ton/cm]	0,912
MTc [ton.m]	1,103
Ang. de Trim. (+vo hacia Popa) [°]	-0,6

CRITERIOS DE ESTABILIDAD

Estatus de Requerimientos

CRITERIO	REG.	UNIDADES	VALOR ACTUAL	ESTATUS
Area (0°- Ang. De GZ máx.) no debe ser menor que (>=)	0,058	m.rad	0,057	NO CUMPLE
Area 30° a 40° o al angulo de inundacion (el menor), no debe ser menor que (>=) 0	0,030	m.rad	0,032	CUMPLE
Máx. GZ a 30° o más, no debe ser menor que (>=)	0,200	m.rad	0,203	CUMPLE
Angulo de GZ máximo no debe ser menor que (>=)	15,0	deg	27,0	CUMPLE
Gmt inicial, no debe ser menor que (>=)	0,150	m	0,540	CUMPLE
Severe wind and rolling				
Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	7,800	CUMPLE
Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,0	%	51,123	CUMPLE
Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,0	%	63,443	NO CUMPLE



CUADRO 4.14 - CONDICION LLEGADA EN LASTRE: 0% CARGA + 10% CONSUMIBLES

Nº	Descripción	Cantidad	P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]	FSM(*) [ton.m]
1	Embarcación en liviano	1	98,39	9,917	-0,036	2,762	0,000
2	Tripulación y Efectos	1	0,81	16,054	0,000	2,500	0,000
3	Viveres	1	0,05	11,054	0,000	1,800	0,000
4	Tanque de Combustible Laz Br	0,0%	0,00	3,236	-1,561	2,270	0,000
5	Tanque de Combustible Laz Er	0,0%	0,00	3,236	1,561	2,270	0,000
6	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Br	0,0%	0,00	13,947	-1,549	2,013	0,000
7	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Er	0,0%	0,00	13,947	1,549	2,013	0,000
8	Tanque de combustible Br	10,0%	0,38	5,265	-1,840	1,208	0,418
9	Tanque de combustible Er	10,0%	0,38	5,265	1,840	1,208	0,418
10	Tanque diario Br	10,0%	0,08	4,556	-1,124	1,177	0,009
11	Tanque diario Er	10,0%	0,08	4,556	1,124	1,177	0,009
12	Tanque de Aceite hidraulico Pp	90,0%	0,12	4,135	-0,462	2,747	0,010
13	Tanque de Aceite hidraulico Pr	90,0%	2,44	7,805	1,815	1,155	0,552
14	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Br	10,0%	0,43	11,190	-0,386	0,250	3,754
15	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Er	10,0%	0,43	11,190	0,386	0,250	3,754
16	Tanques de Aguas Servidas	90,0%	0,25	9,217	-1,819	0,694	0,065
17	Tanque de Lastre	0,0%	0,00	15,664	0,000	1,060	0,000
Σ			103,84				8,989

(*) FSM: Momento por superficie libre

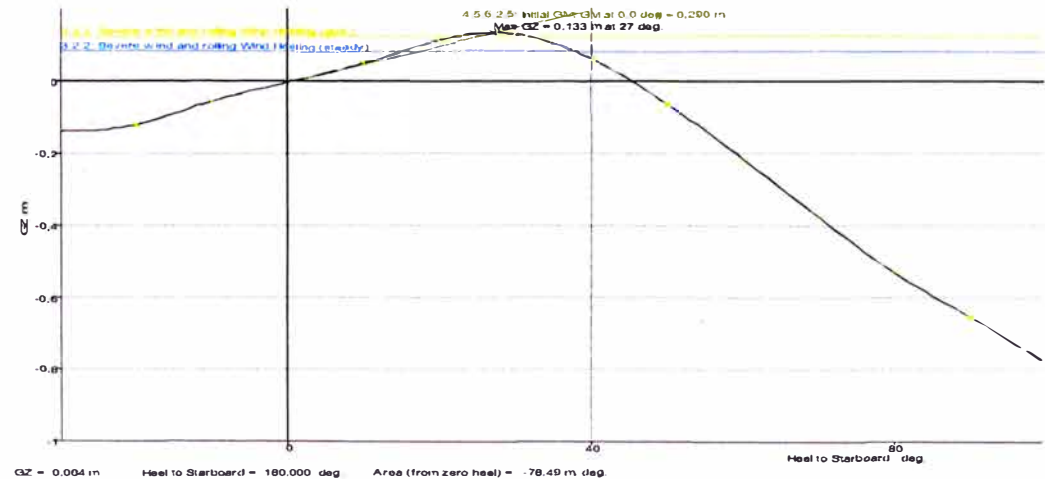
RESUMEN			
P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]
103,84	9,876	0,004	2,682

ESTATUS DE FRANCOBORDO	CUMPLE
Francobordo Exigido [mm]	0,375
Francobordo Actual [mm]	0,970
Calado en Seccion Media [m]	2,033
Desplazamiento [ton]	103,80
Escora a Estribor [°]	0,7
Calado en Perpend. De Proa [m]	2,186
Calado en Perpend. De Popa [m]	1,880
Calado en Lcf [m]	2,014
Trimado (+vo hacia Popa) [m]	-0,306
Eslora de Flotacion [m]	18,531
Manga de Flotacion [m]	5,628
Superficie Mojada [m ²]	128,081
Superficie de Flotacion [m ²]	85,105
Coefficiente Prismatico	0,606
Coefficiente de Bloque	0,359
Coefficiente de Seccion Media	0,792
Coefficiente de Area de Flotacion	0,816
Lcb desde seccion media (+vo Pr) [m]	-0,209
Lcf desde seccion media (+vo Pr) [m]	-1,135
KB [m]	1,275
KG corregido [m]	2,769
BMt [m]	1,784
BML [m]	18,380
Gmt corregido [m]	0,290
GML corregido [m]	16,886
TPc [ton/cm]	0,872
MTc [ton.m]	0,983
Ang. de Trim. (+vo hacia Popa) [°]	-1,0

CRITERIOS DE ESTABILIDAD

Estatus de Requerimientos

CRITERIO	REG.	UNIDADES	VALOR ACTUAL	ESTATUS
Area (0° Ang. De GZ máx.) no debe ser menor que (\geq)	0,058	m.rad	0,033	NO CUMPLE
Area 30° a 40° o al angulo de inundacion (el menor), no debe ser menor que (\geq) 0	0,030	m.rad	0,018	NO CUMPLE
Máx. GZ a 30° o más, no debe ser menor que (\geq)	0,200	m.rad	0,129	NO CUMPLE
Angulo de GZ máximo no debe ser menor que (\geq)	25,0	deg	27,0	CUMPLE
Gmt Inicial, no debe ser menor que (\geq)	0,150	m	0,290	CUMPLE
Severe wind and rolling				
Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16,0	deg	14,900	CUMPLE
Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80,0	%	80,581	NO CUMPLE
Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100,0	%	1,917	NO CUMPLE



CUADRO 4.15 – RESUMEN DE CALCULOS

RESULTADOS													
Nº	CONDICIÓN DE CARGA	Δ	F.B.	Ang. Esc.	Ang. Trim.	Area (0°- Ang. de GZ máx.)	Area (30°-40°)	GZ a 30°	Ang. de GZ máx.	GM t Inicial	Ang.Esc. Viento Cte.	Ang.Inm/ Ang.Esc.	Area1/ Area2
		[ton]	[m]	[deg]	[deg]	[m.rad]	[m.rad]	[m]	[deg]	[m]	16	80	100
1	Embarcacion en Liviano	98,39	1,042	-7,0	-1,0	0,024	0,016	0,115	29,0	0,291	19,7	100,2	-59,4
2	100%Carga+100% Consumibles	136,80	0,614	0,6	-0,7	0,043	0,025	0,167	23,0	0,587	5,6	48,2	56,6
3	100%Carga+10% Consumibles	120,40	0,784	0,7	-1,1	0,032	0,017	0,127	24,0	0,389	10,3	69,5	17,5
4	Salida en Lastre 0%Carga+100% Consumibles	120,20	0,796	0,7	-0,6	0,057	0,032	0,203	27,0	0,540	7,8	51,1	63,4
5	Llegada en Lastre 0%Carga+10% Consumibles	103,80	0,970	0,7	-1,0	0,033	0,018	0,129	27,0	0,290	14,9	80,6	1,9

ESTATUS DE LOS REQUERIMIENTOS EXIGIDOS													
Nº	CONDICIÓN DE CARGA	Δ	F.B.	Ang. Esc.	Ang. Trim.	Area (0°- 0°)	Area (30°-40°)	GZ a 30°	Ang. de GZ máx.	GM t Inicial	Ang.Esc. Viento Cte.	Ang.Inm/ Ang.Esc.	Area1/ Area2
		[ton]	[m]	[deg]	[deg]	[m.rad]	[m.rad]	[m]	[deg]	[m]	[deg]	[%]	[%]
			0,375	1,4	1,4	0,055-0,07	0,030	0,200	15,0	0,150	16,0	80,0	100,0
1	Embarcacion en Liviano	98,39	CUMPLE	NO RECOMEND.	ACEPTABLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
2	100%Carga+100% Consumibles	136,80	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
3	100%Carga+10% Consumibles	120,40	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
4	Salida en Lastre 0%Carga+100% Consumibles	120,20	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
5	Llegada en Lastre 0%Carga+10% Consumibles	103,80	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Según los cálculos realizados a la embarcación original se puede observar que **no cumple** con la mayoría de los criterios de estabilidad (**la embarcación es inestable**).

4.3. Deficiencias Existentes en la Embarcación Original

La embarcación de servicio portuario desde su modificación ha presentado diversos cambios en la disposición de sus equipos a bordo.

Esto ha generado una variación de su estabilidad, lo cual afecta a la seguridad de la tripulación. Se han implementado algunos traslados de pesos para contrarrestar este efecto negativo en la estabilidad, sin embargo esto no permite que la embarcación brinde el servicio para lo cual estaba asignado.

Se buscará mejorar la estabilidad de la Embarcación y para ello se analizarán diversas alternativas de solución, las cuales se desarrollarán en el capítulo siguiente.

CAPITULO 5

ALTERNATIVAS Y EVALUACIÓN DE PROPUESTAS TECNICAS

5.1. Propuestas Técnicas

Se modificará estructuralmente la embarcación variando las dimensiones principales, realizando para cada modificación un análisis de Estabilidad (cuadros 5.2 – 5.7) de tal manera que se obtenga una propuesta que satisfaga los requerimientos mínimos de seguridad.

Las alternativas de modificación a evaluar (tabla 5.1) son las siguientes:

5.1.1. Primera Propuesta: Ampliación de Manga, Eslora y Puntal por separado.

- a) Ampliación de Eslora: se ampliará la Eslora en 1m, manteniéndose constantes la manga y el puntal.
- b) Ampliación de Manga: se ampliara la manga en 0.4m, manteniéndose constantes la eslora y el puntal.
- c) Ampliación de Puntal: se ampliará el puntal en 0.3m, manteniéndose constante la eslora y la manga.

5.1.2. Segunda Propuesta: Ampliación de Eslora y Manga

Se ampliarán la eslora y la manga en 1m y 0.4m respectivamente, manteniendo constante el Puntal.

5.1.3. Tercera Propuesta: Ampliación de Eslora y Puntal

Se ampliarán la Eslora y Puntal en 1m y 0.3m respectivamente, manteniendo constante la manga.

5.1.4. Cuarta Propuesta: Ampliación de Manga y Puntal

Se ampliarán la Manga y el puntal en 0.4m y 0.3m respectivamente, manteniendo constante la Eslora.

Cuadro 5.1 – Alternativas de Modificación

Nº	PROPUESTAS	VARIACION	ESLORA (m)	MANGA (m)	PUNTAL (m)
1	Ampliacion de Eslora	$\Delta L=1m$	21,22	6,12	3,00
	Ampliacion de Manga	$\Delta M=0,4m$	20,22	6,52	3,00
	Ampliacion de Puntal	$\Delta D=0,3m$	20,22	6,12	3,30
2	Ampliacion de Eslora y Manga	$\Delta L=1m$ $\Delta M=0,4$	21,22	6,52	3,00
3	Ampliacion de Manga y Puntal	$\Delta M=0,4m$ $\Delta D=0,3m$	20,22	6,52	3,30
4	Ampliacion de Eslora y Puntal	$\Delta L=1m$ $\Delta D=0,3m$	21,22	6,12	3,30

Donde:

ΔL : Variación de la Eslora

ΔM : Variación de la Manga

ΔD : Variación del Puntal

Cuadro 5.2 - Ampliación de Eslora

RESUMEN DE CALCULOS

RESULTADOS													
Nº	CONDICIÓN DE CARGA	Δ	F.B.	Ang. Esc.	Ang. Trim.	Area (0°- Ang. de GZ máx.)	Area (30°-40°)	GZ a 30°	Ang. de GZ máx.	GM t Inicial	Ang.Esc. Viento Cte.	Ang.Inm/ Ang.Esc.	Area1/ Area2
		[ton]	[m]	[deg]	[deg]	[m.rad]	[m.rad]	[m]	[deg]	[m]	16	80	100
1	Embarcacion en Liviano	98,39	1,128	-5,9	0,6	0,031	0,021	0,146	29,0	0,366	17,2	81,2	5,2
2	100%Carga+100% Consumibles	137,20	0,716	0,4	0,9	0,045	0,028	0,183	23,0	0,586	5,5	42,9	69,6
3	100%Carga+10% Consumibles	120,70	0,880	0,5	0,5	0,039	0,021	0,152	25,0	0,385	9,5	57,7	35,0
4	Salida en Lastre 0%Carga+100% Consumibles	120,10	0,897	0,5	1,0	0,065	0,036	0,228	28,0	0,541	7,3	44,2	82,0
5	Llegada en Lastre 0%Carga+10% Consumibles	103,70	1,065	0,0	0,6	0,042	0,022	0,159	28,0	0,337	12,8	64,0	17,5

ESTATUS DE LOS REQUERIMIENTOS EXIGIDOS													
Nº	CONDICIÓN DE CARGA	Δ	F.B.	Ang. Esc.	Ang. Trim.	Area (0°-30°)	Area (30°-40°)	GZ a 30°	Ang. de GZ máx.	GM t Inicial	Ang.Esc. Viento Cte.	Ang.Inm/ Ang.Esc.	Area1/ Area2
		[ton]	[m]	[deg]	[deg]	[m.rad]	[m.rad]	[m]	[deg]	[m]	[deg]	[%]	[%]
			0,375	1,4	1,4	0,055-0,07	0,030	0,200	15,0	0,150	16,0	80,0	100,0
1	Embarcacion en Liviano	98,39	CUMPLE	NO RECOMEND.	ACEPTABLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE
2	100%Carga+100% Consumibles	137,20	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
3	100%Carga+10% Consumibles	120,70	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
4	Salida en Lastre 0%Carga+100% Consumibles	120,10	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
5	Llegada en Lastre 0%Carga+10% Consumibles	103,70	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE

Cuadro 5.4 - Ampliación de Puntal

RESUMEN DE CALCULOS													
RESULTADOS													
Nº	CONDICIÓN DE CARGA	Δ	F.B.	Ang. Esc.	Ang. Trim.	Area (0°- Ang. de GZ máx.)	Area (30°-40°)	GZ a 30°	Ang. de GZ máx.	GM t Inicial	Ang.Esc. Viento Cte.	Ang.Inm/ Ang.Esc.	Area1/ Area2
		[ton]	[m]	[deg]	[deg]	[m.rad]	[m.rad]	[m]	[deg]	[m]	16	80	100
1	Embarcacion en Liviano	98,39	1,267	-8,1	-0,8	0,030	0,024	0,142	33,0	0,243	16,0	67,2	156,0
2	100%Carga+100% Consumibles	137,60	0,824	0,3	-0,2	0,080	0,040	0,234	32,0	0,532	3,3	21,2	498,1
3	100%Carga+10% Consumibles	120,80	0,999	0,4	-0,7	0,056	0,030	0,179	32,0	0,346	6,0	31,6	382,2
4	Salida en Lastre 0%Carga+100% Consumibles	120,50	1,013	0,4	-0,2	0,088	0,045	0,261	34,0	0,497	4,3	22,6	529,3
5	Llegada en Lastre 0%Carga+10% Consumibles	103,80	1,192	0,0	-0,7	0,046	0,028	0,165	32,0	0,244	9,2	40,5	281,9
ESTATUS DE LOS REQUERIMIENTOS EXIGIDOS													
Nº	CONDICIÓN DE CARGA	Δ	F.B.	Ang. Esc.	Ang. Trim.	Area (0°-30°)	Area (30°-40°)	GZ a 30°	Ang. de GZ máx.	GM t Inicial	Ang.Esc. Viento Cte.	Ang.Inm/ Ang.Esc.	Area1/ Area2
		[ton]	[m]	[deg]	[deg]	[m.rad]	[m.rad]	[m]	[deg]	[m]	[deg]	[%]	[%]
			0,375	1,4	1,4	0,055-0,07	0,030	0,200	15,0	0,150	16,0	80,0	100,0
1	Embarcacion en Liviano	98,39	CUMPLE	NO RECOMEND	ACEPTABLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2	100%Carga+100% Consumibles	137,60	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
3	100%Carga+10% Consumibles	120,80	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	Salida en Lastre 0%Carga+100% Consumibles	120,50	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5	Llegada en Lastre 0%Carga+10% Consumibles	103,80	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Cuadro 5.7 - Ampliación de Eslora y Puntal

RESUMEN DE CALCULOS													
RESULTADOS													
Nº	CONDICIÓN DE CARGA	Δ	F.B.	Ang. Esc.	Ang. Trim.	Area (0°-Ang. de GZ máx.)	Area (30°-40°)	GZ a 30°	Ang. de GZ máx.	GM t Inicial	Ang.Esc. Viento Cte.	Ang.Inm/ Ang.Esc.	Area1/ Area2
		[ton]	[m]	[deg]	[deg]	[m.rad]	[m.rad]	[m]	[deg]	[m]	16	80	100
1	Embarcación en Liviano	98,39	1,330	-6,0	1,0	0,041	0,029	0,172	34,0	0,314	14,2	52,9	220,0
2	100%Carga+100% Consumibles	138,40	0,902	0,0	1,6	0,091	0,046	0,267	33,0	0,523	3,3	18,5	571,3
3	100%Carga+10% Consumibles	123,80	1,098	1,0	-0,3	0,063	0,036	0,215	32,0	0,342	5,6	25,8	457,4
4	Salida en Lastre_0%Carga+100% Consumibles	120,50	1,093	0,0	1,6	0,096	0,051	0,297	34,0	0,490	4,1	19,0	582,3
5	Llegada en Lastre_0%Carga+10% Consumibles	103,60	1,266	-0,5	1,0	0,057	0,033	0,197	33,0	0,299	7,6	29,9	343,6
ESTATUS DE LOS REQUERIMIENTOS EXIGIDOS													
R Nº	CONDICIÓN DE CARGA	Δ	F.B.	Ang. Esc.	Ang. Trim.	Area (0°-30°)	Area (30°-40°)	GZ a 30°	Ang. de GZ máx.	GM t Inicial	Ang.Esc. Viento Cte.	Ang.Inm/ Ang.Esc.	Area1/ Area2
5		[ton]	[m]	[deg]	[deg]	[m.rad]	[m.rad]	[m]	[deg]	[m]	[deg]	[%]	[%]
			0,375	1,4	1,4	0,055-0,07	0,030	0,200	15,0	0,150	16,0	80,0	100,0
1	Embarcación en Liviano	98,39	CUMPLE	NO RECOMEND	ACEPTABLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
2	100%Carga+100% Consumibles	138,40	CUMPLE	ACEPTABLE	NO RECOMEND.	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
3	100%Carga+10% Consumibles	123,80	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
4	Salida en Lastre_0%Carga+100% Consumibles	120,50	CUMPLE	ACEPTABLE	NO RECOMEND.	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
5	Llegada en Lastre_0%Carga+10% Consumibles	103,60	CUMPLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

De las alternativas analizadas (cuadro 5.8) se concluye que cumple con todas las exigencias de Estabilidad las siguientes propuestas:

- A. La Primera propuesta: Ampliación de Manga
- B. La Segunda propuesta: Ampliación de Manga y Eslora.
- C. la Tercera propuesta: Ampliación de Manga y Puntal.

5.2. Evaluación de las Propuestas

En esta parte analizaremos cuál de estas propuestas genera la mayor estabilidad posible para este tipo de embarcación. Para ello compararemos en la Curva de Estabilidad GZ las tres alternativas en estudio para sus diferentes condiciones de operación (figuras 5.1-5.5). Designaremos una letra para cada alternativa:

Ampliación de manga → A

Ampliación de manga y eslora → B

Ampliación de manga y puntal → C

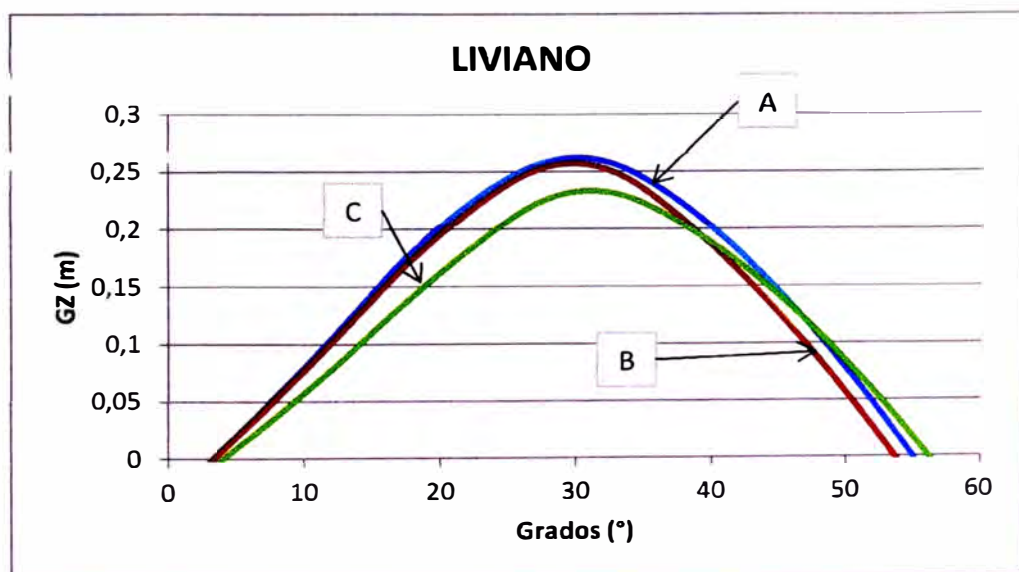


Figura 5.1 – Condición de Carga en Liviano

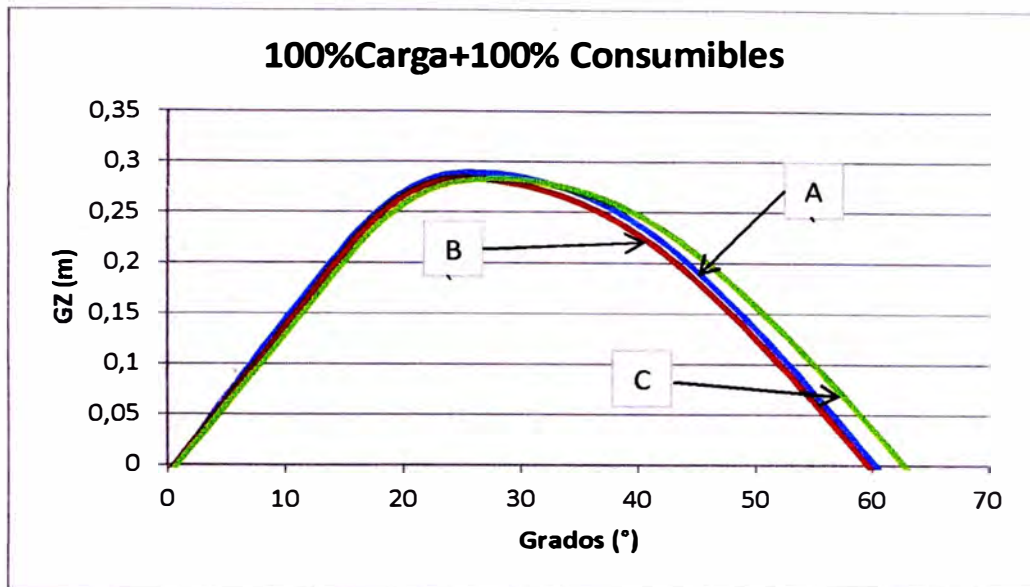


Figura 5.2 – Condición Salida a Plena Carga

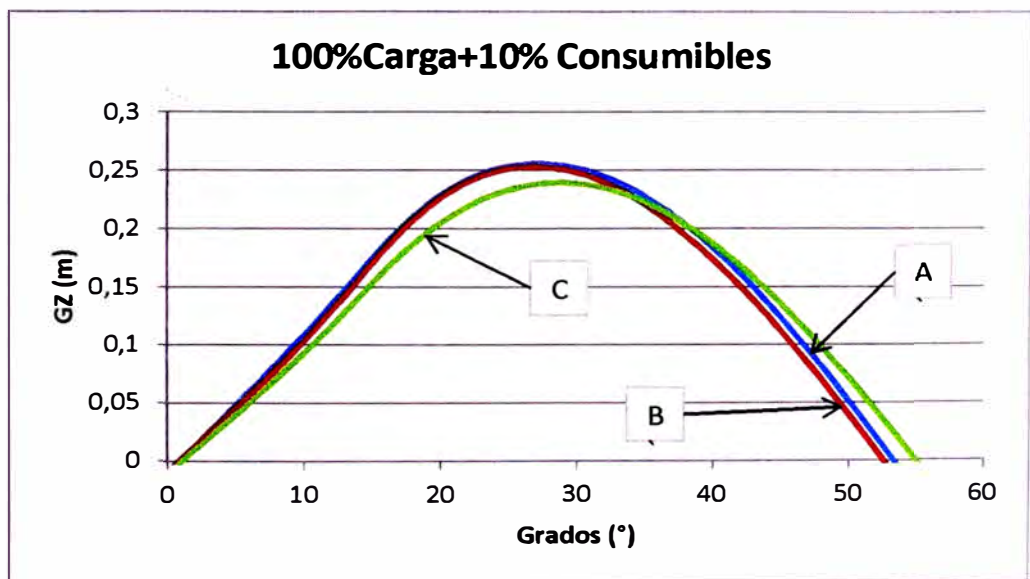
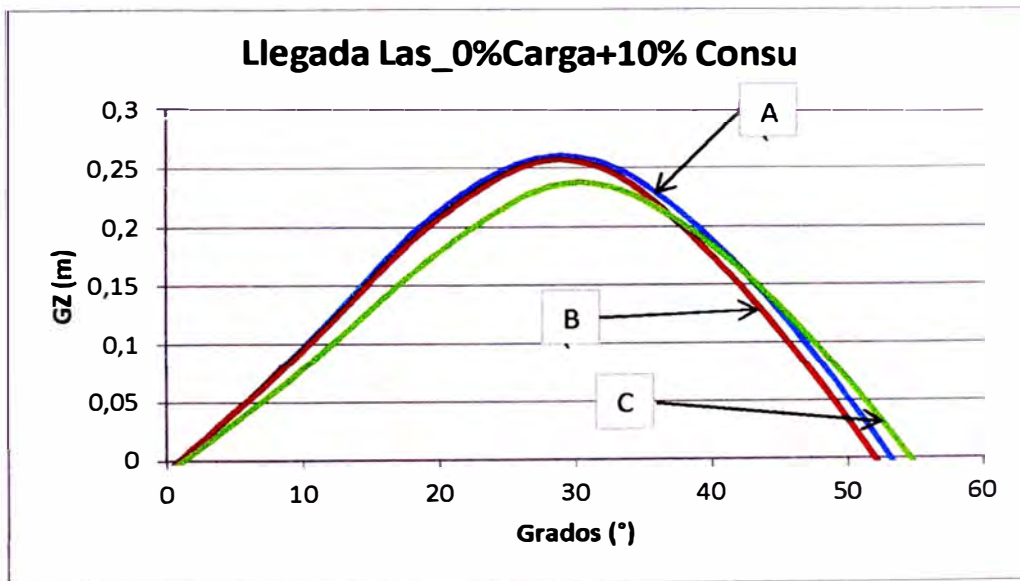
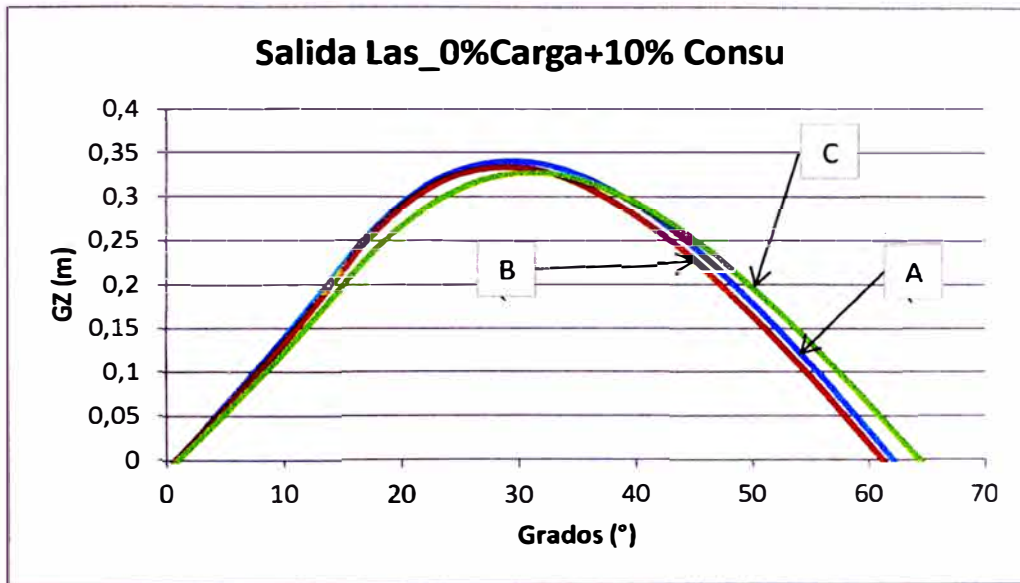


Figura 5.3 – Condición Llegada a Plena Carga



Como se puede observar en todas las condiciones de estabilidad (figuras 5.1-5.5), la embarcación "C" presenta mayor ángulo de alcance; sin embargo, tiene menor reserva de estabilidad.

Por otra parte, la embarcación "A" presenta mayor reserva de estabilidad incluso mayor que la embarcación "B" y "C".

Tomando en consideración lo anterior, se elegirá la **Primera propuesta: Ampliación de Manga**, ya que esta modificación da como resultado una mayor reserva de Estabilidad, además, estructuralmente es la más factible de realizar.

CAPITULO 6

PROPUESTA DEFINITIVA

6.1. Diseño

La propuesta de modificación definitiva tiene las dimensiones siguientes:

L= 20.22m

B=6.52m

D=3.00m

6.1.1. Análisis de Subdivisión Estanca

Se procederá a evaluar la subdivisión de la embarcación modificada, para ello haremos uso del gráfico de esloras inundables (figura 6.1) para corroborar la posición de los mamparos.

Tomaremos el modelo virtual de la embarcacion y lo someteremos al análisis de esloras inundables. A continuación se presenta el gráfico de esloras inundables para la permeabilidad de 95% y 85% que corresponden a los compartimentados de carga y sala de maquinas respectivamente.

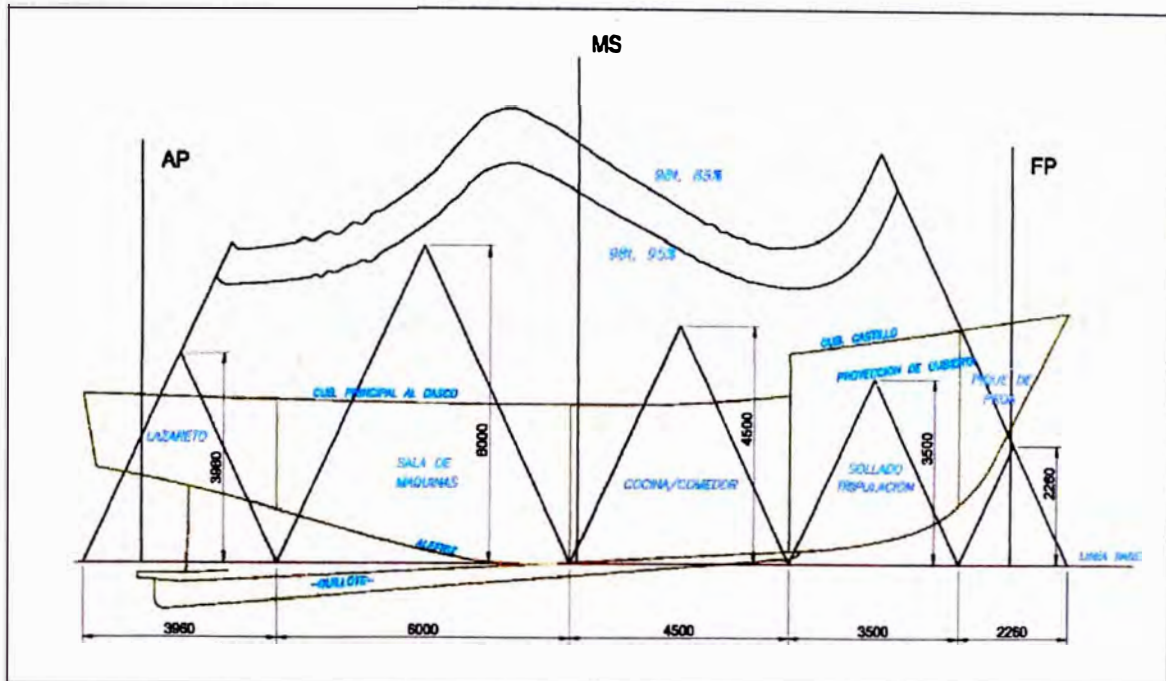


Figura 6.1 – Esloras Inundables

De acuerdo a la figura 6.1, las longitudes de los compartimentos no sobrepasan las curvas de esloras inundables por lo tanto la subdivisión estanca de la embarcación después de la modificación se encuentra dentro de los límites permitidos.

6.1.2. Estabilidad Intacta de la Embarcación Modificada

6.1.2.1. Determinación del Centro de Gravedad

Se hallará el peso y el centro de gravedad de la embarcación modificada, para ello se estimará el material nuevo empleado para la ampliación de la manga (cuadro 6.1).

Cuadro 6.1 – Cálculo del Centro de Gravedad de la Embarcación Modificada

Descripcion	Peso(Kg)	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)
Embarcacion Original	98387	9917	-36	2762
Cuaderna -2	6,746	460	0	2160
Cuaderna -1	12,453	960	0	2142
Cuaderna 1	14,510	1460	0	2098
Cuaderna 2	5,605	1960	0	1838
Mamparo 3 (Pique Proa)	30,280	2460	0	2481
Cuaderna 4	13,768	2960	0	1850
Cuaderna 5	10,076	3460	0	1682
Mamparo 6 (Lazareto)	34,964	3960	0	2286
Cuaderna 7	15,661	4460	0	1615
Cuaderna 8	12,258	4960	0	1460
Cuaderna 9	11,055	5460	0	1342
Cuaderna 10	10,817	5960	0	1261
Cuaderna 11	11,134	6460	0	1195
Cuaderna 12	11,760	6960	0	1111
Cuaderna 13	7,969	7460	0	970
Cuaderna 14	9,512	7960	0	942
Cuaderna 15	10,742	8460	0	900
Cuaderna 16	13,172	8960	0	900
Cuaderna 17	13,224	9460	0	873
Mamparo 18 (S. Maquinas)	51,275	9960	0	2070
Cuaderna 19	51,697	10460	0	1935
Cuaderna 20	11,737	10960	0	810
Cuaderna 21	11,342	11460	0	823
Mamparo 25 (Tanque)	52,752	13460	0	1917
Mamparo 27 (Sollado)	69,633	14460	0	2446
Mamparo 34 (Pique Proa)	82,293	17960	0	3278
Casco Fondo	301,440	6000	0	700
Popa Espejo	36,424	145	0	2450
Cub. Principal	241,152	6000	0	3000
Total	99552,449	9891,107	-35,579	2751,937

Considerando el peso de soldadura (cuadro 6.2) se obtiene finalmente:

Cuadro 6.2 – Centro de Gravedad de la Embarcación Modificada

Descripción	Peso(Ton)	X(m)	Y(m)	Z(m)
Embarcacion Modificada	99,593	9,891	-0,036	2,752

6.1.2.2. Análisis de Estabilidad Intacta

A continuación se muestra el análisis de la estabilidad intacta realizada a la alternativa seleccionada, la cual contempla la ampliación de la manga en 400mm. La embarcación modificada cumple con todos los criterios de estabilidad en sus diferentes condiciones de carga (cuadro 6.3 – 6.8), las cuales son:

- 1. Embarcacion en Liviano.**
- 2. Salida a Plena Carga:** 100%Carga Liquida+Carga sobre cubierta+100% Consumibles. Para esta condición el tanque de Lastre debe estar al 100%.
- 3. Llegada a Plena Carga:** 100%Carga Liquida + Carga sobre cubierta + 10%Consumibles. Para esta condición el tanque de lastre debe estar al 100%.
- 4. Salida en Lastre:** 0%Carga+100%Consumibles. En esta condición el tanque de Lastre se mantiene vacio.
- 5. Llegada en Lastre:** 0%Carga+10%Consumibles. En esta condición el tanque de Lastre se mantiene vacio.

6. Peor Condición Operacional:10%Carga Líquida+10%Consumibles+Carga sobre cubierta. En esta condición el tanque de Lastre se mantiene vacío.

Cabe señalar que se considera para la carga sobre cubierta un peso de 5 toneladas situada a popa.

CUADRO 6.3 - CONDICION EN LIVIANO: SIN CARGA, SIN CONSUMIBLES Y SIN TRIPULACION

Nº	Descripción	Cantidad	P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]	FSM(*) [ton.m]
1	Embarcación en liviano	1	99,59	9,891	-0,036	2,752	0,000
2	Tripulación y Efectos	0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
3	Viveres	0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
4	Carga	0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
5	Tanque de Combustible Laz Br	0,0%	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
6	Tanque de Combustible Laz Er	0,0%	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
7	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Br	0,0%	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
8	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Er	0,0%	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
9	Tanque de combustible Br	0,0%	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
10	Tanque de combustible Er	0,0%	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
11	Tanque diario Br	0,0%	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
12	Tanque diario Er	0,0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13	Tanque de Aceite hidraulico Pp	0,0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
14	Tanque de Aceite hidraulico Pr	0,0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,557
15	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Br	0,0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Er	0,0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17	Tanques de Aguas Servidas	0,0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
18	Tanque de Lastre	0,0%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ			99,59				0,567

(*) FSM: Momento por superficie libre

RESUMEN			
P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]
99,59	9,891	-0,036	2,752

ESTATUS DE FRANCOBORDO	CUMPLE
Francobordo Exigido [mm]	0,375
Francobordo Actual [mm]	1,106
Calado en Seccion Media [m]	1,897
Desplazamiento [ton]	98,97
Escora a Estribor [°]	-3,2
Calado en Perpend. De Proa [m]	1,984
Calado en Perpend. De Popa [m]	1,809
Calado en Lcf [m]	1,887
Trimado (+vo hacia Popa) [m]	-0,175
Eslora de Flotacion [m]	18,398
Manga de Flotacion [m]	5,973
Superficie Mojada [m ²]	127,209
Superficie de Flotacion [m ²]	88,867
Coeficiente Prismatico	0,597
Coeficiente de Bloque	0,334
Coeficiente de Seccion Media	0,781
Coeficiente de Area de Flotacion	0,809
Lcb desde seccion media (+vo Pr) [m]	-0,195
Lcf desde seccion media (+vo Pr) [m]	-1,008
KB [m]	1,205
KG corregido [m]	2,758
BMt [m]	2,215
BML [m]	19,405
GMt corregido [m]	0,664
GML corregido [m]	17,854
T Pc [ton/cm]	0,911
MT c [ton.m]	0,990
Ang. de Trim. (+vo hacia Popa) [°]	-0,6

CUADRO 6.4 - CONDICION SALIDA A PLENA CARGA: 100% CARGA + 100% CONSUMIBLES

Nº	Descripción	Cantidad	P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]	FSM(*) [ton.m]
1	Embarcación en liviano	1	99,59	9,891	-0,036	2,752	0,000
2	Tripulación y Efectos	1	0,81	16,054	0,000	2,500	0,000
3	Viveres	1	0,20	11,054	0,000	1,800	0,000
4	Carga	1	5,00	3,960	0,000	3,400	0,000
5	Tanque de Combustible Laz Br	100,0%	4,14	3,235	-1,656	2,274	0,000
6	Tanque de Combustible Laz Er	100,0%	4,14	3,235	1,656	2,274	0,000
7	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Br	100,0%	5,16	13,951	-1,654	2,038	0,000
8	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Er	100,0%	5,16	13,951	1,654	2,038	0,000
9	Tanque de combustible Br	100,0%	4,38	5,005	-2,102	2,139	0,000
10	Tanque de combustible Er	100,0%	4,38	5,005	2,102	2,139	0,000
11	Tanque diario Br	100,0%	0,82	4,469	-1,143	2,066	0,000
12	Tanque diario Er	100,0%	0,82	4,469	1,143	2,066	0,000
13	Tanque de Aceite hidraulico Pp	90,0%	0,10	4,135	-0,462	2,747	0,009
14	Tanque de Aceite hidraulico Pr	90,0%	2,40	7,811	1,911	1,180	0,682
15	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Br	100,0%	4,53	11,383	-1,092	0,650	0,000
16	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Er	100,0%	4,53	11,383	1,092	0,650	0,000
17	Tanques de Aguas Servidas	10,0%	0,03	9,224	-1,523	0,446	0,060
18	Tanque de Lastre	100,0%	6,21	15,690	0,000	1,072	0,000
Σ			152,40				0,751

(*) FSM: Momento por superficie libre

RESUMEN			
P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]
152,40	9,593	0,006	2,435

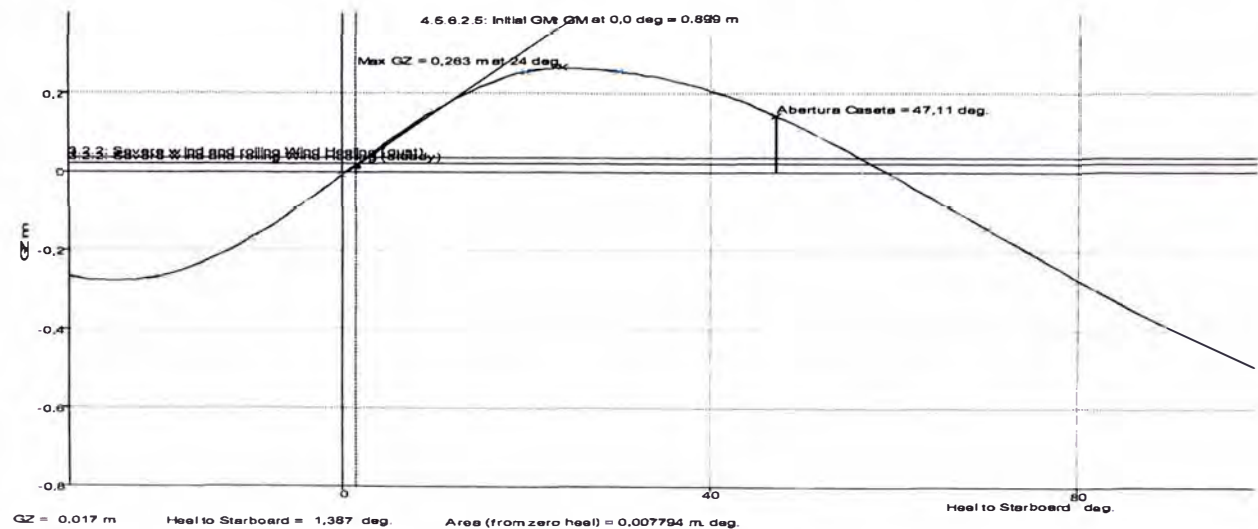
ESTATUS DE FRANCOBORDO	CUMPLE
Francobordo Exigido [mm]	0,375
Francobordo Actual [mm]	0,561

Calado en Seccion Media [m]	2,442
Desplazamiento [ton]	151,80
Escora a Estribor [°]	0,4
Calado en Perpend. De Proa [m]	2,549
Calado en Perpend. De Popa [m]	2,335
Calado en Lcf [m]	2,428
Trimado (+vo hacia Popa) [m]	-0,214
Eslora de Flotacion [m]	18,824
Manga de Flotacion [m]	6,233
Superficie Mojada [m ²]	152,249
Superficie de Flotacion [m ²]	99,678
Coficiente Prismatico	0,649
Coficiente de Bloque	0,400
Coficiente de Seccion Media	0,798
Coficiente de Area de Flotacion	0,850
Lcb desde seccion media (+vo Pr) [m]	-0,502
Lcf desde seccion media (+vo Pr) [m]	-1,164
KB [m]	1,539
KG corregido [m]	2,443
BMt [m]	1,803
BML [m]	16,183
GMt corregido [m]	0,899
GML corregido [m]	15,279
TPc [ton/cm]	1,022
MTc [ton.m]	1,300
Ang. de Trim. (+vo hacia Popa) [°]	-0,7

CRITERIOS DE ESTABILIDAD

Estatus de Requerimientos

CRITERIO	REG.	UNIDADES	VALOR ACTUAL	ESTATUS
Area (0°- Ang. De GZ máx.) no debe ser menor que (\geq)	0,061	m.rad	0,068	CUMPLE
Area 30° a 40° o al angulo de inundacion (el menor), no debe ser menor que (\geq)	0,030	m.rad	0,041	CUMPLE
Máx. GZ a 30° o más, no debe ser menor que (\geq)	0,200	m.rad	0,254	CUMPLE
Ángulo de GZ máximo no debe ser menor que (\geq)	15,0	deg	24,0	CUMPLE
Gmt inicial, no debe ser menor que (\geq)	0,150	m	0,899	CUMPLE
Severe wind and rolling				
Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16,0	deg	1,80	CUMPLE
Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80,0	%	17,77	CUMPLE
Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100,0	%	377,98	CUMPLE



CUADRO 6.5 - CONDICION LLEGADA A PLENA CARGA: 100% CARGA + 10% CONSUMIBLES

Nº	Descripción	Cantidad	P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]	FSM(*) [ton.m]
1	Embarcación en liviano	1	99,59	9,891	-0,036	2,752	0,000
2	Tripulación y Efectos	1	0,81	16,054	0,000	2,500	0,000
3	Viveres	1	0,10	11,054	0,000	1,800	0,000
4	Carga	1	5,00	3,960	0,000	3,400	0,000
5	Tanque de Combustible Laz Br	100,0%	4,14	3,235	-1,656	2,274	0,000
6	Tanque de Combustible Laz Er	100,0%	4,14	3,235	1,656	2,274	0,000
7	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Br	100,0%	5,16	13,951	-1,654	2,038	0,000
8	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Er	100,0%	5,16	13,951	1,654	2,038	0,000
9	Tanque de combustible Br	10,0%	0,44	5,266	-1,905	1,220	0,589
10	Tanque de combustible Er	10,0%	0,44	5,266	1,905	1,220	0,589
11	Tanque diario Br	10,0%	0,08	4,557	-1,124	1,177	0,009
12	Tanque diario Er	10,0%	0,08	4,557	1,124	1,177	0,009
13	Tanque de Aceite hidraulico Pp	90,0%	0,10	4,135	-0,462	2,747	0,009
14	Tanque de Aceite hidraulico Pr	90,0%	2,40	7,811	1,911	1,180	0,682
15	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Br	10,0%	0,45	11,189	-0,397	0,253	4,740
16	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Er	10,0%	0,45	11,189	0,397	0,253	4,740
17	Tanques de Aguas Servidas	50,0%	0,13	9,219	-1,765	0,589	0,060
18	Tanque de Lastre	100,0%	6,21	15,690	0,000	1,072	0,000
Σ			134,89		0	3,7	11,427

(*) FSM: Momento por superficie libre

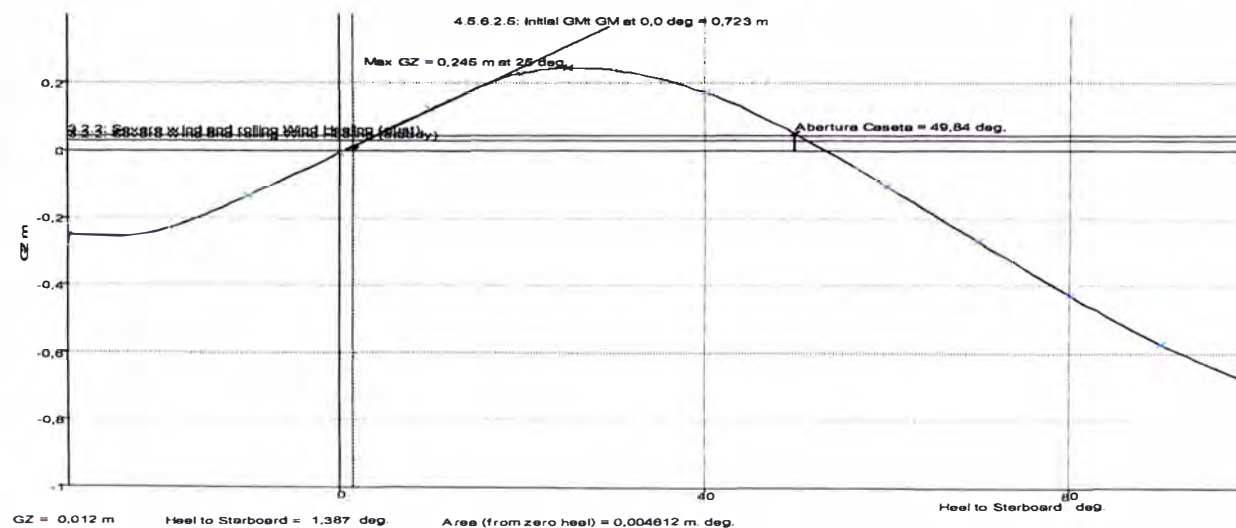
RESUMEN			
P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]
134,89	9,808	0,005	2,554

ESTATUS DE FRANCOBORDO	CUMPLE
Francobordo Exigido [mm]	0,375
Francobordo Actual [mm]	0,725
Calado en Seccion Media [m]	2,278
Desplazamiento [ton]	134,30
Escora a Estribor [°]	0,5
Calado en Perpend. De Proa [m]	2,458
Calado en Perpend. De Popa [m]	2,098
Calado en Lcf [m]	2,254
Trimado (+vo hacia Popa) [m]	-0,360
Eslora de Flotacion [m]	18,730
Manga de Flotacion [m]	6,150
Superficie Mojada [m ²]	146,050
Superficie de Flotacion [m ²]	97,449
Coeficiente Prismatico	0,631
Coeficiente de Bloque	0,388
Coeficiente de Seccion Media	0,717
Coeficiente de Area de Flotacion	0,846
Lcb desde seccion media (+vo Pr) [m]	-0,272
Lcf desde seccion media (+vo Pr) [m]	-1,159
KB [m]	1,437
KG corregido [m]	2,643
BMt [m]	1,930
BML [m]	17,641
GMt corregido [m]	0,724
GML corregido [m]	16,435
T P _c [ton/cm]	0,999
M T _c [ton.m]	1,237
Ang. de Trim. (+vo hacia Popa) [°]	-1,2

CRITERIOS DE ESTABILIDAD

Estatus de Requerimientos

CRITERIO	REG.	UNIDADES	VALOR ACTUAL	ESTATUS
Área (0°- Ang. De GZ máx.) no debe ser menor que (>=)	0,060	m.rad	0,063	CUMPLE
Área 30° a 40° o al angulo de inundacion (el menor), no debe ser menor que (>=)	0,030	m.rad	0,037	CUMPLE
Máx. GZ a 30° o más, no debe ser menor que (>=)	0,200	m.rad	0,237	CUMPLE
Ángulo de GZ máximo no debe ser menor que (>=)	15,0	deg	25,0	CUMPLE
Gm _{inicial} , no debe ser menor que (>=)	0,150	m	0,723	CUMPLE
Severe wind and rolling				
Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	2,700	CUMPLE
Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,0	%	20,739	CUMPLE
Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,0	%	367,703	CUMPLE



CUADRO 6.6 - CONDICION SALIDA EN LASTRE: 0% CARGA + 100% CONSUMIBLES

Nº	Descripción	Cantidad	P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]	FSM(*) [ton.m]
1	Embarcación en liviano	1	99,59	9,891	-0,036	2,752	0,000
2	Tripulación y Efectos	1	0,81	16,054	0,000	2,500	0,000
3	Viveres	1	0,20	11,054	0,000	1,800	0,000
4	Carga	0	0,00	3,960	0,000	3,400	0,000
5	Tanque de Combustible Laz Br	0,0%	0,00	3,235	-1,656	2,274	0,000
6	Tanque de Combustible Laz Er	0,0%	0,00	3,235	1,656	2,274	0,000
7	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Br	0,0%	0,00	13,951	-1,654	2,038	0,000
8	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Er	0,0%	0,00	13,951	1,654	2,038	0,000
9	Tanque de combustible Br	100,0%	4,38	5,005	-2,102	2,139	0,000
10	Tanque de combustible Er	100,0%	4,38	5,005	2,102	2,139	0,000
11	Tanque diario Br	100,0%	0,82	4,469	-1,143	2,066	0,000
12	Tanque diario Er	100,0%	0,82	4,469	1,143	2,066	0,000
13	Tanque de Aceite hidraulico Pp	90,0%	0,10	4,135	-0,462	2,747	0,009
14	Tanque de Aceite hidraulico Pr	90,0%	2,40	7,811	1,911	1,180	0,682
15	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Br	100,0%	4,53	11,383	-1,092	0,650	0,000
16	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Er	100,0%	4,53	11,383	1,092	0,650	0,000
17	Tanques de Aguas Servidas	10,0%	0,03	9,224	-1,523	0,446	0,060
18	Tanque de Lastre	0,0%	0,00	15,690	0,000	1,072	0,000
Σ			122,57				0,751

(*) FSM: Momento por superficie libre

RESUMEN			
P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]
122,57	9,577	0,007	2,509

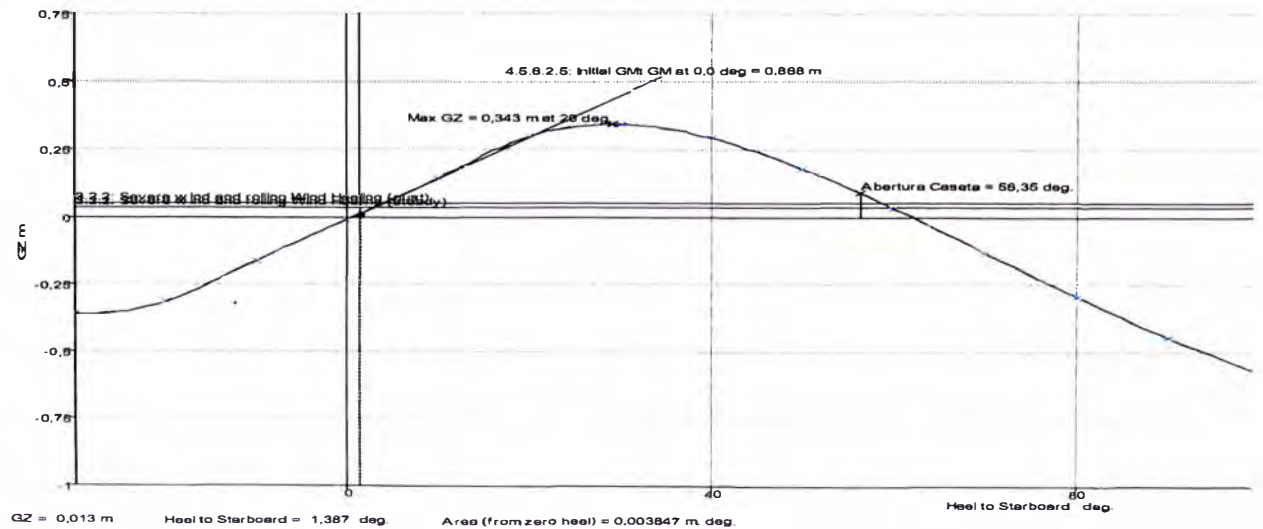
ESTATUS DE FRANCOBORDO	CUMPLE
Francobordo Exigido [mm]	0,375
Francobordo Actual [mm]	0,873

Calado en Seccion Media [m]	2,130
Desplazamiento [ton]	122,00
Escora a Estribor [°]	0,5
Calado en Perpend. De Proa [m]	2,146
Calado en Perpend. De Popa [m]	2,115
Calado en Lcf [m]	2,128
Trimado (+vo hacia Popa) [m]	-0,031
Eslora de Flotacion [m]	18,559
Manga de Flotacion [m]	6,081
Superficie Mojada [m ²]	140,651
Superficie de Flotacion [m ²]	95,315
Coeficiente Prismatico	0,626
Coeficiente de Bloque	0,361
Coeficiente de Seccion Media	0,688
Coeficiente de Area de Flotacion	0,845
Lcb desde seccion media (+vo Pr) [m]	-0,526
Lcf desde seccion media (+vo Pr) [m]	-1,303
KB [m]	1,356
KG corregido [m]	2,519
BMt [m]	2,031
BML [m]	18,615
GMt corregido [m]	0,868
GML corregido [m]	17,452
T Pc [ton/cm]	0,977
MT c [ton.m]	1,193
Ang. de Trim. (+vo hacia Popa) [°]	-0,1

CRITERIOS DE ESTABILIDAD

Estatus de Requerimientos

CRITERIO	REG.	UNIDADES	VALOR ACTUAL	ESTATUS
Area (0° Ang. De GZ máx.) no debe ser menor que (>=)	0,056	m.rad	0,103	CUMPLE
Area 30° a 40° o al angulo de inundacion (el menor), no debe ser menor que (>=)	0,030	m.rad	0,057	CUMPLE
Máx. GZ a 30° o más, no debe ser menor que (>=)	0,200	m.rad	0,343	CUMPLE
Ángulo de GZ máximo no debe ser menor que (>=)	15,0	deg	29,0	CUMPLE
Gmt inicial, no debe ser menor que (>=)	0,150	m	0,868	CUMPLE
Severe wind and rolling				
Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	2,700	CUMPLE
Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (<=)	80,0	%	17,244	CUMPLE
Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,0	%	507,748	CUMPLE



CUADRO 6.7 - CONDICION LLEGADA EN LASTRE: 0%CARGA + 10%CONSUMIBLES

Nº	Descripción	Cantidad	P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]	FSM(*) [ton.m]
1	Embarcación en liviano	1	99,59	9,891	-0,036	2,752	0,000
2	Tripulación y Efectos	1	0,81	16,054	0,000	2,500	0,000
3	Viveres	1	0,20	11,054	0,000	1,800	0,000
4	Carga	0	0,00	3,960	0,000	3,400	0,000
5	Tanque de Combustible Laz Br	0,0%	0,00	3,235	-1,656	2,274	0,000
6	Tanque de Combustible Laz Er	0,0%	0,00	3,235	1,656	2,274	0,000
7	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Br	0,0%	0,00	13,951	-1,654	2,038	0,000
8	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Er	0,0%	0,00	13,951	1,654	2,038	0,000
9	Tanque de combustible Br	10,0%	0,44	5,266	-1,905	1,220	0,589
10	Tanque de combustible Er	10,0%	0,44	5,266	1,905	1,220	0,589
11	Tanque diario Br	10,0%	0,08	4,557	-1,124	1,177	0,009
12	Tanque diario Er	10,0%	0,08	4,557	1,124	1,177	0,009
13	Tanque de Aceite hidraulico Pp	90,0%	0,10	4,135	-0,462	2,747	0,009
14	Tanque de Aceite hidraulico Pr	90,0%	2,40	7,811	1,911	1,180	0,682
15	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Br	10,0%	0,45	11,189	-0,397	0,253	4,740
16	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Er	10,0%	0,45	11,189	0,397	0,253	4,740
17	Tanques de Aguas Servidas	90,0%	0,23	9,217	-1,818	0,693	0,060
18	Tanque de Lastre	0,0%	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ			105,26				11,427

(*) FSM: Momento por superficie libre

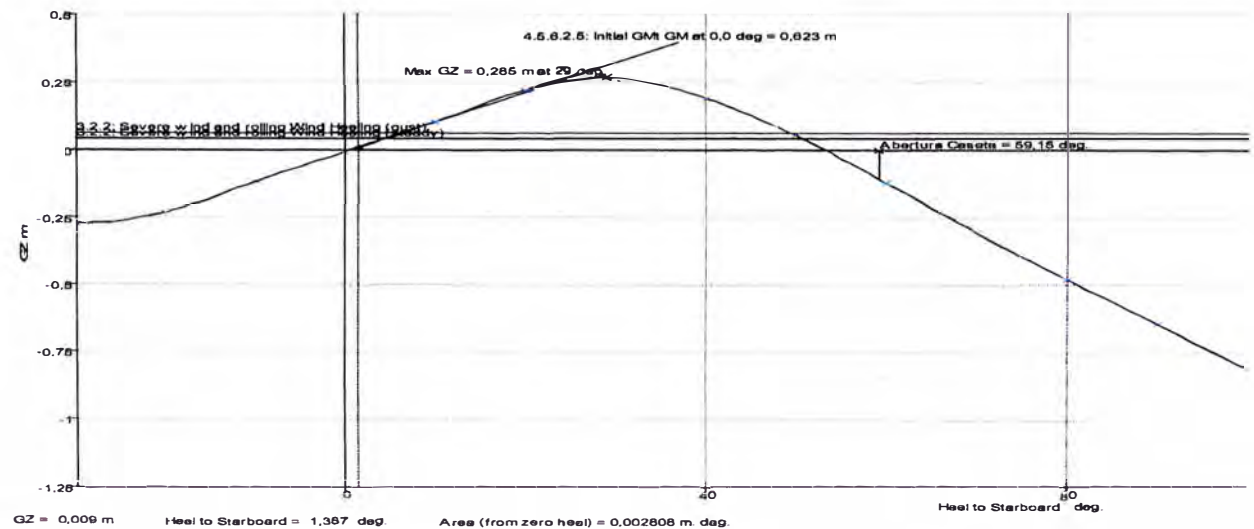
RESUMEN			
P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]
105,26	9,851	0,005	2,671

ESTATUS DE FRANCOBORDO	CUMPLE
Francobordo Exigido [mm]	0,375
Francobordo Actual [mm]	1,043
Calado en Seccion Media [m]	1,960
Desplazamiento [ton]	104,60
Escora a Estribor [°]	0,6
Calado en Perpend. De Proa [m]	2,049
Calado en Perpend. De Popa [m]	1,872
Calado en Lcf [m]	1,949
Trimado (+vo hacia Popa) [m]	-0,177
Eslora de Flotacion [m]	18,458
Manga de Flotacion [m]	5,994
Superficie Mojada [m2]	130,893
Superficie de Flotacion [m2]	90,945
Coeficiente Prismatico	0,603
Coeficiente de Bloque	0,343
Coeficiente de Seccion Media	0,783
Coeficiente de Area de Flotacion	0,822
Lcb desde seccion media (+vo Pr) [m]	-0,234
Lcf desde seccion media (+vo Pr) [m]	-1,113
KB [m]	1,245
KG corregido [m]	2,786
BMt [m]	2,164
BML [m]	19,459
GMt corregido [m]	0,623
GML corregido [m]	17,918
TPc [ton/cm]	0,932
MTc [ton.m]	1,051
Ang. de Trim. (+vo hacia Popa) [°]	-0,6

CRITERIOS DE ESTABILIDAD

Estatus de Requerimientos

CRITERIO	REG.	UNIDADES	VALOR ACTUAL	ESTATUS
Area (0°- Ang. De GZ máx.) no debe ser menor que (\geq)	0,056	m.rad	0,076	CUMPLE
Area 30° a 40° o al angulo de inundacion (el menor), no debe ser menor que (\geq)	0,030	m.rad	0,041	CUMPLE
Máx. GZ a 30° o más, no debe ser menor que (\geq)	0,200	m.rad	0,264	CUMPLE
Ángulo de GZ máximo no debe ser menor que (\geq)	25,0	deg	29,0	CUMPLE
Gmt Inicial, no debe ser menor que (\geq)	0,150	m	0,623	CUMPLE
Severe wind and rolling				
Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16,0	deg	4,300	CUMPLE
Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80,0	%	22,937	CUMPLE
Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100,0	%	377,482	CUMPLE



CUADRO 6.8 - PEOR CONDICION OPERACIONAL: 10% CARGA LIQUIDA + 10% CONSUMIBLES + CARGA SOBRECUBIERTA

Nº	Descripción	Cantidad	P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]	FSM(*) [ton.m]
1	Embarcación en liviano	1	99,59	9,891	-0,036	2,752	0,000
2	Tripulación y Efectos	1	0,81	16,054	0,000	2,500	0,000
3	Viveres	1	0,20	11,054	0,000	1,800	0,000
4	Carga	1	5,00	3,960	0,000	3,400	0,000
5	Tanque de Combustible Laz Br	10,0%	0,41	3,418	-1,359	1,483	1,197
6	Tanque de Combustible Laz Er	10,0%	0,41	3,418	1,359	1,483	1,197
7	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Br	10,0%	0,52	13,916	-1,214	0,783	1,276
8	Tanque de Agua dulce(Coc-Sol)Er	10,0%	0,52	13,916	1,214	0,783	1,276
9	Tanque de combustible Br	10,0%	0,44	5,266	-1,905	1,220	0,589
10	Tanque de combustible Er	10,0%	0,44	5,266	1,905	1,220	0,589
11	Tanque diario Br	10,0%	0,08	4,557	-1,124	1,177	0,009
12	Tanque diario Er	10,0%	0,08	4,557	1,124	1,177	0,009
13	Tanque de Aceite hidraulico Pp	90,0%	0,10	4,135	-0,462	2,747	0,009
14	Tanque de Aceite hidraulico Pr	90,0%	2,40	7,811	1,911	1,180	0,682
15	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Br	10,0%	0,45	11,189	-0,397	0,253	4,740
16	Tanque de Agua dulce(Coc-Com)Er	10,0%	0,45	11,189	0,397	0,253	4,740
17	Tanques de Aguas Servidas	10,0%	0,03	9,224	-1,523	0,446	0,060
18	Tanque de Lastre	0,0%	0,00	15,690	0,000	1,072	0,000
Σ			111,92				16,373

(*) FSM: Momento por superficie libre

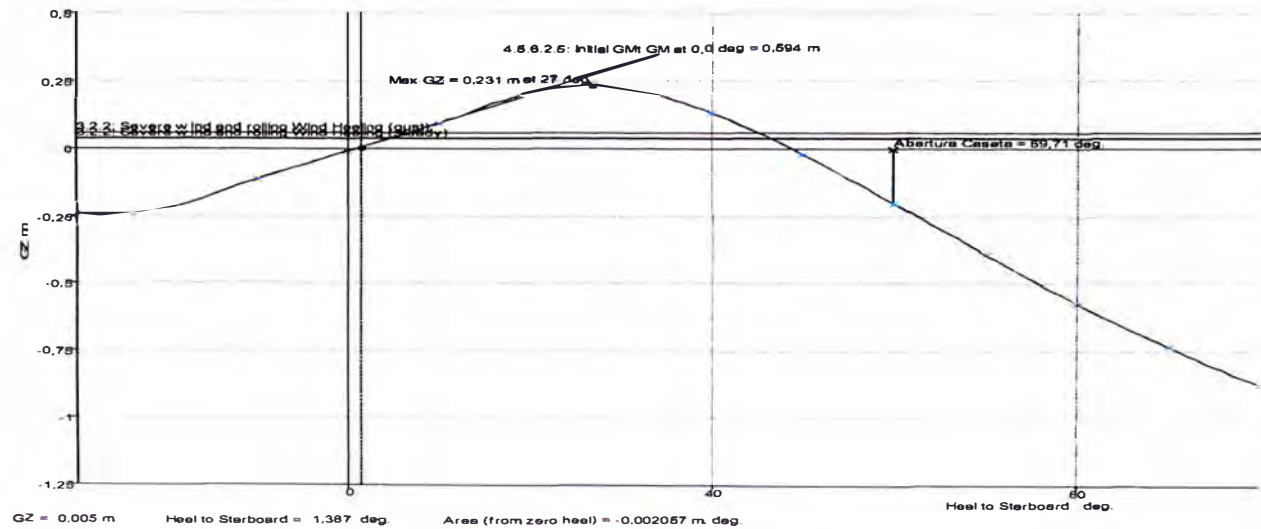
RESUMEN			
P [ton]	Xg [m]	Yg [m]	Zg [m]
111,92	9,579	0,008	2,681

ESTATUS DE FRANCOBORDO	CUMPLE
Francobordo Exigido [mm]	0,375
Francobordo Actual [mm]	0,988
Calado en Seccion Media [m]	2,015
Desplazamiento [ton]	111,30
Escora a Estribor [°]	0,9
Calado en Perpend. De Proa [m]	1,995
Calado en Perpend. De Popa [m]	2,035
Calado en Lcf [m]	2,018
Trimado (+vo hacia Popa) [m]	0,040
Eslora de Flotacion [m]	18,462
Manga de Flotacion [m]	6,026
Superficie Mojada [m2]	135,635
Superficie de Flotacion [m2]	93,572
Coficiente Prismatico	0,614
Coficiente de Bloque	0,344
Coficiente de Seccion Media	0,680
Coficiente de Area de Flotacion	0,841
Lcb desde seccion media (+vo Pr) [m]	-0,529
Lcf desde seccion media (+vo Pr) [m]	-1,339
KB [m]	1,288
KG corregido [m]	2,833
BMt [m]	2,139
BML [m]	19,694
GMt corregido [m]	0,593
GML corregido [m]	18,149
TPc [ton/cm]	0,959
MTc [ton.m]	1,132
Ang. de Trim. (+vo hacia Popa) [°]	0,1

CRITERIOS DE ESTABILIDAD

Estatus de Requerimientos

CRITERIO	REG.	UNIDADES	VALOR ACTUAL	ESTATUS
Area (0°- Ang. De GZ máx.) no debe ser menor que (\geq)	0,058	m.rad	0,061	CUMPLE
Area 30° a 40° o al angulo de inundacion (el menor), no debe ser menor que (\geq)	0,030	m.rad	0,032	CUMPLE
Máx. GZ a 30° o más, no debe ser menor que (\geq)	0,200	m.rad	0,225	CUMPLE
Ángulo de GZ máximo no debe ser menor que (\geq)	25,0	deg	27,0	CUMPLE
Gmt Inicial, no debe ser menor que (\geq)	0,150	m	0,594	CUMPLE
Severe wind and rolling				
Angle of steady heel shall not be greater than (\leq)	16,0	deg	4,700	CUMPLE
Angle of steady heel / Deck edge immersion angle shall not be greater than (\leq)	80,0	%	26,192	CUMPLE
Area1 / Area2 shall not be less than (\geq)	100,0	%	309,363	CUMPLE



6.1.3. Análisis de Estabilidad en Avería

La embarcación en avería no es estable en ninguna condición de carga. El alcance de esta modificación solo se extiende hasta la estabilidad intacta, por lo cual la embarcación **no debe navegar en avería** ya que la seguridad de las personas estaría en riesgo inminente, por tal razón las recomendaciones de operación de dicha embarcación están dirigidas a limitar la navegación solo en zonas cercanas a la costa y de esta forma poder brindar en caso de avería una ayuda rápida.

6.1.4. Diseño y Análisis Estructural

En el cálculo estructural se halla el módulo de resistencia estructural longitudinal después de la modificación, tomando en consideración el incremento de la manga del buque en 400 mm. El modulo resistente de la cuaderna maestra (figura 6.2) será tomado válido de acuerdo a la metodología de la clasificadora "American Bureau of Shipping" para todo buque de apoyo portuario de acuerdo a la siguiente figura:

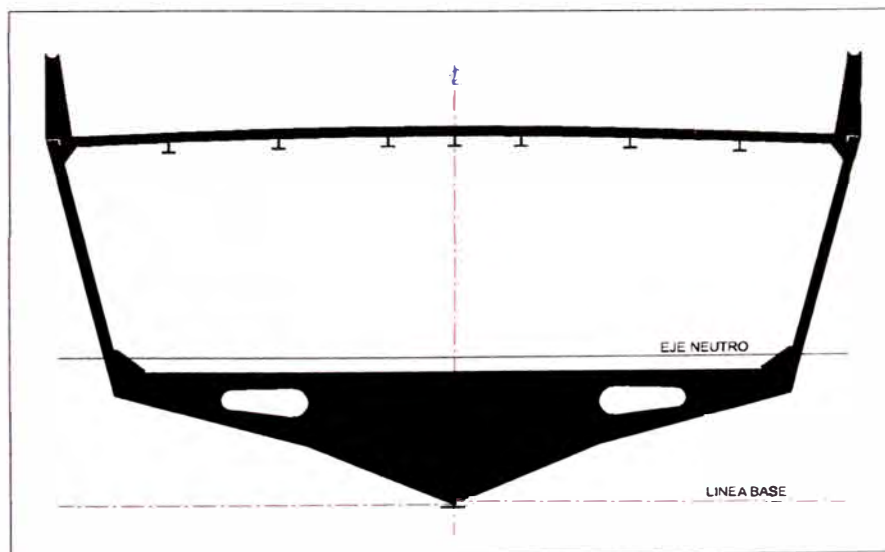


Figura 6.2 - CUADERNA MAESTRA

Según ABS:

$$SM = C_1 C_2 L^2 B (C_b + 0.7) \quad m - cm^2$$

De la formula se obtiene

$$SM = W_{min} = 137,1606304 \quad m - cm^2$$

$$1,37 E + 07 \quad mm^3$$

Según calculo geométrico:

$$I = 4,34E + 16 \quad mm^4$$

$$Y = 2595 \quad mm$$

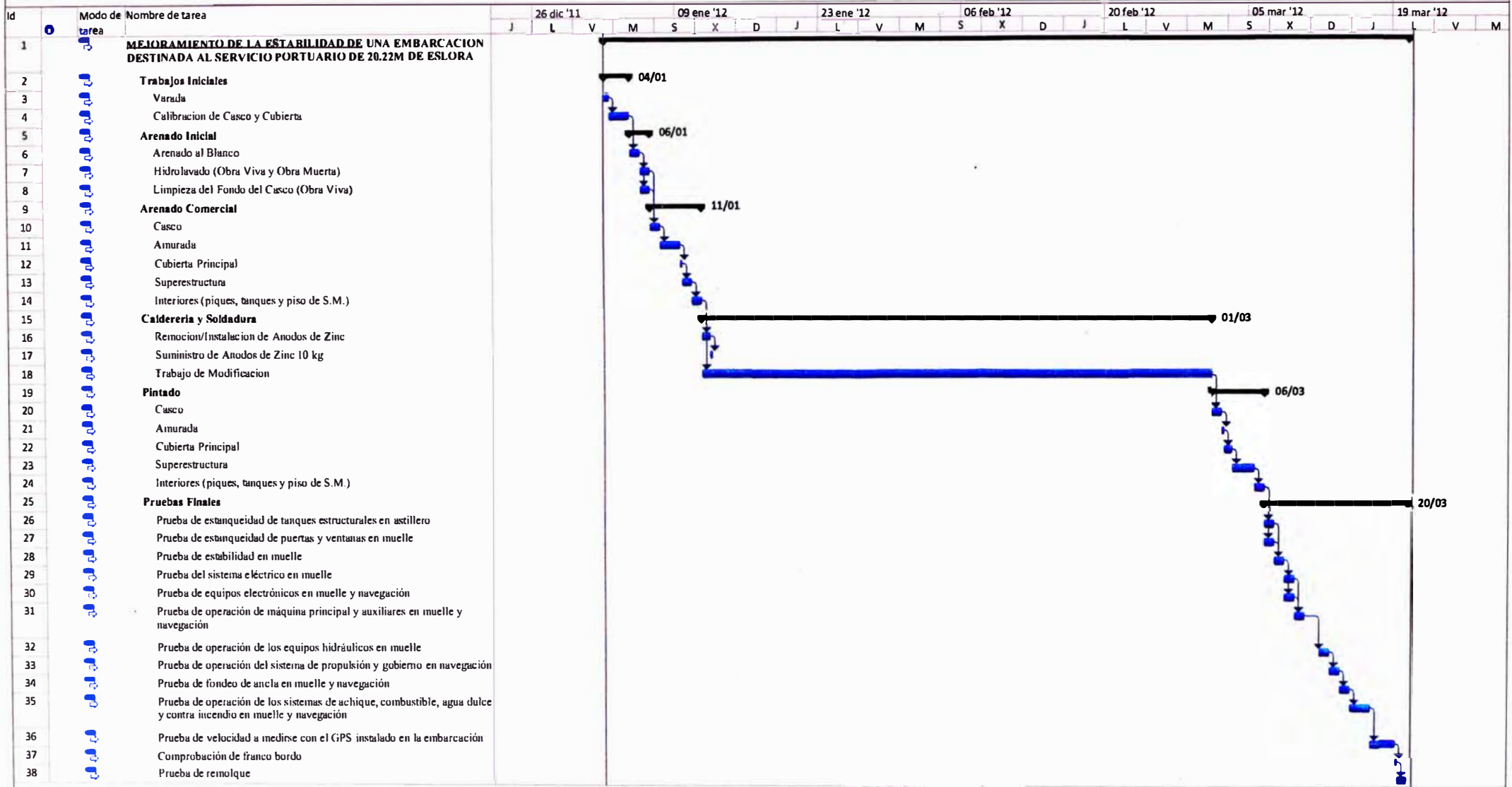
$$W = 1,67E + 13 \quad mm^3$$

Luego $W_{min} < W$

Por lo tanto cumple con las mínimas exigencias estructurales exigidos por la clasificadora.

6.2. Planeamiento y Tiempos

El planeamiento y tiempo de duración para la modificación de la embarcación está planteada según el siguiente cronograma:



Proyecto: Mejoramiento de la Est.
 Fecha: Jue 12/07/12

Tarea		Resumen del proyecto		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Fecha límite	
División		Tareas externas		Resumen inactivo		Resumen manual		Progreso	
Hito		Hito externo		Tarea manual		Sólo el comienzo			
Resumen		Tarea inactiva		Sólo duración		Sólo fin			

6.3. Preparación del buque en el Astillero para su Modificación

Se ubica la embarcación en su posición de diseño con trimado y escora cero, mediante los descansos posicionados en las cuadernas y mamparos.

Se procede a vaciar los tanques de combustible y de agua, así como también todos los consumibles sobrantes en la embarcación.

Se realiza una limpieza previa al casco mediante hidrolavado y se procede a retirar los ánodos de zinc.

6.4. Construcción

6.4.1. Trazado y secuencias de corte del buque

El maestro de obra realizará los cortes sobre la estructura de la embarcación de acuerdo a los planos de modificación. Los cortes para la ampliación de la manga se harán a ambas bandas sobre la cubierta y la estructura interna de la embarcación, siguiendo el orden tecnológico de la modificación.

Paso después, se apuntalarán de forma secuencial, mientras se desplaza transversalmente las partes seccionadas hasta alcanzar la medida deseada (200 mm a cada banda).

6.4.2. Trabajos de soldadura

Toda la embarcación será soldada según los estándares más altos de calidad contando con personal homologado y empleando equipos de

soldadura eléctrica al arco. Se emplearan electrodos CELLOCORD AP E 6011 y OVERCORD S E 6013, SUPERCITO E 7018 todos fabricados bajo normas AWS/ASME: A5.1-91.

6.5. Arenado y protección Catódica

Al término del proceso de modificación, se aplicará a la embarcación arenado comercial y posteriormente pintado en las diferentes ambientes de su estructura.

Acción seguida, se instalaran los ánodos de zinc para la protección del casco.

6.6. Lanzamiento y Pruebas Finales

Se procederá de acuerdo con el Armador o su representante y los inspectores de Dirección General de Capitanías y Guardacostas, a efectuar las respectivas pruebas en astillero, muelle y de mar y poder obtener la siguiente documentación:

- ◆ Prueba de estanqueidad de tanques estructurales en astillero.
- ◆ Prueba de estanqueidad de puertas y ventanas en muelle.
- ◆ Prueba de estabilidad en muelle.
- ◆ Prueba del sistema eléctrico en muelle.
- ◆ Prueba de equipos electrónicos en muelle y navegación.
- ◆ Prueba de operación de máquina principal y auxiliares en muelle y navegación.
- ◆ Prueba de operación de los equipos hidráulicos en muelle.
- ◆ Prueba de operación del sistema de propulsión y gobierno en navegación.
- ◆ Prueba de fondeo de ancla en muelle y navegación.

- ◆ Prueba de operación de los sistemas de achique, combustible, agua dulce y contra incendio en muelle y navegación.
- ◆ Prueba de velocidad a medirse con el GPS instalado en la embarcación.
- ◆ Comprobación de franco bordo.
- ◆ Prueba de remolque.

CAPITULO 7

COSTOS FINALES

7.1. Materiales

Los materiales que se emplearan en la modificación se detallan en el cuadro

7.1:

Cuadro 7.1 - Materiales

Descripción	Especificaciones	Cantidad (PI)
Elemento Estructural		
Baos, cuadernas y cartelas	PI ASTM-A131 6,4X1800X6000	4
Mamparos		
Mamparo Pique Proa	PI ASTM-A131 6,4X1800X6000	1
Mamparo Lazareto	PI ASTM-A131 6,4X1800X6000	
Mamparo S. Maquinas	PI ASTM-A131 6,4X1800X6000	
Mamparo Tanque	PI ASTM-A131 6,4X1800X6000	
Mamparo Sollado	PI ASTM-A131 6,4X1800X6000	
Mamparo Pique Proa	PI ASTM-A131 6,4X1800X6000	
Casco y Cubierta		
Casco Costado	PI ASTM-A131 6,4X1800X6000	5
Cub. Principal	PI ASTM-A131 6,4X1800X6000	
Casco Fondo	PI ASTM-A131 8X1800X6000	4
Fondo Proa	PI ASTM-A131 8X1800X6000	
Popa Espejo	PI ASTM-A131 8X1800X6000	

7.2. Costo de Servicios

Se contratará los servicios de un astillero, dichos servicios estan detallados y tienen un costo total según en los cuadros 7.2 – 7.14:

1. Trabajos iniciales

Cuadro 7.2 – Costo de Trabajos Iniciales

Servicio	Costo (Soles)
Varada/Desvarada	S/. 3.240,00
Estadía	S/. 19.440,00

2. Arenado y Pintado

Cuadro 7.3 – Costo de Arenado y Pintado

Servicio	Costo (Soles)
Arenado y Pintado	S/. 3.331,24
Arenado al Blanco + Pintado 01 Capa de Planchas Nuevas	S/. 3.331,24
Limpieza de Casco	S/. 1.469,25
Hidrolavado de Casco (Obra Viva y Obra Muerta)	S/. 891,61
Limpieza De fondo (Obra Viva)	S/. 577,64

3. Arenado Comercial

Cuadro 7.4 – Costo de Arenado Comercial

Servicio	Costo (Soles)
Arenado Comercial	S/. 14.672,86
Casco	S/. 3.711,33
Amurada	S/. 232,20
Cubierta Principal	S/. 2.084,70
Superestructura	S/. 2.417,04
Interiores (piques, tanques y piso sala de maquinas)	S/. 6.227,60

4. Pintado

Cuadro 7.5 – Costo de Pintado

Servicio	Costo (Soles)
Pintado	S/. 7.177,35
Casco	S/. 2.674,83
Amurada	S/. 89,64
Cubierta Principal	S/. 804,82
Superestructura	S/. 933,12
Interiores (piques, tanques y piso sala de maquinas)	S/. 2.674,94

5. Calderería y Soldadura

Cuadro 7.6 – Costo de Calderería y Soldadura

Servicio	Costo (Soles)
Calderería y Soldadura inicial	S/. 9.108,45
Remoción / Instalación de Ánodos de Zinc	S/. 1.773,90
Suministro de Ánodos de Zinc 10Kg	S/. 7.334,55
Calderería y Soldadura	S/. 50.562,65

6. Sistema de Tuberías

Cuadro 7.7 – Costo Trabajos de Tuberías

Servicio	Costo (Soles)
Sistema de Tuberías	S/. 5.454,00
Sistema de Achique y Lastre	S/. 2.160,00
Sistema Sanitario	S/. 1.026,00
Sistema de Hidrocarburos	S/. 945,00
Sistema de Petroleo	S/. 1.323,00

7. Trabajos de Propulsión

Cuadro 7.8 – Costo de Trabajos de Propulsión

Servicio	Costo (Soles)
Trabajos de Propulsión	S/. 9,396.00

8. Trabajos de Gobierno

Cuadro 7.9 – Costo de Trabajos de Gobierno

Servicio	Costo (Soles)
Trabajos de Gobierno	S/. 6.822,90

9. Trabajos Eléctricos

Cuadro 7.10 – Costo de Trabajos Eléctricos

Servicio	Costo (Soles)
Trabajos Eléctricos	S/. 5.670,00

10. Trabajos de Carpintería

Cuadro 7.11 – Costo de Trabajos de Carpintería

Servicio	Costo (Soles)
Trabajos de Carpintería	S/. 5.130,00

11. Pruebas Estanco Tanques

Cuadro 7.12 – Costo de Pruebas de Estanqueidad

Servicio	Costo (Soles)
Pruebas Estanco Tanques	S/. 6.048,00

12. Servicios Internos

Cuadro 7.13 – Costo de Servicios Internos

Servicio	Costo (Soles)
Servicios Internos	S/. 13.824,00
Seguridad Industrial	S/. 6.480,00
Limpieza de Patio	S/. 3.888,00
Servicio de Grua	S/. 3.456,00

13. Ingeniería y Diseño

Cuadro 7.14 – Costo de Ingeniería y Diseño

Servicio	Costo (Soles)
Ingeniería y Diseño	S/. 17.550,00

14. Gastos Administrativos

Cuadro 7.15 – Costos Administrativos

Gastos Administrativos	Costo (Soles)
	S/. 15.746,32
Certificado de Aprobación de Planos por Modificación	S/. 10.686,43
Licencia de Construcción	S/. 146,00
Certificado de Avance de Construcción del 50%	S/. 446,85
Certificado de Arqueo	S/. 732,47
Asignación de Francobordo	S/. 1.310,92
Certificado de Avance de Construcción del 100%	S/. 459,79
Prueba de Inclinación	S/. 613,36
Certificado de Matricula	S/. 547,50
Certificado de Seguridad	S/. 803,00

Cuadro 7.16 - Resumen

Descripción	Costo (Soles)
Varada/Desvarada	S/. 3.240,00
Estadía	S/. 19.440,00
Arenado y Pintado	S/. 3.331,24
Limpieza de Casco	S/. 1.469,25
Arenado Comercial	S/. 14.672,86
Pintado	S/. 7.177,35
Calderería y Soldadura inicial	S/. 9.108,45
Calderería y Soldadura	S/. 50.562,65
Sistema de Tuberías	S/. 5.454,00
Trabajos de Propulsión	S/. 9.396,00
Trabajos de Gobierno	S/. 6.822,90
Trabajos Eléctricos	S/. 5.670,00
Trabajos de Carpintería	S/. 5.130,00
Pruebas Estanco Tanques	S/. 6.048,00
Servicios Internos	S/. 13.824,00
Ingeniería y Diseño	S/. 17.550,00
Gastos Administrativos	S/. 15.746,32
Total	S/. 194.643,02

CONCLUSIONES

1. Con la ampliación de la manga en 400mm se obtiene una embarcación que cumple con las normas de estabilidad.

Es así que con la modificación llegan a cumplirse los criterios de estabilidad que con la embarcación original no llegaban a cumplirse, además se optimizan los criterios que ya cumplían para sus diferentes condiciones de operación.

	ESTATUS EXIGIDO	0,055-0,07 [m.rad]	>=0,03 [m.rad]	>=0,2 [m]	>=15 [deg]	>=0,15 [m]	<=16 [deg]	<=80 [%]	>=100 [%]	
EMBARCACION	CONDICION DE OPERACION	Area (0°- Ang. de GZ máx.)	Area (30°-40°)	GZ a 30°	Ang. de GZ máx.	GM t Inicial	Ang.Esc. Viento Cte.	Ang.Esc./ Ang.Inm	Area1/ Area2	
Original	100%Carga+	0,043	0,025	0,167	23,0	0,587	5,6	48,155	56,615	NO CUMPLE
	100%Consumible	No Cumple	No Cumple	No Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No Cumple	
	100%Carga+	0,032	0,017	0,127	24	0,389	10,3	69,499	17,508	
	10% Consumibles	No Cumple	No Cumple	No Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No Cumple	
	0%Carga+	0,057	0,032	0,203	27	0,54	7,8	51,123	63,443	
	100%Consumible	No Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No Cumple	
Modificado	0%Carga+	0,033	0,018	0,129	27	0,29	14,9	80,581	1,917	CUMPLE
	10% Consumibles	No Cumple	No Cumple	No Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No cumple	No Cumple	
	100%Carga+	0,068	0,041	0,253	24	0,901	1,8	17,692	374,764	
	100%Consumible	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	
	100%Carga+	0,063	0,037	0,237	25	0,727	2,6	20,561	358,871	
	10% Consumibles	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	
Modificado	0%Carga+	0,103	0,057	0,343	29	0,87	2,7	17,126	481,13	CUMPLE
	100%Consumible	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	
	0%Carga+	0,077	0,041	0,266	29	0,63	4,2	22,597	370,295	
Modificado	10% Consumibles	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	CUMPLE

2. En cuanto a la Estabilidad Estática se concluye:

- Para las condiciones de 100%Carga + 10%Consumibles y 0%Carga + 10% Consumibles la altura metacéntrica (GMt Inicial) aumenta en 0,338m y 0.340m respectivamente mejorando la Estabilidad de la embarcación.
- En la condición de máxima carga (100%Carga + 100%Consumibles) se genera un francobordo de 0.56m cumpliendo las normas de seguridad de la OMI. Esto implica que la modificación lleva a la embarcación a poder llevar

sobre cubierta popa cargas de hasta 5 toneladas, los cuales en comparación con la nave antes de la modificación, no era posible.

3. En cuanto a la Estabilidad Dinámica para el criterio de viento y balances intensos (criterio meteorológico) se obtiene:

- El ángulo de escora generado por el viento sobre la embarcación se reduce estableciendo una mejor condición para las diferentes operaciones de la tripulación.
- La relación $A1/A2$ sobrepasa el 100%, esto implica que la energía adrizante es mucho mayor que la energía escorante, es decir se obtiene una mayor reserva de estabilidad para todas las condiciones de operación.

4. El costo que implica la modificación asciende a **S/. 194.643,02** , por otro lado se estima que el costo por los servicios de la embarcacion en plena operación es de S/. 700,00 por hora y considerando que al mes la embarcacion trabaja 200 horas tenemos un ingreso mensual de S/. 140.000,00. En conclusión, los costos de modificación se han dirigido a utilizar los menores recursos posibles y esto da como resultado que en menos de 2 meses se estaría recuperando la inversión.

RECOMENDACIONES

1. El presente trabajo es el resultado de un análisis teórico aplicando conceptos de ingeniería naval, se recomienda efectuar una prueba de estabilidad de la embarcacion modificada para respaldar dichos cálculos.
2. Adicionalmente es necesario efectuar pruebas de mar para comprobar que las características de velocidad, maniobrabilidad y navegabilidad se mantienen constantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. NOZIGLIA, Nelson. “Teoría del Buque I”. Buenos Aires 1981.
2. Código Internacional de Estabilidad sin avería, 2008 (Código IS 2008), adoptado el 4 de diciembre de 2008 mediante Resolución MSC 267(85).
3. GRANDA VALENCIA, Antonio. “Modificación de un buque pesquero de cerco 287.4 ton. de desplazamiento para cumplir con las normas de estabilidad”. Tesis. Edición 2009.
4. American Bureau of Shipping. Hull Construction and Equipment. Edición mayo 2011.
5. Pluspetrol S.A. Evaluación para la ubicación de un Puerto en la costa sur del Perú. Estudio de prefactibilidad.

TERMINOS USADOS

- **Adrizado:** Situación en la que se encuentra un barco cuando su escora es cero, es decir, no estando escorado.
- **Arrastrero:** Buque de pesca que opera una red de arrate o una red en forma de bolsa a una velocidad que le permita capturar los peces.
- **Buque:** Flotador destinado a navegar por el agua y reúne las condiciones de flotabilidad, resistencia, estanqueidad, estabilidad y navegabilidad.
- **Calado:** Distancia vertical desde la línea base de trazado hasta la flotación.
- **Carena:** La obra viva del casco de un buque.
- **Cuaderna Maestra:** Se le da este nombre a la sección transversal por la parte más ancha del buque. Suele estar ubicada en el punto medio de la eslora entreperpendiculares.
- **Desplazamiento:** Es el peso de un buque, es decir, el peso del volumen de agua que desaloja.
- **DICAPI:** Dirección General de Capitanías y Guardacostas.
- **Escora:** Desviación o inclinación transversal que adopta un buque por efecto de la estiba de la carga, por la fuerza del viento o cualquier otra causa.
- **Eslora:** Es la longitud del buque medida en el plano diametral o longitudinal. Existe la eslora máxima y la eslora entre perpendiculares.
- **Francobordo:** Distancia entre la línea de carga asignada y la cubierta de francobordo.
- **Manga:** Es el ancho del buque medido en el plano de la cuaderna maestra.
- **Mar de viento:** Se designa como mar de viento al oleaje que resulta de la acción de un viento dado en una extensión marina sobre la cual sopla. Tal

extensión marina recibe el nombre de "zona generadora" El aspecto del mar de viento se caracteriza por la presencia de olas más bien agudas y de longitud de onda generalmente corta o moderada. La altura del oleaje es irregular.

- **OMI:** Organización Marítima Internacional.
- **Obra viva:** La parte del casco que va bajo el agua, o sea desde la línea de máxima carga hacia abajo.
- **Puntal:** Es la altura del buque medida sobre la perpendicular media, desde el borde inferior de la quilla hasta la cubierta principal.

ANEXOS

A. CAPACIDAD DE TANQUES

TANQUE DE COMBUSTIBLE LAZARETO BABOR

- **Contenido:** Combustible Diesel (Gravedad Especifica=0.84)
- **Condicion:** No inclinado, no escorado.

Nivel [m]	%	Capacidad [m ³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
1,966	100,0	4,934	1303,464	4,144	3,235	-1,656	2,274	0,000
1,918	98,0	4,835	1277,310	4,061	3,239	-1,654	2,258	0,000
1,900	96,8	4,775	1261,460	4,011	3,239	-1,652	2,248	1,197
1,800	90,1	4,446	1174,544	3,735	3,241	-1,643	2,195	1,157
1,700	83,5	4,121	1088,686	3,462	3,242	-1,635	2,142	1,117
1,600	77,0	3,800	1003,884	3,192	3,245	-1,625	2,089	1,078
1,500	70,6	3,482	919,875	2,925	3,247	-1,616	2,036	1,040
1,400	64,2	3,169	837,186	2,662	3,250	-1,606	1,983	1,003
1,300	57,9	2,859	755,291	2,402	3,254	-1,595	1,930	0,966
1,200	51,7	2,553	674,452	2,145	3,258	-1,584	1,877	0,931
1,100	45,6	2,251	594,669	1,891	3,263	-1,571	1,824	0,897
1,000	39,6	1,953	515,944	1,640	3,270	-1,557	1,771	0,863
0,900	33,6	1,658	438,010	1,393	3,279	-1,540	1,718	0,830
0,800	27,7	1,367	361,134	1,148	3,293	-1,519	1,665	0,798
0,700	21,9	1,080	285,314	0,907	3,312	-1,490	1,610	0,767
0,600	16,2	0,797	210,551	0,670	3,346	-1,446	1,553	0,737
0,500	10,6	0,521	137,638	0,438	3,408	-1,370	1,491	0,648
0,400	5,7	0,282	74,499	0,237	3,506	-1,256	1,421	0,463
0,300	2,4	0,117	30,909	0,098	3,626	-1,106	1,346	0,184
0,226	1,0	0,049	12,945	0,041	3,712	-0,992	1,290	0,058
0,200	0,7	0,034	8,982	0,028	3,741	-0,952	1,270	0,035
0,100	0,1	0,004	1,057	0,004	3,851	-0,802	1,195	0,002

TANQUE DE COMBUSTIBLE LAZARETO ESTRIBOR

➤ **Contenido:** Combustible Diesel (Gravedad Especifica=0.84)

➤ **Condicion:** No inclinado, no escorado.

Nivel [m]	%	Capacidad [m ³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
1,966	100,0	4,934	1303,464	4,144	3,235	1,656	2,274	0,000
1,918	98,0	4,835	1277,310	4,061	3,239	1,654	2,258	0,000
1,900	96,8	4,775	1261,460	4,011	3,239	1,652	2,248	1,197
1,800	90,1	4,446	1174,544	3,735	3,241	1,643	2,195	1,157
1,700	83,5	4,121	1088,686	3,462	3,242	1,635	2,142	1,117
1,600	77,0	3,800	1003,884	3,192	3,245	1,625	2,089	1,078
1,500	70,6	3,482	919,875	2,925	3,247	1,616	2,036	1,040
1,400	64,2	3,169	837,186	2,662	3,250	1,606	1,983	1,003
1,300	57,9	2,859	755,291	2,402	3,254	1,595	1,930	0,966
1,200	51,7	2,553	674,452	2,145	3,258	1,584	1,877	0,931
1,100	45,6	2,251	594,669	1,891	3,263	1,571	1,824	0,897
1,000	39,6	1,953	515,944	1,640	3,270	1,557	1,771	0,863
0,900	33,6	1,658	438,010	1,393	3,279	1,540	1,718	0,830
0,800	27,7	1,367	361,134	1,148	3,293	1,519	1,665	0,798
0,700	21,9	1,080	285,314	0,907	3,312	1,490	1,610	0,767
0,600	16,2	0,797	210,551	0,670	3,346	1,447	1,553	0,737
0,500	10,6	0,521	137,638	0,438	3,408	1,370	1,491	0,648
0,400	5,7	0,282	74,499	0,237	3,506	1,256	1,421	0,463
0,300	2,4	0,117	30,909	0,098	3,626	1,106	1,346	0,184
0,226	1,0	0,049	12,945	0,041	3,712	0,992	1,290	0,058
0,200	0,7	0,034	8,982	0,028	3,741	0,952	1,270	0,035
0,100	0,1	0,004	1,057	0,004	3,851	0,802	1,195	0,002

TANQUE DE AGUA DULCE COCINA/SOLLADO BABOR

➤ **Contenido:** Agua Dulce (Gravedad Especifica=1)

➤ **Condicion:** No inclinado, no escorado.

Nivel [m]	%	Capacidad [m ³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
2,740	100,0	5,164	1364,226	5,164	13,951	-1,654	2,038	0,000
2,740	98,0	5,061	1337,015	5,061	13,950	-1,649	2,014	0,000
2,600	87,9	4,542	1199,906	4,542	13,949	-1,622	1,894	1,276
2,400	78,7	4,064	1073,628	4,064	13,948	-1,597	1,780	1,159

2,200	69,7	3,601	951,312	3,601	13,947	-1,570	1,667	1,049
2,000	61,1	3,154	833,224	3,154	13,946	-1,543	1,555	0,944
1,800	52,7	2,722	719,098	2,722	13,944	-1,515	1,443	0,846
1,600	44,7	2,307	609,463	2,307	13,943	-1,484	1,332	0,754
1,400	36,9	1,908	504,055	1,908	13,940	-1,452	1,221	0,668
1,200	29,5	1,525	402,875	1,525	13,938	-1,415	1,111	0,588
1,000	22,4	1,159	306,185	1,159	13,934	-1,370	1,000	0,514
0,800	15,7	0,809	213,722	0,809	13,927	-1,308	0,888	0,446
0,600	9,2	0,477	126,014	0,477	13,914	-1,195	0,768	0,372
0,400	3,9	0,204	53,893	0,204	13,898	-1,003	0,635	0,129
0,213	1,0	0,051	13,473	0,051	13,860	-0,821	0,510	0,019
0,200	0,9	0,044	11,624	0,044	13,854	-0,809	0,501	0,015

TANQUE DE AGUA DULCE COCINA/SOLLADO ESTRIBOR

- **Contenido:** Agua Dulce (Gravedad Especifica=1)
- **Condicion:** No inclinado, no escorado.

Nivel [m]	%	Capacidad [m ³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
2,740	100,0	5,164	1364,226	5,164	13,951	1,654	2,038	0,000
2,740	98,0	5,061	1337,015	5,061	13,950	1,649	2,014	0,000
2,600	87,9	4,542	1199,906	4,542	13,949	1,622	1,894	1,276
2,400	78,7	4,064	1073,628	4,064	13,948	1,597	1,780	1,159
2,200	69,7	3,601	951,312	3,601	13,947	1,570	1,667	1,049
2,000	61,1	3,154	833,224	3,154	13,946	1,543	1,555	0,944
1,800	52,7	2,722	719,098	2,722	13,944	1,515	1,443	0,846
1,600	44,7	2,307	609,463	2,307	13,943	1,484	1,332	0,754
1,400	36,9	1,908	504,055	1,908	13,940	1,452	1,221	0,668
1,200	29,5	1,525	402,875	1,525	13,938	1,415	1,111	0,588
1,000	22,4	1,159	306,185	1,159	13,934	1,370	1,000	0,514
0,800	15,7	0,809	213,722	0,809	13,927	1,308	0,888	0,446
0,600	9,2	0,477	126,014	0,477	13,914	1,195	0,768	0,372
0,400	3,9	0,204	53,893	0,204	13,898	1,003	0,635	0,129
0,213	1,0	0,051	13,473	0,051	13,860	0,821	0,510	0,019
0,200	0,9	0,044	11,624	0,044	13,854	0,809	0,501	0,015

TANQUE DE COMBUSTIBLE BABOR

- **Contenido:** Combustible Diesel (Gravedad Especifica=0.84)
- **Condicion:** No inclinado, no escorado.

Nivel [m]	%	Capacidad [m ³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
2,252	100,0	5,209	1376,114	4,376	5,005	-2,102	2,139	0,000
2,200	98,0	5,104	1348,375	4,288	5,009	-2,100	2,121	0,000
2,200	98,0	5,103	1348,111	4,287	5,009	-2,100	2,121	0,000
2,100	91,9	4,785	1264,101	4,019	5,011	-2,093	2,066	0,589
2,000	85,8	4,471	1181,149	3,756	5,014	-2,085	2,011	0,563
1,900	79,9	4,163	1099,781	3,497	5,017	-2,077	1,956	0,537
1,800	74,1	3,859	1019,471	3,241	5,020	-2,070	1,901	0,511
1,700	68,3	3,560	940,481	2,990	5,023	-2,062	1,847	0,487
1,600	62,7	3,266	862,812	2,743	5,027	-2,054	1,792	0,463
1,500	57,1	2,977	786,464	2,501	5,032	-2,046	1,738	0,441
1,400	51,7	2,693	711,437	2,262	5,037	-2,037	1,684	0,419
1,300	46,3	2,414	637,731	2,027	5,044	-2,028	1,630	0,397
1,200	41,1	2,139	565,081	1,797	5,052	-2,019	1,576	0,377
1,100	35,9	1,870	494,017	1,571	5,062	-2,009	1,522	0,357
1,000	30,8	1,605	424,009	1,348	5,076	-1,998	1,468	0,338
0,900	25,8	1,345	355,322	1,130	5,094	-1,985	1,414	0,319
0,800	20,9	1,091	288,220	0,916	5,120	-1,970	1,359	0,302
0,700	16,1	0,841	222,175	0,706	5,161	-1,949	1,302	0,285
0,600	11,4	0,596	157,451	0,501	5,233	-1,918	1,241	0,262
0,500	7,1	0,372	98,275	0,312	5,350	-1,874	1,174	0,217
0,400	3,7	0,195	51,515	0,164	5,491	-1,813	1,103	0,147
0,300	1,5	0,079	20,870	0,067	5,619	-1,714	1,029	0,061
0,263	1,0	0,052	13,737	0,044	5,664	-1,672	1,001	0,035
0,200	0,4	0,022	5,812	0,018	5,738	-1,603	0,953	0,011
0,100	0,0	0,002	0,528	0,002	5,855	-1,495	0,878	0,001

TANQUE DE COMBUSTIBLE ESTRIBOR

- **Contenido:** Combustible diesel (Gravedad Especifica=0.84)
- **Condicion:** No inclinado, no escorado.

Nivel [m]	%	Capacidad [m ³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
2,252	100,0	5,209	1376,114	4,376	5,005	2,102	2,139	0,000

2,200	98,0	5,104	1348,375	4,288	5,009	2,100	2,121	0,000
2,200	98,0	5,103	1348,111	4,287	5,009	2,100	2,121	0,000
2,100	91,9	4,785	1264,101	4,019	5,011	2,093	2,066	0,589
2,000	85,8	4,471	1181,149	3,756	5,014	2,085	2,011	0,563
1,900	79,9	4,163	1099,781	3,497	5,017	2,077	1,956	0,537
1,800	74,1	3,859	1019,471	3,241	5,020	2,070	1,901	0,511
1,700	68,3	3,560	940,481	2,990	5,023	2,062	1,847	0,487
1,600	62,7	3,266	862,812	2,743	5,027	2,054	1,792	0,463
1,500	57,1	2,977	786,464	2,501	5,032	2,046	1,738	0,441
1,400	51,7	2,693	711,437	2,262	5,037	2,037	1,684	0,419
1,300	46,3	2,414	637,731	2,027	5,044	2,028	1,630	0,397
1,200	41,1	2,139	565,081	1,797	5,052	2,019	1,576	0,377
1,100	35,9	1,870	494,017	1,571	5,062	2,009	1,522	0,357
1,000	30,8	1,605	424,009	1,348	5,076	1,998	1,468	0,338
0,900	25,8	1,345	355,322	1,130	5,094	1,985	1,414	0,319
0,800	20,9	1,091	288,220	0,916	5,120	1,970	1,359	0,302
0,700	16,1	0,841	222,175	0,706	5,161	1,949	1,302	0,285
0,600	11,4	0,596	157,451	0,501	5,233	1,918	1,241	0,262
0,500	7,1	0,372	98,275	0,312	5,350	1,874	1,174	0,217
0,400	3,7	0,195	51,515	0,164	5,491	1,813	1,103	0,147
0,300	1,5	0,079	20,870	0,067	5,619	1,714	1,029	0,061
0,263	1,0	0,052	13,737	0,044	5,664	1,672	1,001	0,035
0,200	0,4	0,022	5,812	0,018	5,738	1,603	0,953	0,011
0,100	0,0	0,002	0,528	0,002	5,855	1,495	0,878	0,001

TANQUE DIARIO BABOR

- **Contenido:** Combustible diesel (Gravedad Especifica=0.84)
- **Condicion:** No inclinado, no escorado.

Nivel [m]	%	Capacidad [m ³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
1,320	100,0	0,975	257,576	0,819	4,469	-1,143	2,066	0,000
1,320	98,0	0,955	252,292	0,802	4,470	-1,143	2,046	0,000
1,300	60,9	0,594	156,923	0,499	4,476	-1,142	1,684	0,009
1,200	55,8	0,544	143,714	0,457	4,477	-1,141	1,634	0,009
1,100	50,7	0,494	130,505	0,415	4,479	-1,141	1,584	0,009
1,000	45,5	0,444	117,296	0,373	4,481	-1,140	1,533	0,009
0,900	40,4	0,394	104,087	0,331	4,484	-1,140	1,483	0,009
0,800	35,3	0,344	90,878	0,289	4,487	-1,139	1,432	0,009
0,700	30,1	0,294	77,669	0,247	4,492	-1,138	1,382	0,009

0,600	25,0	0,244	64,460	0,205	4,499	-1,137	1,331	0,009
0,500	19,9	0,194	51,251	0,163	4,509	-1,135	1,280	0,009
0,400	14,8	0,144	38,042	0,121	4,525	-1,131	1,227	0,009
0,300	9,6	0,094	24,833	0,079	4,560	-1,123	1,173	0,009
0,200	4,7	0,045	11,888	0,038	4,654	-1,105	1,110	0,008
0,100	1,3	0,012	3,170	0,010	4,789	-1,068	1,041	0,004
0,088	1,0	0,010	2,642	0,008	4,804	-1,059	1,032	0,003

TANQUE DIARIO ESTRIBOR

- **Contenido:** Combustible diesel (Gravedad Especifica=0.84)
- **Condicion:** No inclinado, no escorado.

Nivel [m]	%	Capacidad [m ³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
1,320	100,0	0,975	257,576	0,819	4,469	1,143	2,066	0,000
1,320	98,0	0,955	252,292	0,802	4,470	1,143	2,046	0,000
1,300	60,9	0,594	156,923	0,499	4,476	1,142	1,684	0,009
1,200	55,8	0,544	143,714	0,457	4,477	1,141	1,634	0,009
1,100	50,7	0,494	130,505	0,415	4,479	1,141	1,584	0,009
1,000	45,5	0,444	117,296	0,373	4,481	1,140	1,533	0,009
0,900	40,4	0,394	104,087	0,331	4,484	1,140	1,483	0,009
0,800	35,3	0,344	90,878	0,289	4,487	1,139	1,432	0,009
0,700	30,1	0,294	77,669	0,247	4,492	1,138	1,382	0,009
0,600	25,0	0,244	64,460	0,205	4,499	1,137	1,331	0,009
0,500	19,9	0,194	51,251	0,163	4,509	1,135	1,280	0,009
0,400	14,8	0,144	38,042	0,121	4,525	1,131	1,227	0,009
0,300	9,6	0,094	24,833	0,079	4,560	1,123	1,173	0,009
0,200	4,7	0,045	11,888	0,038	4,654	1,105	1,110	0,008
0,100	1,3	0,012	3,170	0,010	4,789	1,068	1,041	0,004
0,088	1,0	0,010	2,642	0,008	4,804	1,059	1,032	0,003

TANQUE DE ACEITE HIDRAULICO POPA

- **Contenido:** Aceite hidraulico (Gravedad Especifica=0.875)
- **Condicion:** No inclinado, no escorado.

Nivel [m]	%	Capacidad [m³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
0,500	100,0	0,132	34,872	0,115	4,135	-0,462	2,774	0,000
0,500	98,0	0,129	34,079	0,113	4,135	-0,462	2,769	0,000
0,480	87,5	0,115	30,381	0,101	4,135	-0,462	2,740	0,009
0,460	83,9	0,110	29,060	0,097	4,135	-0,462	2,730	0,009
0,440	80,2	0,106	28,003	0,092	4,135	-0,462	2,720	0,009
0,420	76,6	0,101	26,682	0,088	4,135	-0,462	2,710	0,009
0,400	72,9	0,096	25,361	0,084	4,135	-0,462	2,700	0,009
0,380	69,3	0,091	24,040	0,080	4,135	-0,462	2,690	0,009
0,360	65,6	0,086	22,719	0,076	4,135	-0,462	2,680	0,009
0,340	62,0	0,082	21,663	0,071	4,135	-0,462	2,670	0,009
0,320	58,4	0,077	20,342	0,067	4,135	-0,462	2,660	0,009
0,300	54,7	0,072	19,021	0,063	4,135	-0,462	2,650	0,009
0,280	51,1	0,067	17,700	0,059	4,135	-0,462	2,640	0,009
0,260	47,4	0,062	16,379	0,055	4,135	-0,462	2,630	0,009
0,240	43,8	0,058	15,322	0,050	4,135	-0,462	2,620	0,009
0,220	40,1	0,053	14,002	0,046	4,135	-0,462	2,610	0,009
0,200	36,5	0,048	12,681	0,042	4,135	-0,462	2,600	0,009
0,180	32,8	0,043	11,360	0,038	4,135	-0,462	2,590	0,009
0,160	29,2	0,038	10,039	0,034	4,135	-0,462	2,580	0,009
0,140	25,5	0,034	8,982	0,029	4,135	-0,462	2,570	0,009
0,120	21,9	0,029	7,661	0,025	4,135	-0,462	2,560	0,009
0,100	18,2	0,024	6,340	0,021	4,135	-0,462	2,550	0,009
0,080	14,6	0,019	5,019	0,017	4,135	-0,462	2,540	0,009
0,060	10,9	0,014	3,699	0,013	4,135	-0,462	2,530	0,009
0,040	7,3	0,010	2,642	0,008	4,135	-0,462	2,520	0,009
0,020	3,6	0,005	1,321	0,004	4,135	-0,462	2,510	0,009
0,006	1,0	0,001	0,264	0,001	4,135	-0,462	2,503	0,009

TANQUE DE ACEITE HIDRAULICO PROA

➤ **Contenido:** Aceite hidraulico (Gravedad Especifica=0.875)

➤ **Condicion:** No inclinado, no escorado.

Nivel [m]	%	Capacidad [m³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
2,000	100,0	3,043	803,900	2,662	7,826	1,955	1,276	0,000
1,981	100,0	3,043	803,900	2,662	7,826	1,955	1,276	0,000
1,935	98,0	2,982	787,785	2,609	7,823	1,947	1,256	0,000
1,900	96,5	2,935	775,368	2,569	7,821	1,940	1,242	0,177
1,800	92,2	2,805	741,025	2,454	7,814	1,922	1,201	0,167
1,700	88,0	2,677	707,210	2,342	7,807	1,902	1,162	0,158
1,600	83,8	2,551	673,923	2,232	7,800	1,881	1,124	0,150
1,500	79,8	2,428	641,429	2,124	7,791	1,859	1,089	0,141
1,400	75,8	2,307	609,463	2,018	7,782	1,836	1,056	0,133
1,300	71,9	2,188	578,026	1,915	7,773	1,812	1,025	0,126
1,200	68,1	2,072	547,381	1,813	7,762	1,786	0,998	0,118
1,100	64,4	1,958	517,264	1,713	7,750	1,758	0,973	0,111
1,000	56,4	1,717	453,597	1,502	7,752	1,736	0,925	0,682
0,900	47,6	1,448	382,533	1,267	7,759	1,711	0,871	0,656
0,800	38,9	1,183	312,525	1,035	7,769	1,678	0,815	0,630
0,700	30,3	0,921	243,310	0,806	7,785	1,631	0,757	0,605
0,600	21,9	0,666	175,944	0,582	7,810	1,556	0,694	0,533
0,500	14,3	0,435	114,918	0,380	7,839	1,451	0,627	0,364
0,400	8,2	0,251	66,309	0,219	7,877	1,337	0,558	0,168
0,300	3,9	0,120	31,702	0,105	7,941	1,227	0,487	0,061
0,200	1,3	0,041	10,831	0,036	8,038	1,126	0,414	0,014
0,179	1,0	0,030	7,925	0,026	8,065	1,106	0,398	0,010
0,100	0,2	0,007	1,849	0,006	8,190	1,037	0,340	0,001

TANQUE DE AGUA DULCE COCINA/COMEDOR BABOR

- **Contenido:** Agua Dulce (Gravedad Especifica=1)
- **Condicion:** No inclinado, no escorado.

Nivel [m]	%	Capacidad [m ³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
0,970	100,0	4,529	1196,471	4,529	11,383	-1,092	0,650	0,000
0,958	98,0	4,438	1172,431	4,438	11,382	-1,087	0,644	0,000
0,950	96,6	4,374	1155,523	4,374	11,381	-1,083	0,639	4,740
0,900	88,0	3,984	1052,493	3,984	11,375	-1,059	0,611	4,665
0,850	79,4	3,595	949,727	3,595	11,368	-1,030	0,583	4,591
0,800	70,9	3,209	847,754	3,209	11,360	-0,996	0,553	4,518
0,750	62,4	2,825	746,309	2,825	11,349	-0,954	0,523	4,420
0,700	54,0	2,446	646,184	2,446	11,337	-0,902	0,492	4,239
0,650	45,8	2,076	548,438	2,076	11,325	-0,837	0,459	3,915
0,600	38,2	1,728	456,503	1,728	11,314	-0,765	0,426	3,050
0,550	31,2	1,412	373,022	1,412	11,300	-0,692	0,392	2,264
0,500	24,9	1,128	297,995	1,128	11,283	-0,620	0,358	1,629
0,450	19,3	0,876	231,422	0,876	11,261	-0,548	0,324	1,127
0,400	14,5	0,656	173,302	0,656	11,232	-0,476	0,290	0,741
0,350	10,3	0,469	123,900	0,469	11,193	-0,405	0,256	0,457
0,300	6,9	0,313	82,688	0,313	11,138	-0,334	0,222	0,259
0,250	4,2	0,191	50,458	0,191	11,056	-0,265	0,186	0,130
0,200	2,2	0,100	26,418	0,100	10,926	-0,200	0,150	0,055
0,154	1,0	0,045	11,888	0,045	10,746	-0,143	0,115	0,019
0,150	0,9	0,042	11,096	0,042	10,730	-0,139	0,112	0,017
0,100	0,3	0,013	3,434	0,013	10,509	-0,084	0,073	0,003
0,050	0,0	0,002	0,528	0,002	10,292	-0,049	0,034	0,000

TANQUE DE AGUA DULCE COCINA/COMEDOR ESTRIBOR

- **Contenido:** Agua Dulce (Gravedad Especifica=1)
- **Condicion:** No inclinado, no escorado.

Nivel [m]	%	Capacidad [m ³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
0,970	100,0	4,529	1196,471	4,529	11,383	1,092	0,650	0,000
0,958	98,0	4,438	1172,431	4,438	11,382	1,087	0,644	0,000
0,950	96,6	4,374	1155,523	4,374	11,381	1,083	0,639	4,740
0,900	88,0	3,984	1052,493	3,984	11,375	1,059	0,611	4,665

0,850	79,4	3,595	949,727	3,595	11,368	1,030	0,583	4,591
0,800	70,9	3,209	847,754	3,209	11,360	0,996	0,553	4,518
0,750	62,4	2,825	746,309	2,825	11,349	0,954	0,523	4,420
0,700	54,0	2,446	646,184	2,446	11,337	0,902	0,492	4,239
0,650	45,9	2,076	548,438	2,076	11,325	0,837	0,459	3,915
0,600	38,2	1,728	456,503	1,728	11,314	0,765	0,426	3,050
0,550	31,2	1,412	373,022	1,412	11,300	0,692	0,392	2,265
0,500	24,9	1,128	297,995	1,128	11,283	0,620	0,358	1,630
0,450	19,3	0,876	231,422	0,876	11,261	0,548	0,324	1,127
0,400	14,5	0,656	173,302	0,656	11,232	0,476	0,290	0,742
0,350	10,3	0,469	123,900	0,469	11,194	0,405	0,256	0,457
0,300	6,9	0,313	82,688	0,313	11,138	0,334	0,222	0,259
0,250	4,2	0,191	50,458	0,191	11,056	0,265	0,186	0,130
0,200	2,2	0,100	26,418	0,100	10,926	0,200	0,150	0,055
0,154	1,0	0,045	11,888	0,045	10,746	0,143	0,115	0,019
0,150	0,9	0,042	11,096	0,042	10,730	0,139	0,112	0,017
0,100	0,3	0,013	3,434	0,013	10,509	0,084	0,073	0,003
0,050	0,0	0,002	0,528	0,002	10,292	0,049	0,034	0,000

TANQUE DE AGUAS SERVIDAS

- **Contenido:** Aguas Sucias (Gravedad Especifica=0.913)
- **Condicion:** No inclinado, no escorado.

Nivel [m]	%	Capacidad [m ³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
0,645	100,0	0,274	72,385	0,250	9,217	-1,825	0,718	0,000
0,635	98,0	0,268	70,800	0,245	9,217	-1,824	0,713	0,000
0,625	96,0	0,263	69,479	0,240	9,217	-1,823	0,708	0,060
0,600	90,8	0,249	65,781	0,227	9,217	-1,819	0,695	0,060
0,575	85,7	0,235	62,082	0,214	9,217	-1,815	0,682	0,060
0,550	80,6	0,221	58,384	0,202	9,217	-1,811	0,669	0,060
0,525	75,5	0,207	54,685	0,189	9,217	-1,806	0,656	0,060
0,500	70,3	0,193	50,987	0,176	9,218	-1,800	0,643	0,060
0,475	65,2	0,179	47,288	0,163	9,218	-1,793	0,630	0,060
0,450	60,1	0,165	43,590	0,150	9,218	-1,785	0,616	0,060
0,425	55,0	0,151	39,891	0,138	9,218	-1,776	0,602	0,060
0,400	49,8	0,137	36,193	0,125	9,219	-1,765	0,588	0,060
0,375	44,7	0,123	32,494	0,112	9,219	-1,751	0,574	0,060
0,350	39,6	0,108	28,531	0,099	9,220	-1,734	0,559	0,060
0,325	34,5	0,094	24,833	0,086	9,220	-1,711	0,544	0,060

0,300	29,4	0,080	21,134	0,073	9,221	-1,682	0,528	0,055
0,275	24,6	0,067	17,700	0,061	9,222	-1,649	0,511	0,043
0,250	20,2	0,055	14,530	0,051	9,222	-1,617	0,494	0,032
0,225	16,3	0,045	11,888	0,041	9,223	-1,584	0,478	0,023
0,200	12,7	0,035	9,246	0,032	9,223	-1,552	0,461	0,016
0,175	9,7	0,026	6,869	0,024	9,224	-1,519	0,444	0,011
0,150	7,0	0,019	5,019	0,018	9,226	-1,487	0,428	0,007
0,125	4,8	0,013	3,434	0,012	9,228	-1,454	0,411	0,004
0,100	3,0	0,008	2,113	0,007	9,230	-1,422	0,394	0,002
0,075	1,6	0,004	1,057	0,004	9,235	-1,390	0,378	0,001
0,061	1,0	0,003	0,793	0,002	9,240	-1,371	0,368	0,000
0,050	0,6	0,002	0,528	0,002	9,246	-1,357	0,361	0,000
0,025	0,1	0,000	0,000	0,000	9,282	-1,326	0,344	0,000

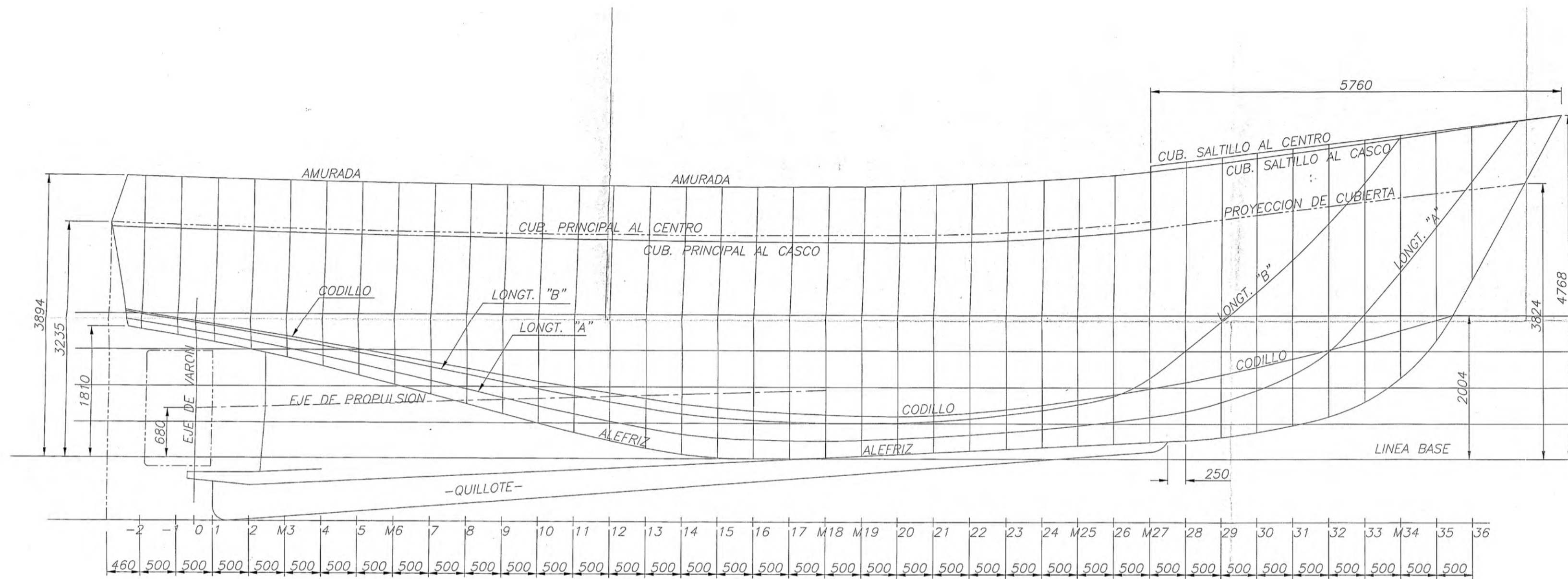
TANQUE DE LASTRE

- **Contenido:** Aguas de Mar (Gravedad Especifica=1.0252)
- **Condicion:** No inclinado, no escorado.

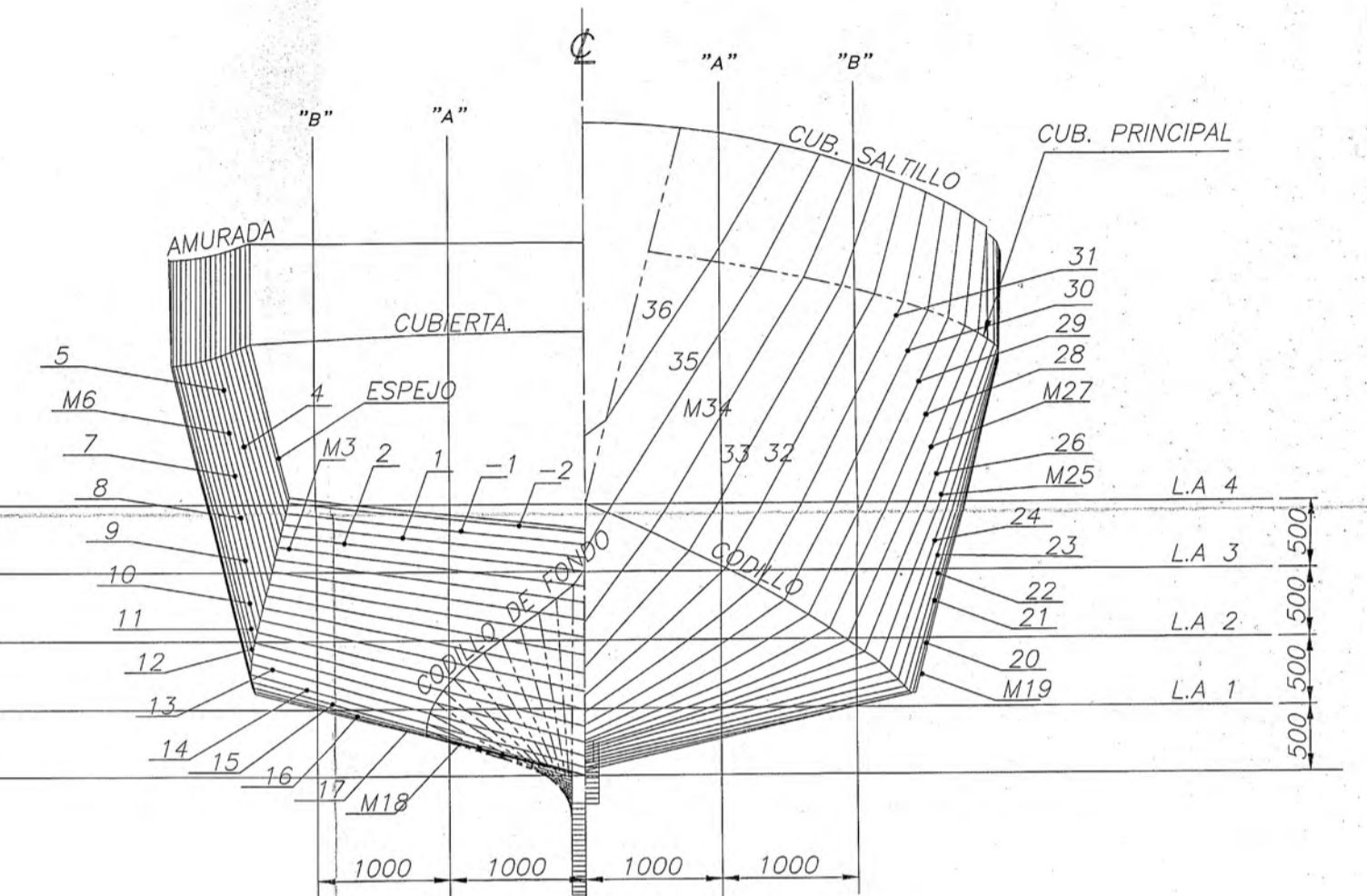
Nivel [m]	%	Capacidad [m ³]	Capacidad [gal]	Capacidad [ton]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]	FSM [ton.m]
1,457	100,0	6,058	1600,402	6,211	15,690	0,000	1,072	0,000
1,400	99,5	6,029	1592,741	6,181	15,683	0,000	1,069	0,000
1,344	98,0	5,936	1568,172	6,086	15,661	0,000	1,061	0,000
1,300	95,9	5,808	1534,357	5,955	15,636	0,000	1,052	2,143
1,200	87,8	5,321	1405,702	5,455	15,567	0,000	1,017	5,698
1,100	74,8	4,530	1196,735	4,644	15,515	0,000	0,962	9,691
1,000	60,4	3,657	966,106	3,749	15,483	0,000	0,896	8,329
0,900	47,2	2,857	754,762	2,929	15,448	0,000	0,829	6,676
0,800	35,5	2,149	567,723	2,204	15,409	0,000	0,760	4,625
0,700	25,5	1,548	408,951	1,587	15,361	0,000	0,691	2,920
0,600	17,4	1,052	277,917	1,078	15,301	0,000	0,622	1,735
0,500	10,9	0,658	173,830	0,675	15,229	0,000	0,553	0,940
0,400	6,0	0,364	96,162	0,373	15,143	0,000	0,483	0,436
0,300	2,7	0,163	43,061	0,167	15,038	0,000	0,413	0,153
0,216	1,0	0,060	15,851	0,062	14,926	0,000	0,353	0,041
0,200	0,8	0,047	12,416	0,049	14,901	0,000	0,342	0,030
0,100	0,1	0,004	1,057	0,004	14,682	0,000	0,267	0,001

B. RELACION DE PLANOS

- Plano N° 1: Líneas de Forma (Original)
- Plano N° 2: Curvas Hidrostáticas (Original)
- Plano N° 3: Curvas Cruzadas (Original)
- Plano N° 4: Disposición General (Original)
- Plano N° 5: Estructura General (Original)
- Plano N° 6: Líneas de Forma (Modificado)
- Plano N° 7: Curvas Hidrostáticas (Modificado)
- Plano N° 8: Curvas Cruzadas (Modificado)
- Plano N° 9: Disposición General (Modificado)
- Plano N° 10: Estructura General (Modificado)



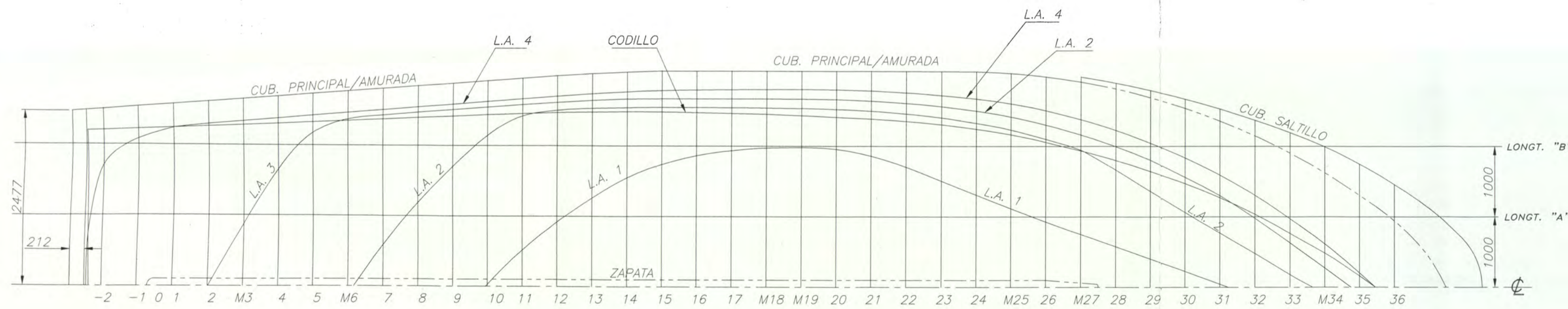
ELEVACION LONGITUDINAL.



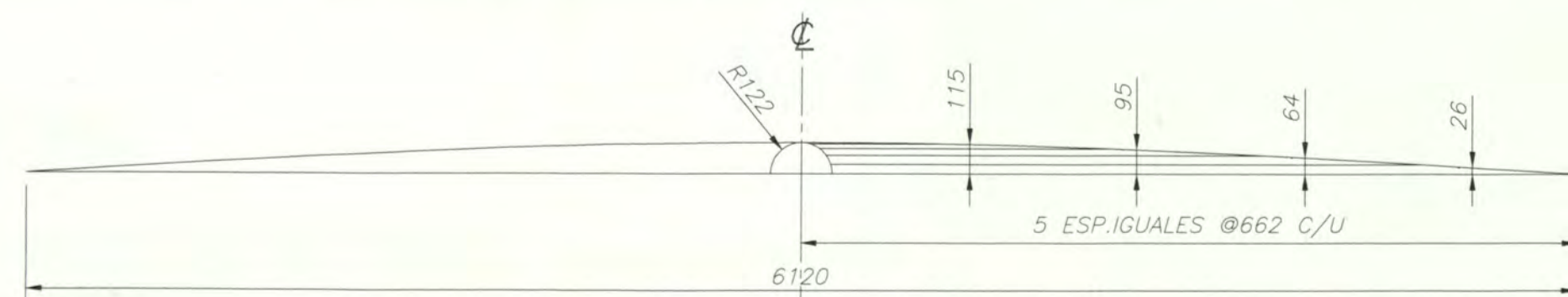
VISTA TRANSVERSAL

CARACTERISTICAS GENERALES

ESLORA TOTAL	: 20.22 m
MANGA	: 6.12 m.
PUNTA	: 3.00 m.



VISTA EN PLANTA



CURVA DE BAO

Esc. 1:25



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA NAVAL

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD
DE UNA EMBARCACION DESTINADA AL SERVICIO
PORTUARIO DE 20.22m DE ESLORA

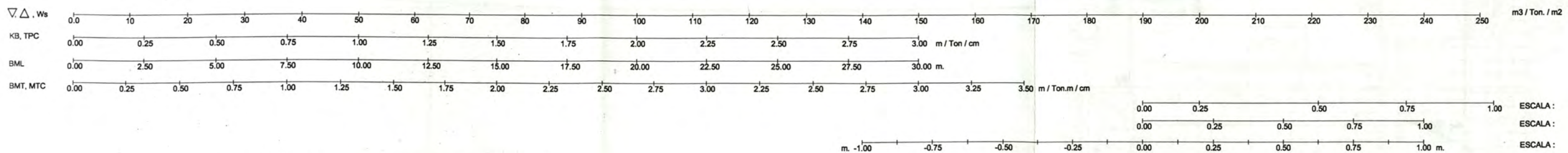
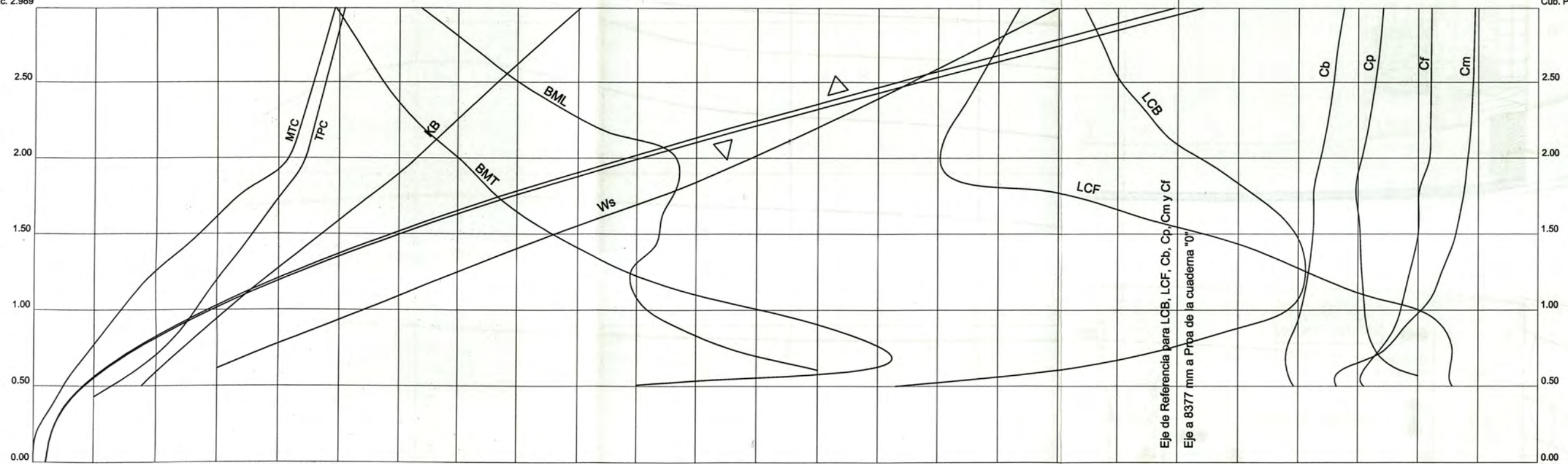
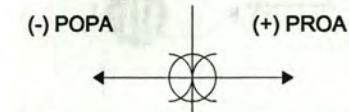
Escala
1:50
Plano N° :
1

TITULO DEL PLANO :
LINEAS DE FORMA
(Original)

Cub. Princ. 2.989

Cub. Princ. 2.989

CALADO, en metros (1cm. = 0.20 m.)



DESCRIPCION

- ▽ : Volumen de Carena (c/apéndices)
- △ : Desplazamiento (c/apéndices)
- KB : Ordenada del Centro de Carena
- BMT : Radio Metacentrico Transversal
- BML : Radio Metacentrico Longitudinal
- TPC : Toneladas por centimetro de inmersión
- MTC : Momento para cambiar el Trim un cm

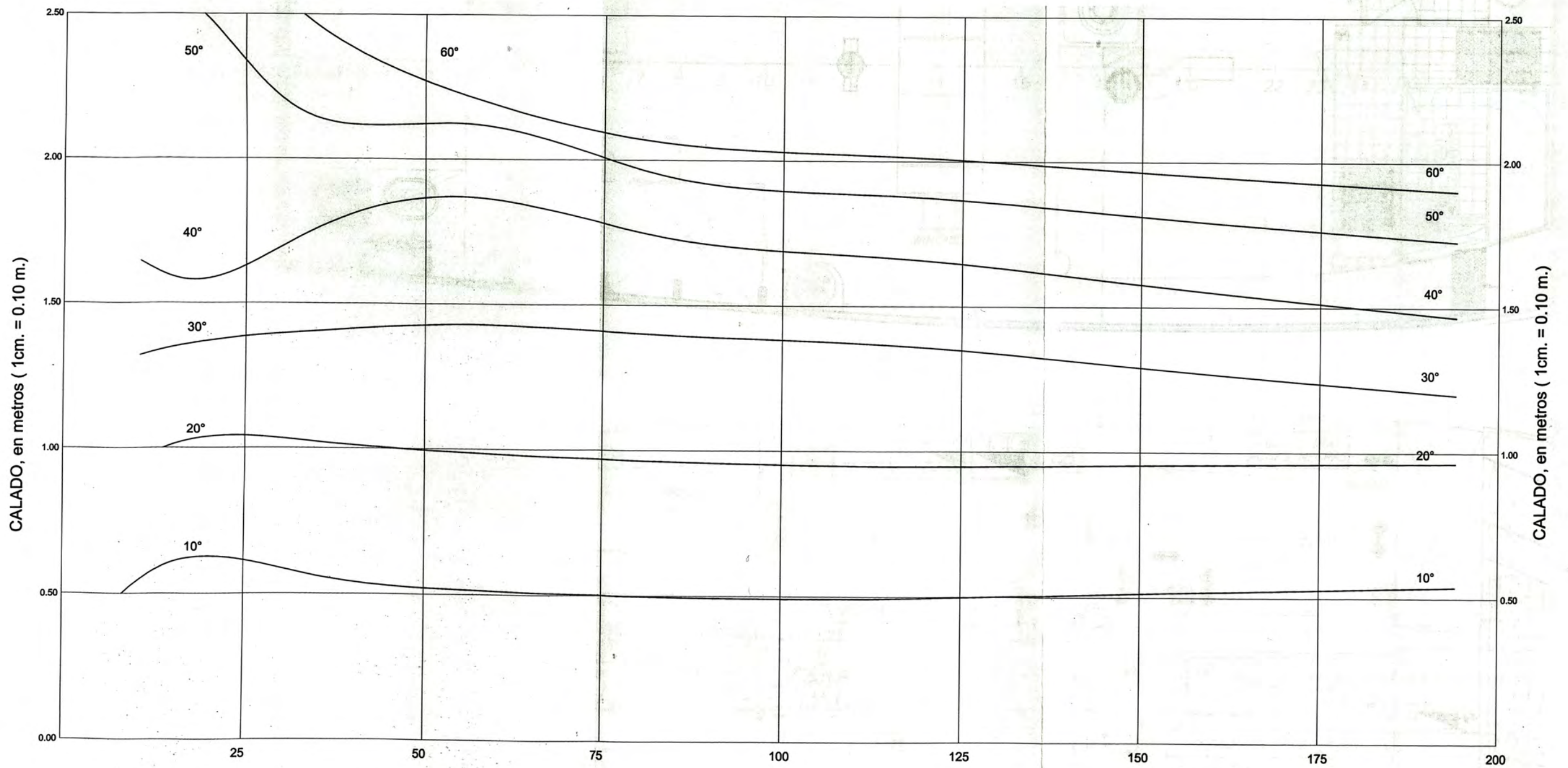
- LCB : Abscisa del Centro de Carena a la Seccion media
- LCF : Abscisa del Centro de Flotacion a la seccion media
- Ws : Superficie Mojada
- Cb : Coeficiente de Bloque
- Cp : Coeficiente Prismático
- Cm : Coeficiente de la Seccion Maestra
- Cf : Coeficiente de Flotacion

- DIMENSIONES PRINCIPALES**
- ESLORA TOTAL : 20.22 m.
 - MANGA : 06.12 m.
 - PUNTAL : 03.00 m.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA NAVAL	
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DE UNA EMBARCACION DESTINADA AL SERVICIO PORTUARIO DE 20.22m DE ESLORA	
Escala: Indicada Plano N° : 2	TITULO DEL PLANO : CURVAS HIDROSTATICAS (Original)

Referencia : Ver Plano Linea de Formas



DIMENSIONES PRINCIPALES

ESLORA TOTAL : 20.22 m.
 MANGA : 06.12 m.
 PUNTAL : 03.00 m.



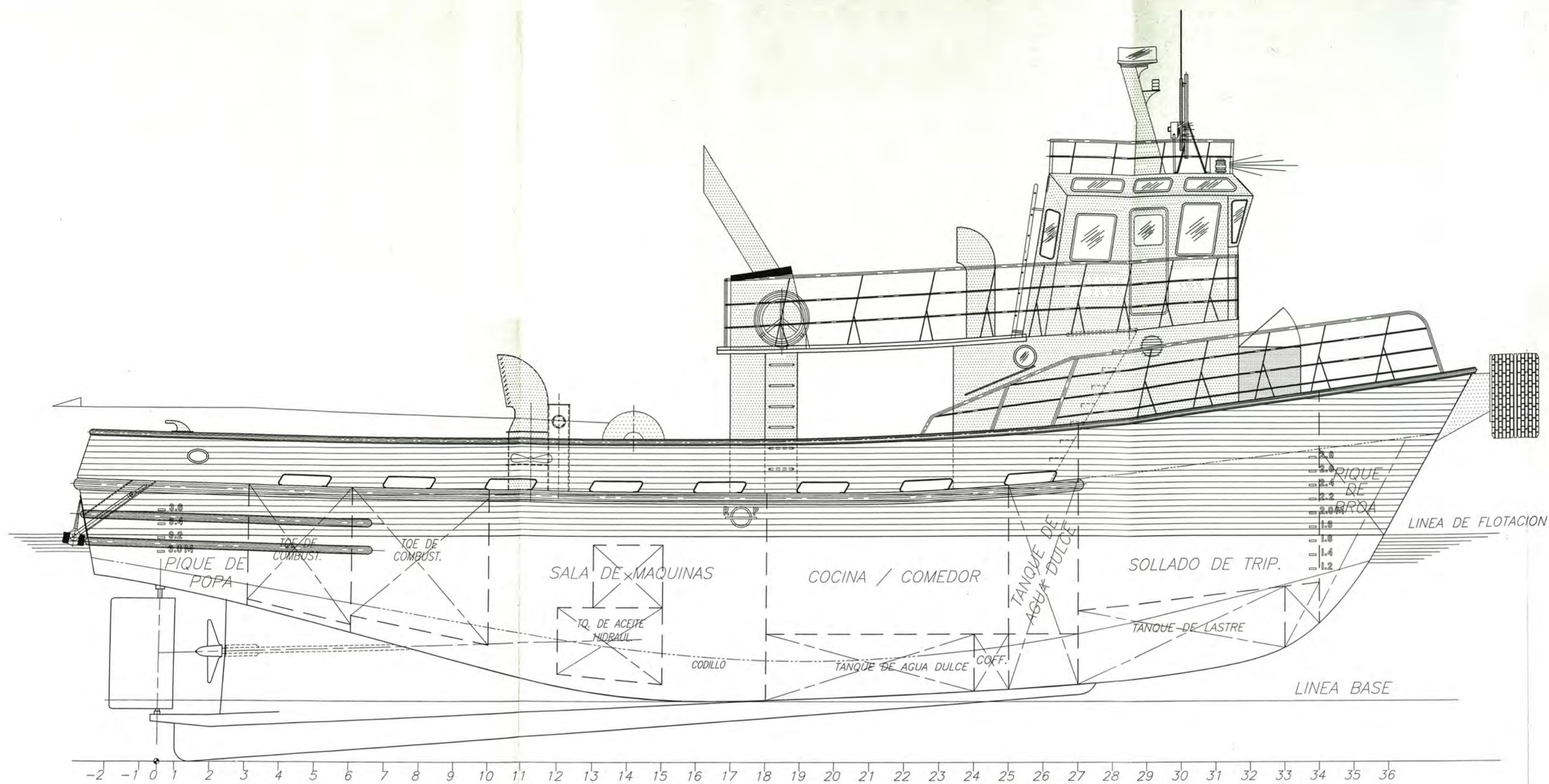
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA NAVAL**

**PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD
 DE UNA EMBARCACION DESTINADA AL SERVICIO
 PORTUARIO DE 20.22m DE ESLORA**

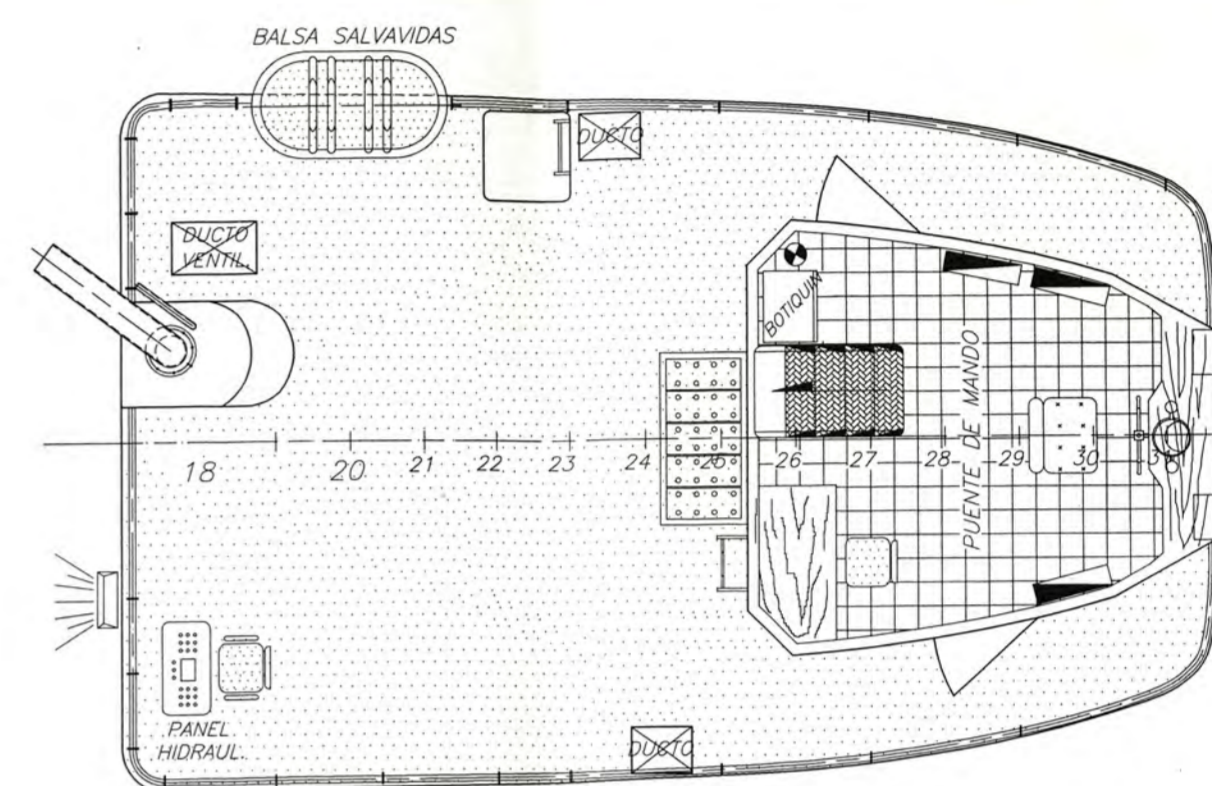
Escala:
 Indicada
 Plano N°:
 3

**TITULO DEL PLANO :
 CURVAS CRUZADAS
 (Original)**

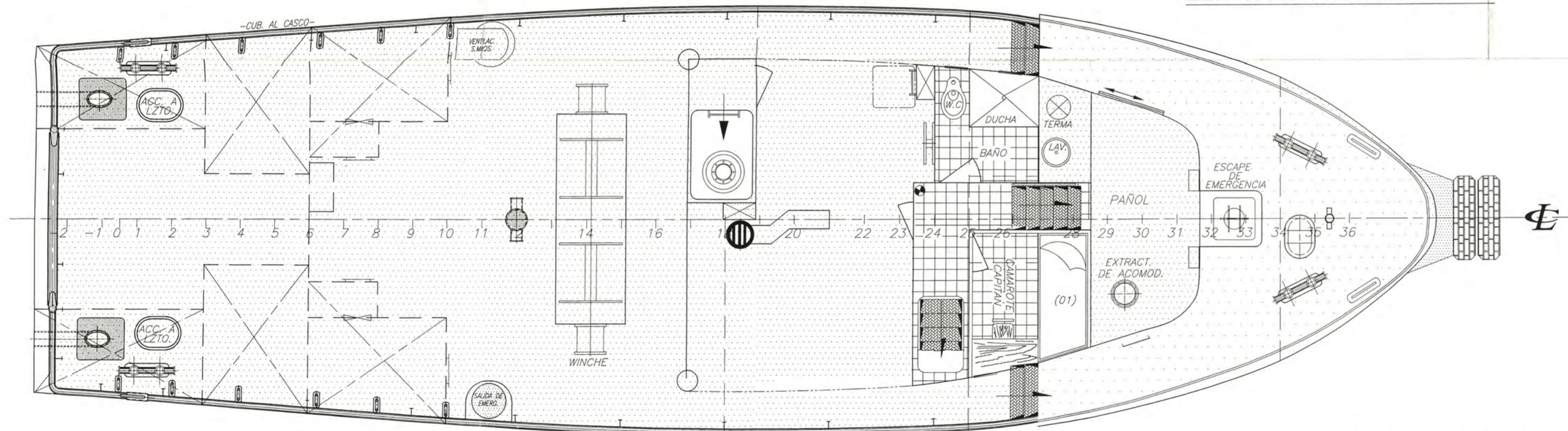
Referencia : Ver Plano Linea de Formas



ELEVACION LONGITUDINAL



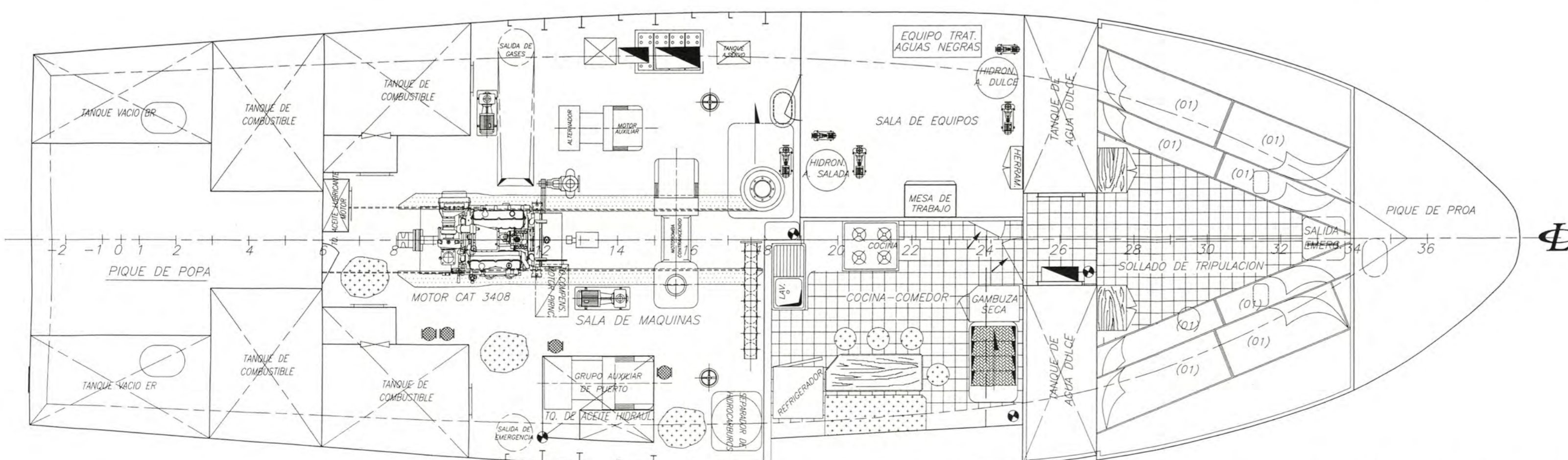
VISTA EN PLANTA PUENTE DE MANDO



CUBIERTA PRINCIPAL

CARACTERISTICAS GENERALES

- ESLORA TOTAL : 20.22 m
- MANGA : 6.12 m.
- PUNTAL : 3.00 m.
- MOTOR PRINCIPAL : CAT-3408 DITA
- POTENCIA : 455 HP. @1800 RPM
- DOTACION : 09 hombres



BAJO CUBIERTA PRINCIPAL

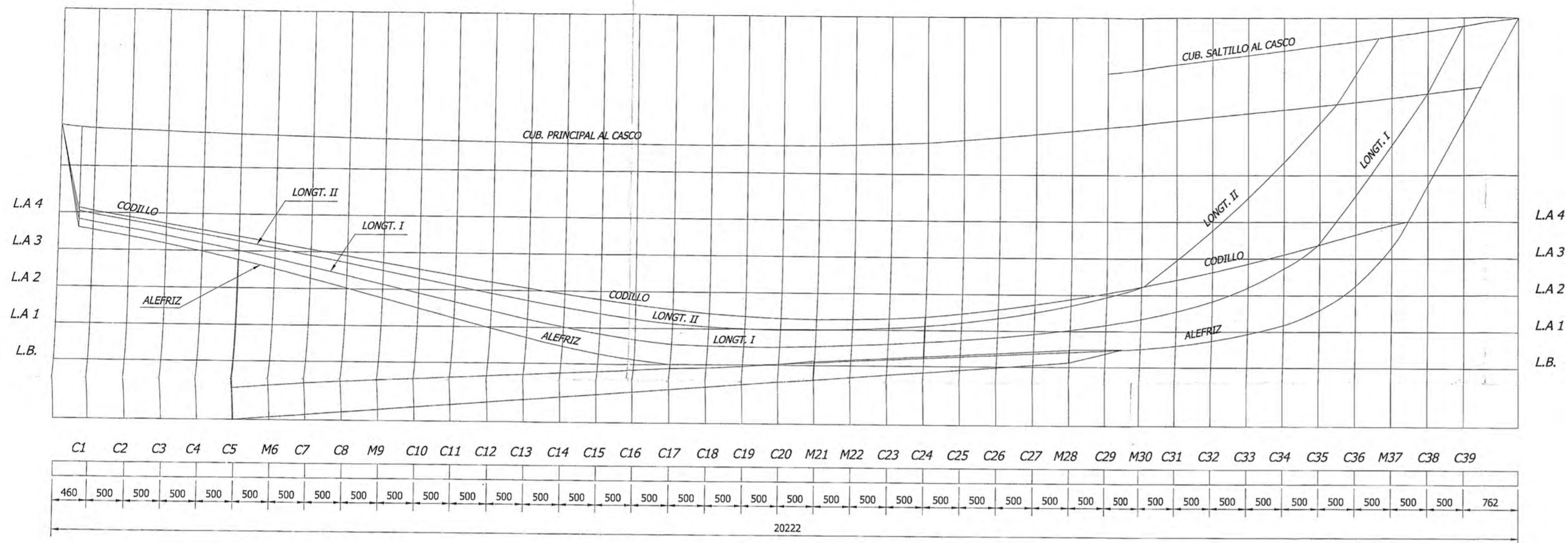


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA NAVAL

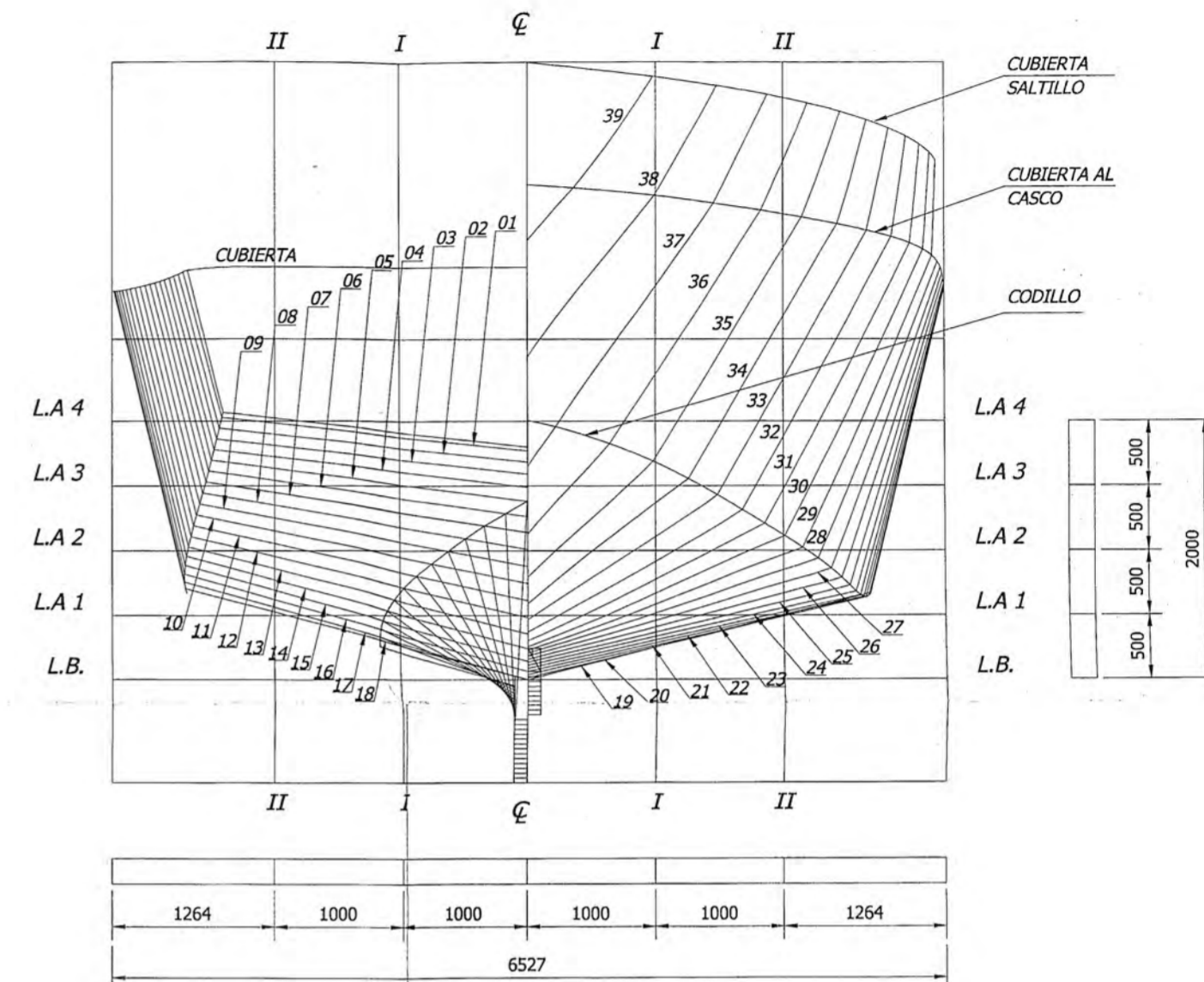
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DE UNA EMBARCACION DESTINADA AL SERVICIO PORTUARIO DE 20.22m DE ESLORA

Escala : 1:50
 Plano N° : 4

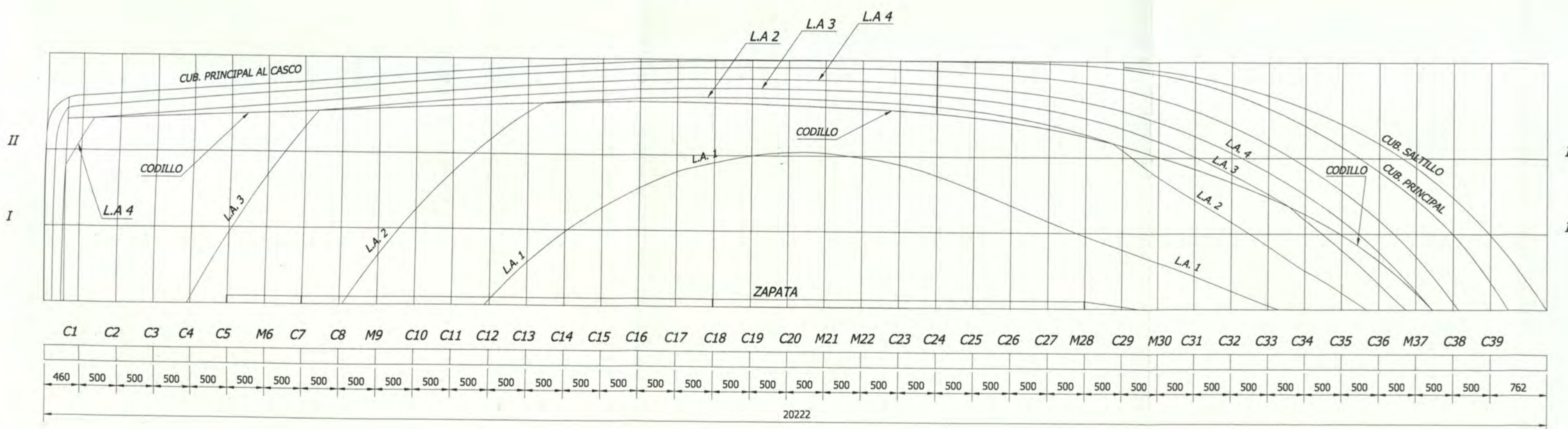
TITULO DEL PLANO :
DISPOSICION GENERAL
 (Original)



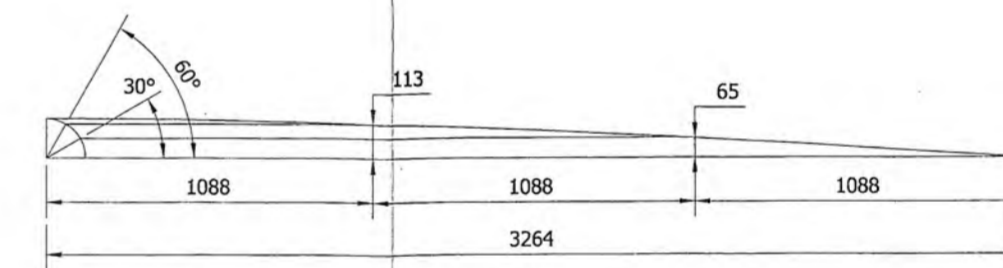
ELEVACION LONGITUDINAL.



VISTA TRANSVERSAL



VISTA EN PLANTA



CURVA DE BAO

Esc. 1:25

CARACTERISTICAS GENERALES

ESLORA TOTAL : 20.22 m
 MANGA : 6.52 m.
 PUNTAL : 3.00 m.

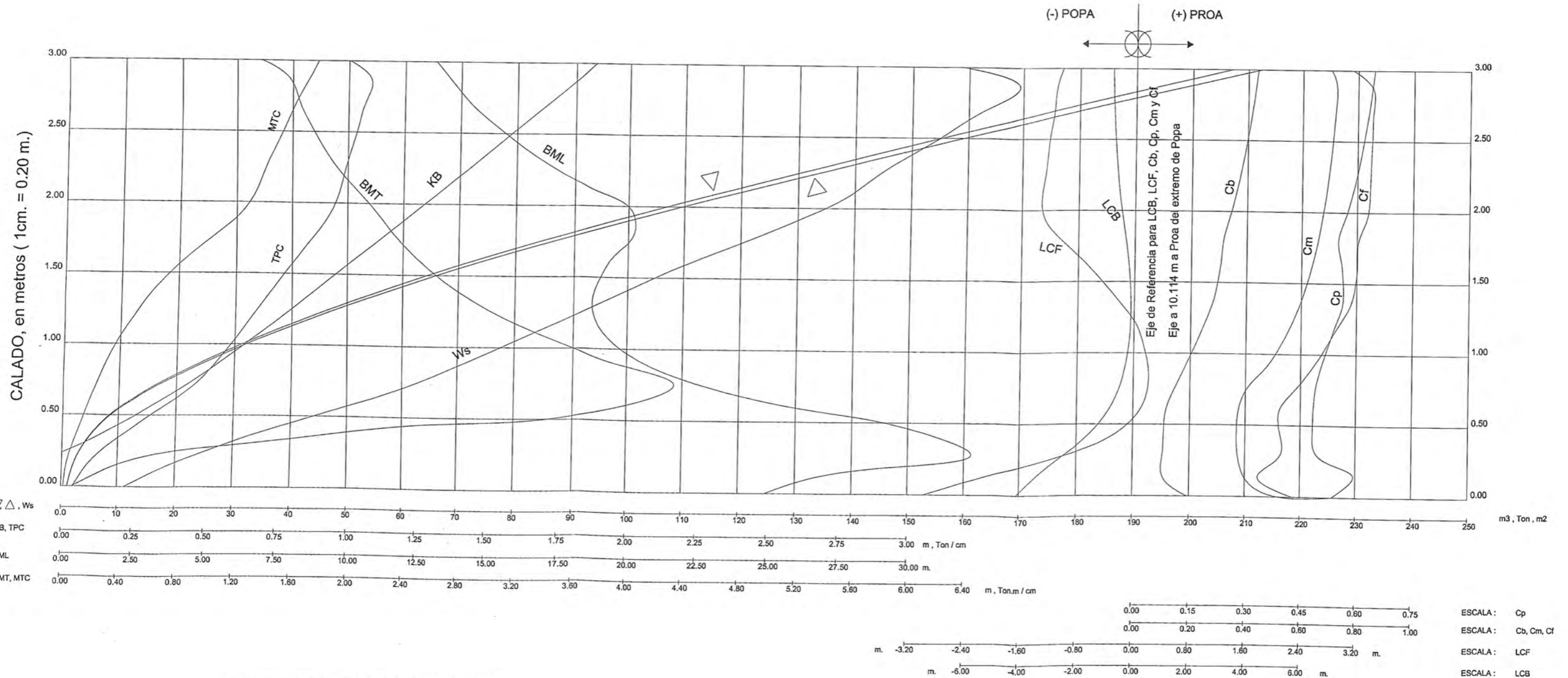


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA NAVAL

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD
 DE UNA EMBARCACION DESTINADA AL SERVICIO
 PORTUARIO DE 20.22m DE ESLORA

Escala
 1:50
 Plano N°:
 6

TITULO DEL PLANO :
 LINEAS DE FORMA
 (Modificado)



DESCRIPCION

▽ : Volumen de Carena (c/apéndices)

△ : Desplazamiento (c/apéndices)

KB : Ordenada del Centro de Carena

BMT : Radio Metacentrico Transversal

BML : Radio Metacentrico Longitudinal

TPC : Toneladas por centimetro de inmersión

MTC : Momento para cambiar el Trim un cm

LCB : Abscisa del Centro de Carena a la Seccion media

LCF : Abscisa del Centro de Flotacion a la seccion media

Ws : Superficie Mojada

Cb : Coeficiente de Bloque

Cp : Coeficiente Prismático

Cm : Coeficiente de la Seccion Maestra

Cf : Coeficiente de Flotacion

DIMENSIONES PRINCIPALES

ESLORA TOTAL : 20.22 m.

MANGA : 06.52 m.

PUNTAL : 03.00 m.



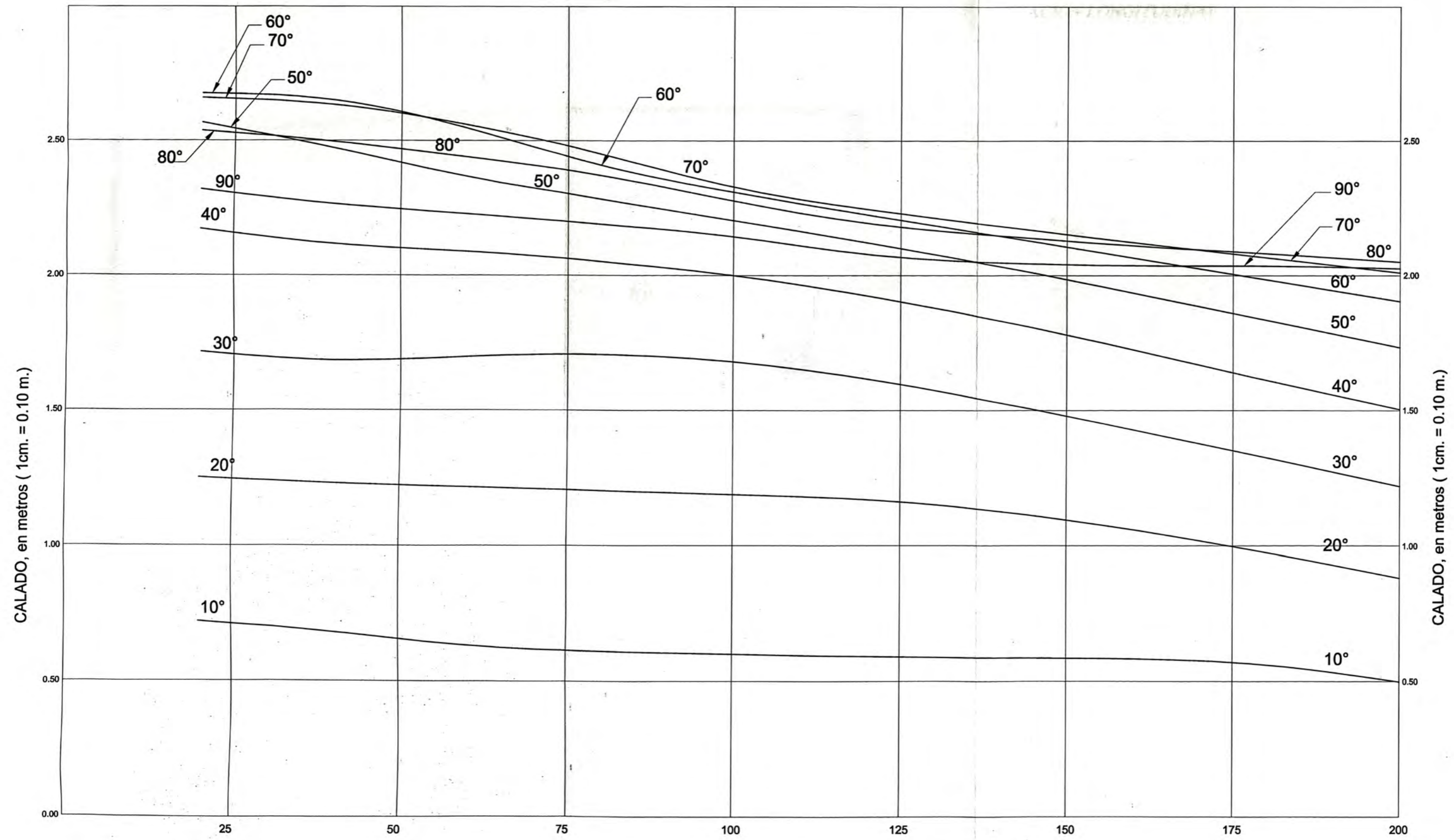
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA NAVAL

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD
DE UNA EMBARCACION DESTINADA AL SERVICIO
PORTUARIO DE 20.22m DE ESLORA

Escala:
Indicada
Plano N° :
7

TITULO DEL PLANO :
CURVAS HIDROSTATICAS
(Modificado)

Referencia : Ver Plano Linea de Formas



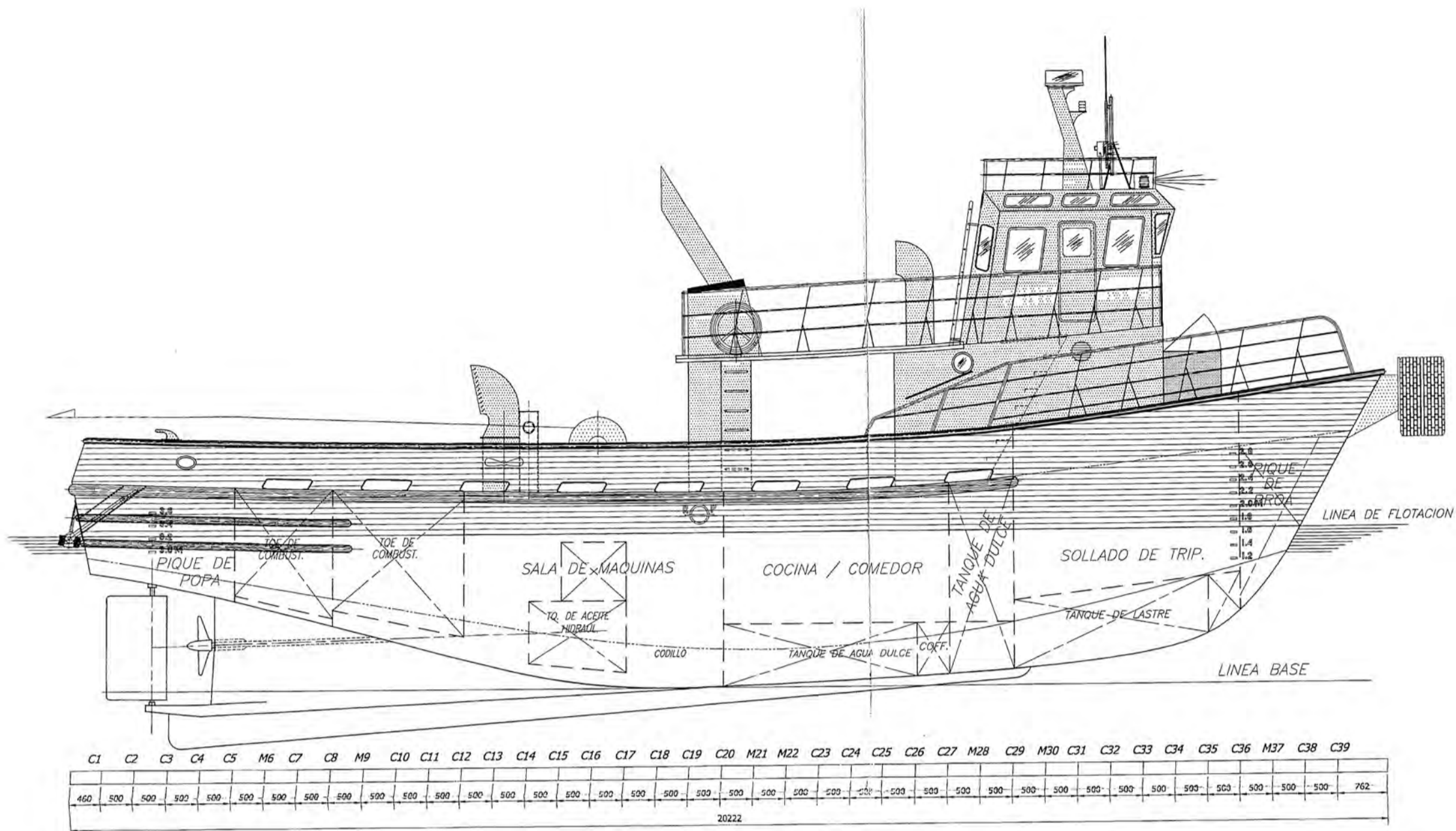
DIMENSIONES PRINCIPALES

ESLORA TOTAL : 20.22 m.
 MANGA : 06.52 m.
 PUNTAL : 03.00 m.

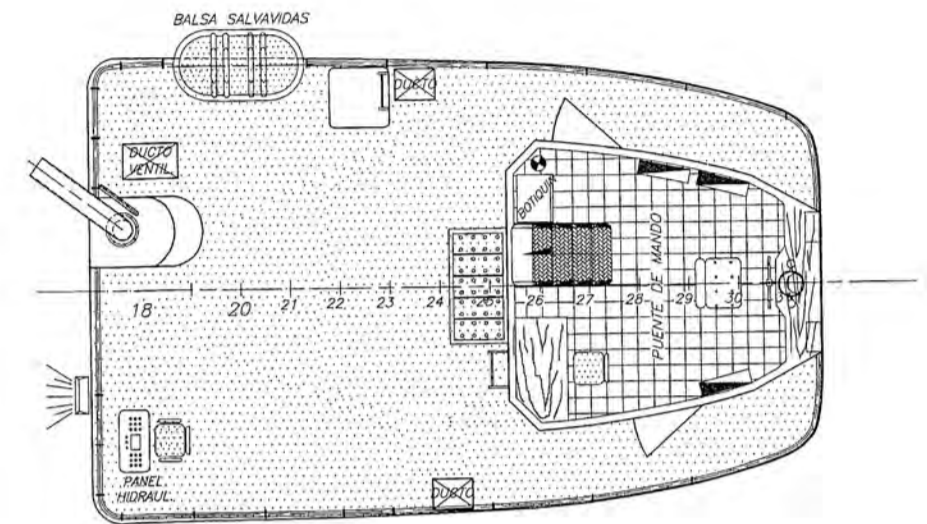


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA NAVAL	
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DE UNA EMBARCACION DESTINADA AL SERVICIO PORTUARIO DE 20.22m DE ESLORA	
Escala: Indicada	TITULO DEL PLANO : CURVAS CRUZADAS (Modificado)
Plano N° : 8	

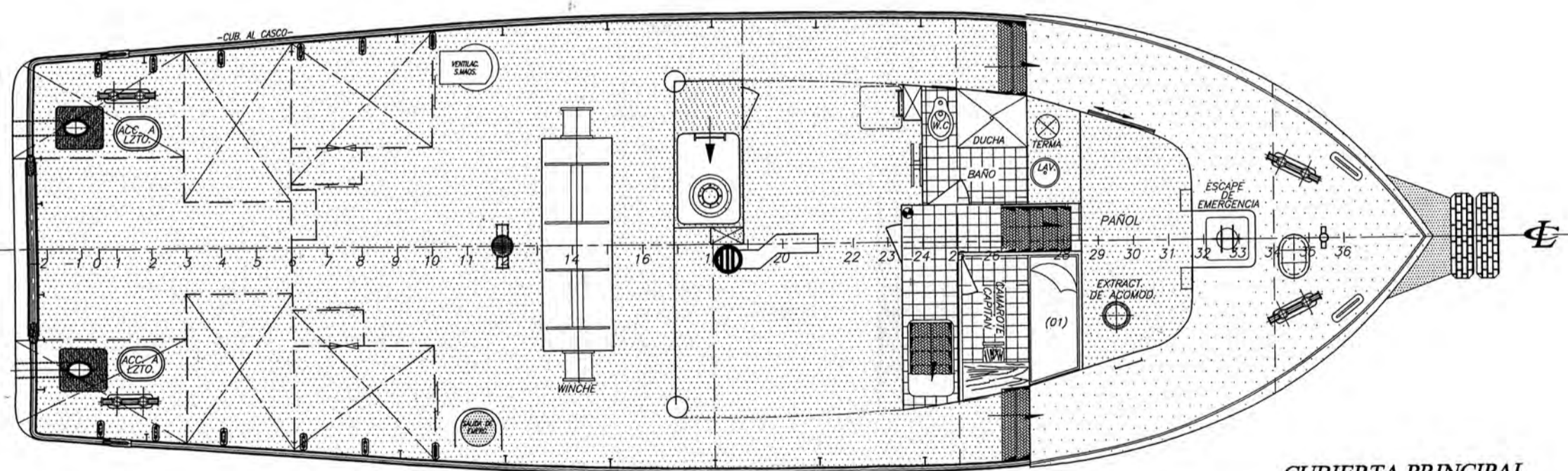
Referencia : Ver Plano Linea de Formas



ELEVACION LONGITUDINAL



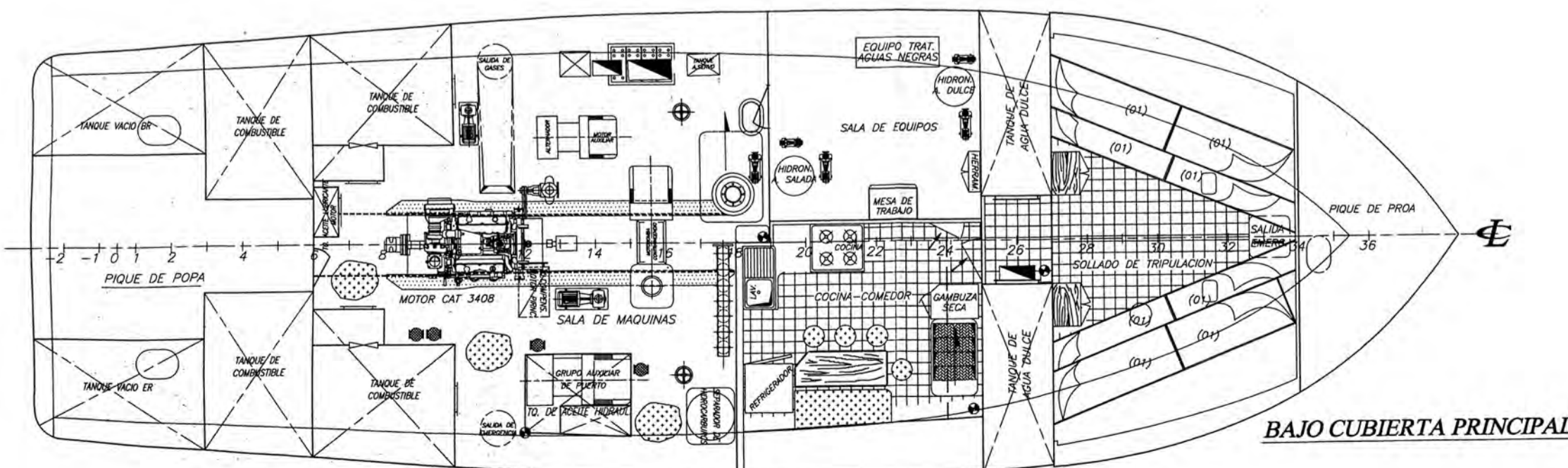
VISTA EN PLANTA PUENTE DE MANDO



CUBIERTA PRINCIPAL

CARACTERISTICAS GENERALES

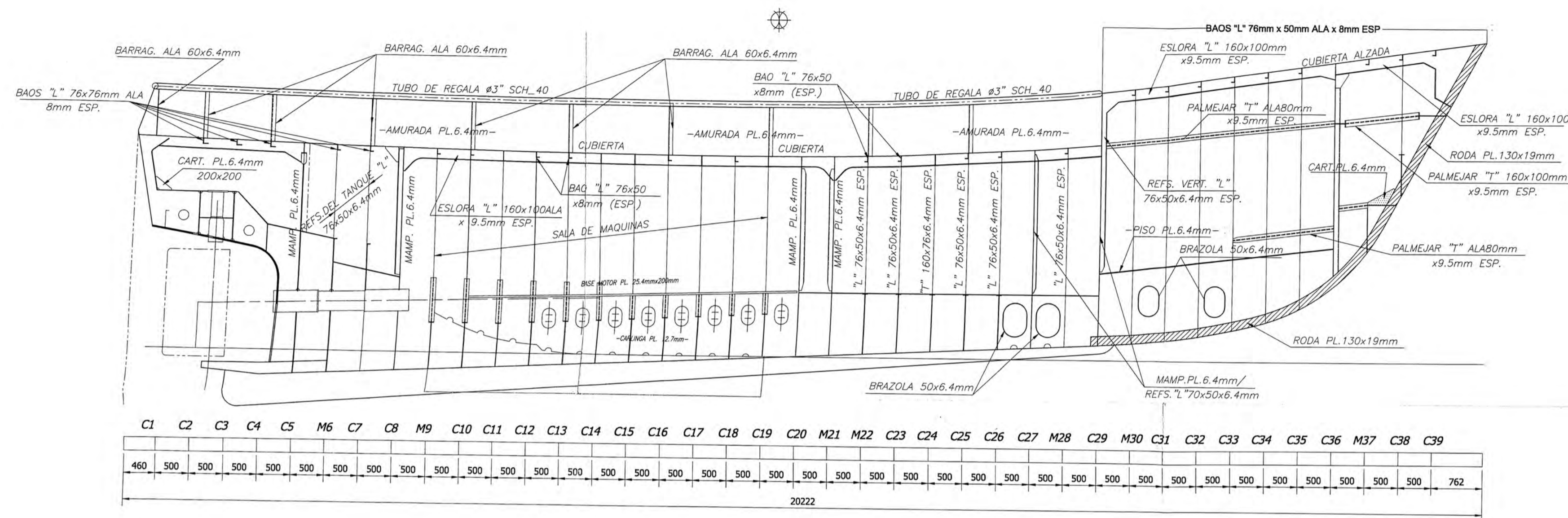
ESLORA TOTAL	: 20.22 m
MANGA	: 6.52 m.
PUNTAL	: 3.00 m.
MOTOR PRINCIPAL	: CAT-3408 DITA
POTENCIA	: 455 HP. @1800 RPM
DOTACION	: 09 hombres



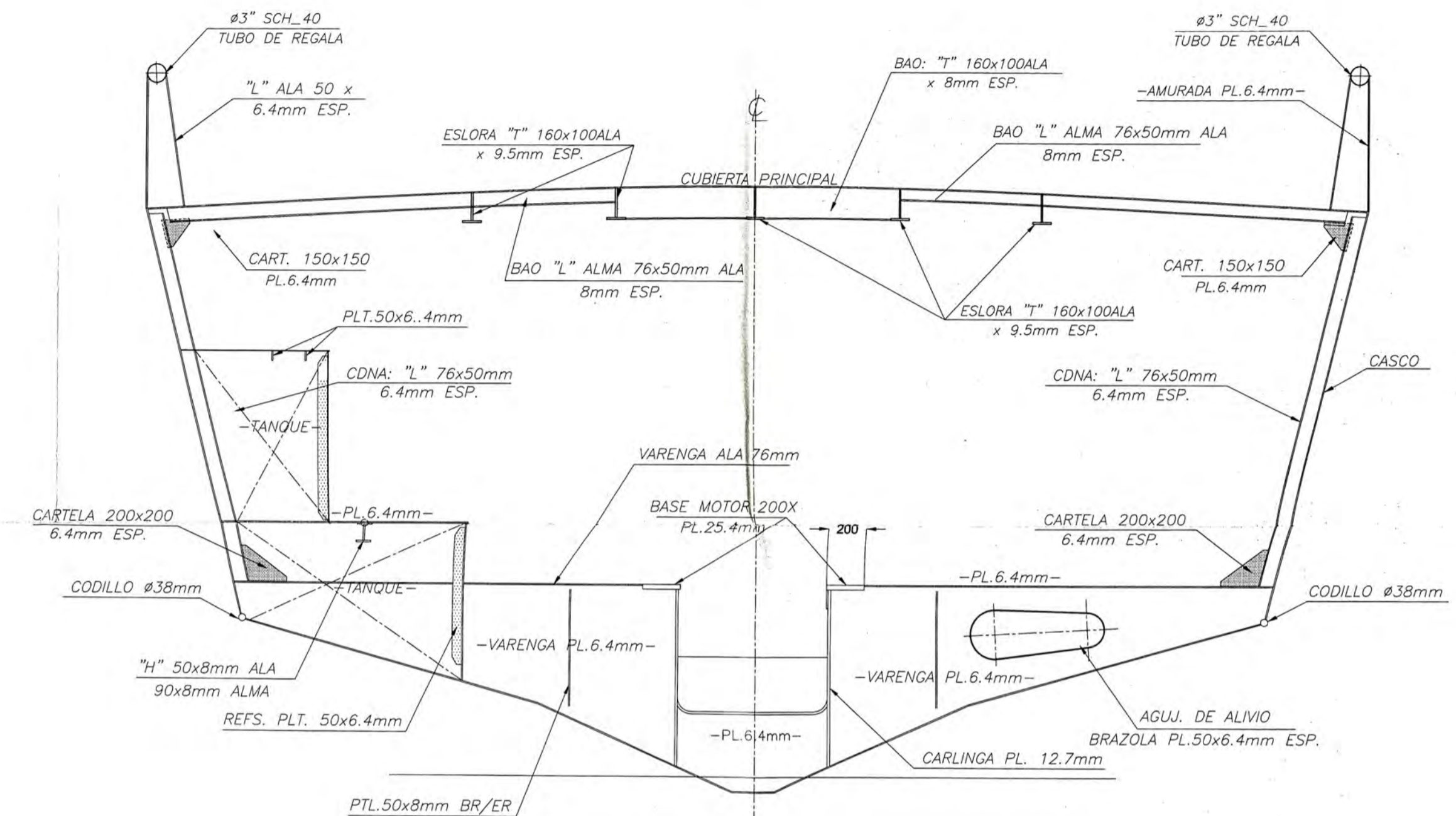
BAJO CUBIERTA PRINCIPAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA NAVAL
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DE UNA EMBARCACION DESTINADA AL SERVICIO PORTUARIO DE 20.22m DE ESLORA
 Escala 1:50
 Plano Nº 9
 TITULO DEL PLANO :
DISPOSICION GENERAL (Modificado)



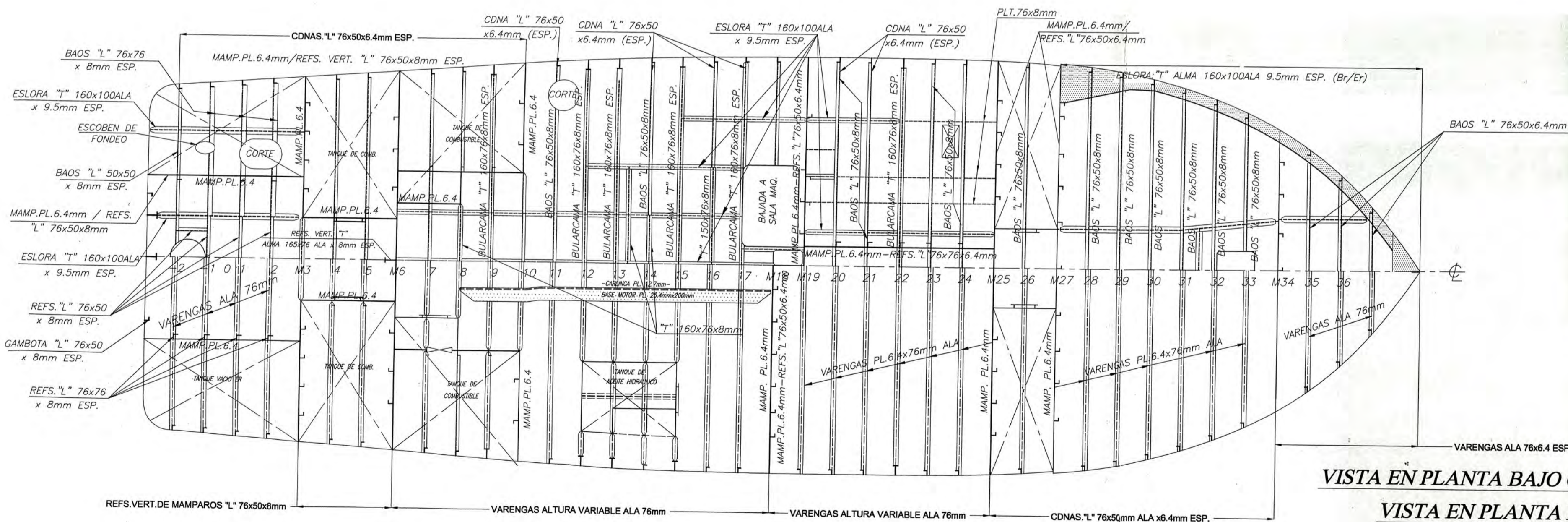
ELEVACION LONGITUDINAL.



CDNA 14
VISTO DE PROA
ESC. 1 : 25

CARACTERISTICAS GENERALES

ESLORA TOTAL	20.22 m
MANGA	6.52 m.
PUNTA	3.00 m.



VISTA EN PLANTA BAJO CUB.PRINC. (ER)

VISTA EN PLANTA FONDO (BR)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA NAVAL

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD
DE UNA EMBARCACION DESTINADA AL SERVICIO
PORTUARIO DE 20.22m DE ESLORA

Escala:
1:50
Plano Nº:
10

TITULO DEL PLANO :
ESTRUCTURA GENERAL
(Modificado)