

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**DISEÑO DE UN REMOLCADOR DE ALTURA DE
60TBP CON PROPULSION AZIMUTAL**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO NAVAL**

JOHNNY JAIR ESCOLASTICO TARRILLO

PROMOCION 2009 - I

LIMA-PERU

2012

INDICE

PROLOGO	1
Capítulo I INTRODUCCIÓN.	3
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2 OBJETIVO	5
1.3 ALCANCE	6
Capítulo II CONCEPTO DE REMOLCADOR AZIMUTAL	7
2.1. DEFINICIÓN DE REMOLCADOR	7
2.2. CUALIDAD DE LOS REMOLCADORES	7
2.3. TIPOS DE REMOLCADORES.	8
2.4. GENERALIDADES.	10
2.4.1. Eslora de Escantillado.	10
2.4.2. Manga.	10
2.4.3. Puntal.	10
2.4.4. Calado de Escantillado.	10
2.4.5. Línea de Quilla de trazado.	10
2.4.6. Desplazamiento en rosca.	10
2.4.7. Tobera kort.	11
2.4.8. MTG.	11
2.4.9. Angulo de trlmado.	11
2.4.10. Asiento.	11

2.5.	SISTEMAS ESTRUCTURALES.	12
2.5.1.	Estructura Longitudinal.	12
2.5.2.	Estructura Transversal.	12
2.5.3.	Estructura Mixta.	13
2.6.	VALORES NORMALES DE GM.	13
2.7.	MOMENTOS ESCORANTES PARA REMOLCADORES	14
2.7.1.	Momento de Arrastre M1.	15
2.7.2.	Momento de Tiro M2.	16
2.8.	CRITERIOS DE ESTABILIDAD PARA REMOLCADORES.	17
2.9.	COMPARACIÓN DE NORMAS DE ESTABILIDAD PARA REMOLCADORES	20
Capítulo III DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROBLEMA.		21
3.1.	REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO.	23
3.2.	DEFINICIÓN DE LAS FORMAS DEL BUQUE.	24
3.3.	ELECCIÓN DEL BUQUE BASE.	24
3.4.	PROCESO O FLUJO DE TRABAJO EMPLEADO PARA EL DISEÑO.	27
3.5.	DISEÑO PRELIMINAR ARREGLO GENERAL.	28
3.6.	DESARROLLO DE LAS LÍNEAS DE FORMA DEL REMOLCADOR.	29
3.7.	CURVA DE ÁREAS.	32
3.8.	COEFICIENTE DE BLOQUE.	32
3.9.	RELACIÓN VELOCIDAD ESLORA PARA CASCOS DE DESPLAZAMIENTO.	33
3.10.	MODULO DE SECCIÓN MEDIA.	34
3.11.	CURVAS HIDROSTÁTICAS.	35
3.12.	PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD MODIFICADOS	35

3.13.	CURVAS DE ESTABILIDAD ESTATICA	36
3.14.	ESTABILIDAD DINAMICA	37
3.14.1.	Par Escorante Estático.	37
3.14.2.	Par Escorante Dinámico.	38
Capítulo IV CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL		
REMOLCADOR AZIMUTAL.		40
4.1.	ASPECTOS TÉCNICOS DEL DISEÑO.	42
4.1.1.	Especificaciones Técnicas del Diseño.	42
4.1.2.	Información Técnica del motor y propulsor azimutal.	43
4.1.3.	Reglamentación aplicable.	43
4.2.	CALCULO DE ESTRUCTURAS.	43
4.2.1.	Quilla.	44
4.2.2.	Roda.	45
4.2.3.	Vagra.	45
4.2.4.	Varenga reforzada.	47
4.2.5.	Cuadernas Simples.	47
4.2.6.	Cuadernas Reforzadas.	48
4.2.7.	Palmejar.	48
4.2.8.	Baos simples.	49
4.2.9.	Baos reforzados.	50
4.2.10.	Esloras	50
4.2.11.	Puntales	51

4.3.	MAMPAROS.	51
4.3.1.	Mamparos de Colisión.	51
4.3.2.	Otros Mamparos.	52
4.3.3.	Refuerzos de los Mamparos	53.
4.3.3.1.	Otros mamparos	53
4.4.	DESARROLLO DEL FORRO.	54
4.4.1.	Casco Fondo.	54
4.4.2.	Casco Lateral	54
4.4.3.	Cubierta.	55
4.5.	ESCANTILLONADO DE SUPERESTRUCTURA	55
4.5.1.	Caseta.	55
4.5.2.	Puente.	56
4.6.	ESTRUCTURA GENERAL.	57
4.7.	MODULO DE SECCIÓN DE LA CUADERNA MAESTRA.	57
4.8.	HABITABILIDAD.	60
4.9.	SUBDIVISIÓN ESTANCA DEL REMOLCADOR	61
4.10.	SISTEMAS.	62
4.10.1.	Sistema de Achique, Lastre, Contraincendios.	62
4.10.2.	Sistema de Combustible.	62
4.10.3.	Sistema de Agua Potable.	63
4.10.4.	Sistema de Tratamiento de Aguas de Sentina.	63
4.10.5.	Sistema de Agua de mar y Descargas Sanitarias.	64

4.10.6. Sistema de Venteo, sondaje, llenado de tanques.	64
4.10.7. Sistema Hidráulico de Fuerza.	65
4.10.8. Sistema de Auxilio Exterior.	65
4.10.9. Sistema de Ventilación forzada de sala de máquinas.	66
4.10.10. Sistema de ventilación en acomodación.	66
4.11. EQUIPOS EN CUBIERTA.	66
4.11.1. Anclas Cadenas de Fondeo y quipos de amarre.	66
4.11.2. Cabrestante Winche de proa.	67
4.11.3. Winche de Remolque.	68
4.11.4. Gancho de Remolque.	68
4.11.5. Marcas en el Casco.	68
4.11.6. Escantilles de Emergencia	69
4.11.7. Pasamanos de seguridad.	69
4.11.8. Iluminación exterior.	69
4.11.9. Bitas y Escobenes	69
4.11.10. Towing Ping	70
4.11.11. Cabezote de Empuje	70
4.12. PROTECCIÓN AL CASCO	70
4.13. PROTECCIÓN CATÓDICA	70
4.14. EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SALVAMENTO	71
4.15. SISTEMAS DE CO2 Y SALA DE MÁQUINAS	71
4.16. EQUIPOS DE PROPULSION Y GOBIERNO	72

4.16.1.	CURVAS DE ABSORCION DE POTENCIA EQUIPO AZIMUTAL ROLLS ROYCE	72
Capítulo V	CALCULO DE ARQUITECTURA DEL REMOLCADOR AZIMUTAL	76
5.1	TABLAS Y CURVAS CRUZADAS.	76
5.2	TABLAS Y CURVAS HIDROSTATICAS.	82
5.3	TABLAS Y CURVAS DE COEFICIENTES DE FORMA.	86
5.4	TABLAS Y BRAZO DE ADRIZAMIENTO.	89
5.4.1	Análisis de Estabilidad para condiciones de carga	89
5.4.2	Resumen de capacidad de Tanques.	111
5.4.3	Calculo del Francobordo.	112
5.4.3.1	Francobordo Tubular	113
5.4.4	Calculo del Arqueo.	116
5.5	CALCULO DEL TONELAJE DE REGISTRO BRUTO (TRB).	116
5.6	CALCULO DEL TONELAJE DE REGISTRO NETO (TRN).	117
5.7	CALCULO DE MOMENTOS.	118
5.7.1	Momento Escorante Debido al tiro (M_E).	118
5.7.2	Momento Adrizante (M_A .)	118
Capítulo VI	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	120
6.1.	DATOS DETALLES DE LAS OTS.	120
6.2.	RESUMEN DE COSTOS.	121
6.3	COSTOS INDIRECTOS.	122
6.4	GRÁFICOS COSTOS ESTIMADOS DE OTS Y COSTO EJECUTADO	124

6.5	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	125
6.5.1	Estado de Ganancia y Pérdidas y Flujo de caja proyectado.	125
6.5.2	Valor Actual Neto.	128
6.5.3	Tasa Interna de Retorno.	128
	CONCLUSIONES.	129
	BIBLIOGRAFÍA.	130
	PLANOS	
	APENDICES	

PROLOGO

El presente trabajo tiene por fin presentar el Diseño de un Remolcador de Altura de 60TPB tipo Azimutal por cuestiones que me resultan interesantes y enriquecen el tema de diseño, ya que actualmente en el Perú no es común la construcción de este tipo de naves.

El informe se ha dividido en 6 capítulos que se describen a continuación:

En el Capítulo I, se presenta la introducción, definición del problema, objetivo y alcance.

En el Capítulo II, se presenta el Concepto de Remolcador Azimutal, definición de remolcador, cualidad de los remolcadores, tipos de Remolcadores, generalidades, sistemas estructurales, momentos escorantes, criterios de estabilidad para remolcadores, comparación de normas de estabilidad para remolcadores.

En el capítulo III, se presenta la descripción y características del problema, requerimientos para el diseño, definición de las formas del buque, elección del buque base, proceso o flujo de trabajo empleado para el diseño, diseño preliminar, arreglo general, desarrollo de las líneas de forma, curva de áreas, relación velocidad eslora para cascos de desplazamiento, módulo de sección, pesos y centros de gravedad modificados, curvas de estabilidad intacta, estabilidad dinámica.

En el capítulo IV, se presenta las características técnicas y diseño estructural del remolcador azimutal, aspectos técnicos del diseño, información técnica del motor y propulsor azimutal, reglamentación aplicable, cálculo de estructuras, mamparos, desarrollo del forro, caseta, puente, módulo de sección de la cuaderna maestra, subdivisión estanca, sistemas, equipos en cubierta.

En el capítulo V, se presenta los cálculos de arquitectura del remolcador azimutal, tablas y curvas cruzadas e hidrostáticas, análisis de estabilidad para condiciones de carga, resumen de capacidad de tanques, cálculo del francobordo, cálculo del arqueo, cálculo del tonelaje de registro bruto y neto, cálculo de momentos.

En el capítulo VI, se presenta la evaluación económica, resumen de costos, gráficos de costos estimados de OTS y costos ejecutados, estado de ganancia y pérdidas y flujo de caja proyectada, valor actual neto, tasa interna de retorno. Al término se tiene las conclusiones, bibliografía, planos, Apéndices.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

Normalmente el atraque y desatraque de artefactos navales de considerables desplazamientos que no pueden o no se les permite maniobrar por si solas acoderándose en puertos, usando su propia propulsión, por cuestiones de seguridad, es necesario contar con la ayuda de Remolcadores de Altura o de Puerto. Los de Altura son de tipo irrestricto para largas distancias, rescate y salvataje, cuentan con equipos de remolque de mayor capacidad, por lo cual se realiza en Perú el diseño y construcción de remolcadores de altura de dos hélices de paso fijo con sistema azimutal para su posterior entrega a Chile, completamente habilitado y equipado para servicios en puerto y altamar, para las actividades de navegación, combate de incendios y otros servicios afines, tal como se muestra en el plano de Arreglo General. El remolcador será clasificado bajo las normas de la Sociedad Clasificadora, American Bureau Of Shipping. Actualmente se están exportando a Chile y Colombia por lo cual el Perú entra a un nuevo mercado de construcción naviera de este tipo pudiendo competir con mercados internacionales.

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo representa la inquietud de la industria en la construcción naval referida a la construcción de buques remolcadores con propulsión azimutal en popa el diseño propone una nueva construcción de Remolcadores con propulsores de paso fijo en toberas. La propulsión de un buque ocupa actualmente un lugar preferencial en su

Comportamiento ecológico y económico En el sector marítimo, existe una gran sensibilidad por este consumo de los buques .Esta preocupación se ha extendido a raíz del incremento del precio del petróleo en los últimos tiempos. En general, una hélice muy “cargada” posee un bajo rendimiento; por el contrario, una hélice menos cargada proporciona un mejor rendimiento. Podemos descargar una hélice aumentando su “área disco” y por ello, haciendo el diámetro mayor. Evidentemente, en la realidad esta situación óptima no lo permiten las formas del casco. Un método utilizado para descargar una hélice es sumirla dentro de un anillo constituyendo la hélice en tobera. Con esta nueva disposición de la hélice dentro de una tobera, el flujo dependiendo de la forma de dicha tobera, puede acelerarse o desacelerarse. En el primer caso, la carga del propulsor disminuye y con ello mejora su eficiencia y en el segundo caso se mejoran normalmente las características de la hélice ante la cavitación.

Las hélices en tobera se utilizan normalmente en buques pequeños y cuya operatividad encierra propulsores muy cargados como el caso de los remolcadores.

1.2 OBJETIVO

El objetivo Principal es el Diseño de un Remolcador de altura de 60TBP de dos hélices de paso fijo, tipo azimutal, estableciendo los requerimientos del armador para la construcción de un buque nuevo, que ofrezca la posibilidad de obtener el máximo tiro en todas las direcciones y sea capaz de situarse en las diferentes posiciones de remolque de forma rápida y segura, el diseño exigido requerirá que el remolcador sea capaz de abarloadse a los buques para asistirlos incluso sin cabo, siendo idóneo para trabajos en puerto.

Completamente habilitado con todos los equipos y maquinarias para trabajos en puerto y altamar para servicios de empuje y remolque y contra incendio, clasificados con equipos y máquinas instaladas de acuerdo con las Reglas para la Construcción y Clasificación de la Sociedad Clasificadora American Bureau of Shipping, y su inspección especial al casco y maquinaria para la designación:

- a. CRUZ DE MALTA EN CASCO.
- b. CRUZ DE MALTA EN MAQUINARIA.
- c. NOTACIÓN “E” SISTEMA DE FONDEO.

Realizar los cálculos estimados de las dimensiones principales del diseño de la embarcación a partir de un buque base.

Dibujar los planos preliminares de Líneas de forma y Arreglo General.

1.3 ALCANCE

La presencia del Remolcador de altura de 60 TBP con propulsión azimutal, es una opción viable, ya que se tendrá unidades nuevas de remolque de alta calidad nacional, siendo así un importante producto de importación, generando puestos de trabajo, reforzando además la relación comercial entre las empresas de Perú y Chile. Los remolcadores para servicio de navegación ilimitada son clasificados bajo las normas de la Sociedad Clasificadora ABS.

CAPITULO II CONCEPTO DE REMOLCADOR AZIMUTAL

2.1 DEFINICIÓN DE REMOLCADOR.

Es una embarcación de desplazamiento, dotada de motores de gran potencia que se utiliza para tirar o empujar otros barcos, tanto en aguas interiores como en mar abierto.

Es azimutal, por el tipo de propulsión, el motor diesel acciona hélices especiales que forman parte de un sistema llamado shottel, donde la hélice está dentro de una tobera tipo kort.

El propulsor tipo azimutal puede estar ubicado tanto en proa como en popa en este caso está ubicado en popa.

Los remolcadores de altura tienen como características principales:

Eslora entre 20-40m, la potencia entre 1500-5000CV y la tracción a punto fijo o bollard pull 20-55 ton.

2.2 CUALIDAD DE LOS REMOLCADORES.

Empujar embarcaciones de gran envergadura como mercantes, petroleros, cruceros, barcas de río, etc. Dependiendo del tonelaje de peso muerto, a unas grandes distancias según sea la autonomía ya sean individuales o grupales debes seguir un plan de remolque aprobada por la autoridad marina respectiva.

2.3 TIPOS DE REMOLCADORES.

Según la ubicación del propulsor pueden ser:

Remolcadores Convencionales

Estos remolcadores utilizan una unidad convencional de timón y una hélice en Tobera, son utilizados comúnmente para maniobras de remolque en puertos conduciendo las embarcaciones a los sitios de atraque.

Remolcadores tipo Tractor

Estos se encuentran en tres tipos, remolcador de tracción Z o Z-Drive, cicloidal (Voith Schneider) y remolcador con propulsor azimutal de popa. Cabe destacar que los dos primeros tienen su unidad propulsora instalada en la parte delantera del casco.

a) Remolcador de Tracción Z

Utiliza dos unidades de propulsión azimutales instaladas bajo la parte delantera del casco, generalmente del tipo Schoottel, que pueden rotar 360° para proporcionar empuje en todas las direcciones produciendo un significativo bollard pull en comparación con la potencia instalada, aproximadamente (155 newton por Kw). Producto de la gran potencia y maniobrabilidad que desarrollan son aptos para cualquier faena de remolque.

b) Voith Schneider

Este utiliza un sistema propulsor gemelo de 5 palas cada uno montadas verticalmente bajo la parte delantera del casco este propulsor de velocidad constante tiene la ventaja de entregar el empuje instantáneamente en cualquier dirección y una aplicación precisa de ésta, representando una importante ventaja para la maniobra de

los buques que transitan en aguas restringidas. La desventaja radica principalmente en su menor eficiencia mecánica (113N/Kw).

c) Remolcador con propulsor azimutal de popa

Este es básicamente un remolcador convencional con un sistema simple o doble de propulsión azimutal instalado en la popa, posee gran estabilidad direccional lo que representa una ventaja para las operaciones de remolque en puertos, en la figura 1 se muestra la maniobra del equipo doble en popa, se indica la dirección del empuje y la dirección de la marcha.

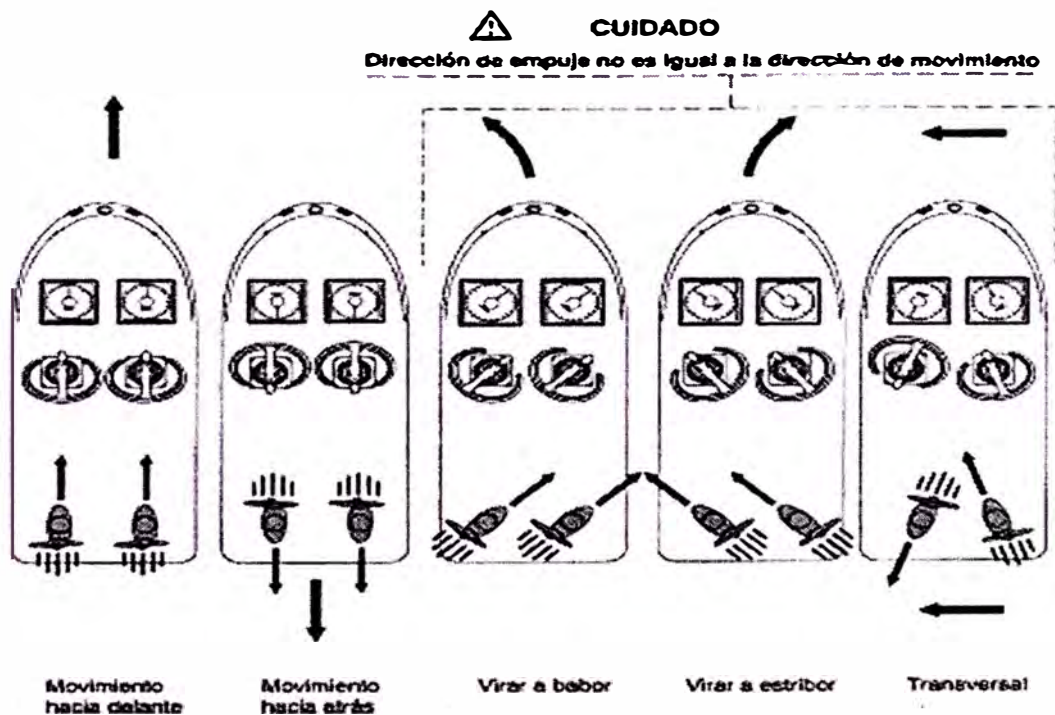


Figura 1
Remolcador con propulsión azimutal de popa
Gobiernos Para Propulsión Azimutal de popa (Schottel)

2.4 GENERALIDADES

2.4.1 **ESLORA PARA ESCANTILLO NADÓ.-** $L = L_{pp}$ Se considera igual al 96% de la eslora para una flotación correspondiente al 85% del puntal mínimo medido desde la línea de quilla, o a la eslora que haya de la cara proel de la roda al eje de la mecha de timón en esa flotación, si esta magnitud es mayor. En los buques proyectados con quilla inclinada la flotación de referencia para medir la eslora será paralela a la flotación del proyecto.

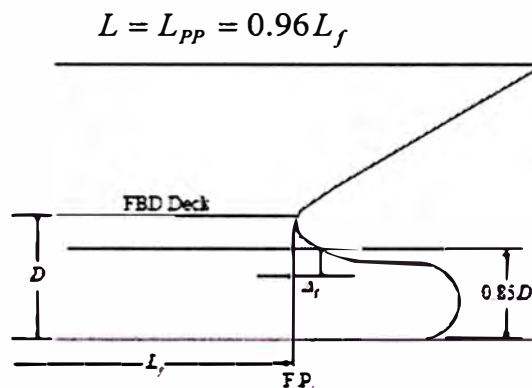


Figura 2

2.4.2 **MANGA.-B** Es la mayor manga de trazado en metros.

2.4.3 **PUNTAL.-D** es el puntal de trazado en metros, medido en la mitad de L desde la línea de quilla de trazado hasta la cara superior de los baos de la cubierta de francobordo en el costado del buque

2.4.4 **CALADO DE ESCANTILLONADO.-d** es bien el calado en metros medido desde la línea de quilla de trazado hasta la flotación del proyecto a la mitad de la eslora L , o bien $0.85D$ lo que sea mayor.

2.4.5 **LÍNEA DE QUILLA DE TRAZADO.-**Canto superior de la quilla o por la línea de intersección del canto interior de las planchas del forro con la quilla si se

trata de una quilla de barra y que se extiende por encima de dicha línea en los buques de forro metálico.

2.4.6 DESPLAZAMIENTO EN ROSCA (LIGHT SHIP).-Es el peso del buque recién salido de los astilleros, sin combustibles, sin nada, incluye todo lo necesario para operar como anclas, cabrestantes, grúas, alambres, espías, también incluye los aceites de motor.

2.4.7 TOBERA KORT.-Consiste en una tobera con la hélice dentro.

2.4.8 MTG.-Es el momento capaz de producir un trimado de 1 grado, su unidad será por consiguiente (t-m/deg), esta será dada en la tabla de curvas hidrostáticas.

2.4.9 ANGULO DE TRIMADO.-Estará dado según:

$$\alpha = \frac{\Delta.(LCB \pm LCG)}{MTG}$$

Δ = Desplazamiento para un calado determinado (toneladas).

LCB = longitud del centro de boyantes (m)

LCG= longitud del centro de gravedad. (m)

MTG= Momento para trimar 1 grado. Dado por el autohydro. (T-m/deg)

2.4.10 ASIENTO.-el asiento influye en la eficiencia propulsiva de la importancia de mantener un asiento adecuado en las distintas condiciones de carga, cuando el buque esta en liviano o en lastre el asiento debe ser en popa de modo de dar mejor inmersión a los azimutales, en tal condición se puede considerar normal un asiento de 1 a 1.5% en buques de carga, en buques con sala de máquinas en popa, lo cual en el remolcador tanto la sala de azimutales y sala de máquinas está a popa, dicho asiento puede llegar al 2% de la eslora y aún más.

De la rotación del buque alrededor del eje transversal que pasa por el centro de flotación. Viene dada por:

$$t = L_{pp'} \cdot \text{Tang}\left(\alpha \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot 100\text{cm}$$

2.5 SISTEMAS ESTRUCTURALES.

2.5.1 ESTRUCTURA LONGITUDINAL. Para buques grandes mayores de 200 m, la estructura longitudinal es generalmente un requisito de clasificación. Pero incluso si no es este el caso, la estructura longitudinal resultará en un menor peso de acero, y será por lo tanto más económica. Para barcos de eslora menor de 65 m, la resistencia longitudinal de la estructura es de importancia secundaria y la elección de uno u otro tipo de estructura no representa una ventaja en el peso de acero.

Sin embargo, la estructura longitudinal es más compleja e incrementa los costos de producción.

2.5.2-ESTRUCTURA TRANSVERSAL.

El casco y la superestructura serán construidos en planchas de acero naval totalmente soldado, La estructura principal será del tipo transversal (figura 5). El casco será dividido en cinco (5) compartimientos estancos mediante cuatro (4) mamparos transversales, conformando el pique de proa, sollado, sala de máquinas, lazareto y pique de popa. Las dimensiones que se exponen en la presente Sección sirven sólo como guía y estarán sujetos a la aprobación de la Sociedad Clasificadora.

El sistema transversal, es idóneo para soportar los grandes esfuerzos por "pandeo" (esfuerzo transversal disimétrico), que a aquellos barcos le producían, los grandes mástiles, con su aparejo, se suele usar en partes del buque, pero no como conjunto.

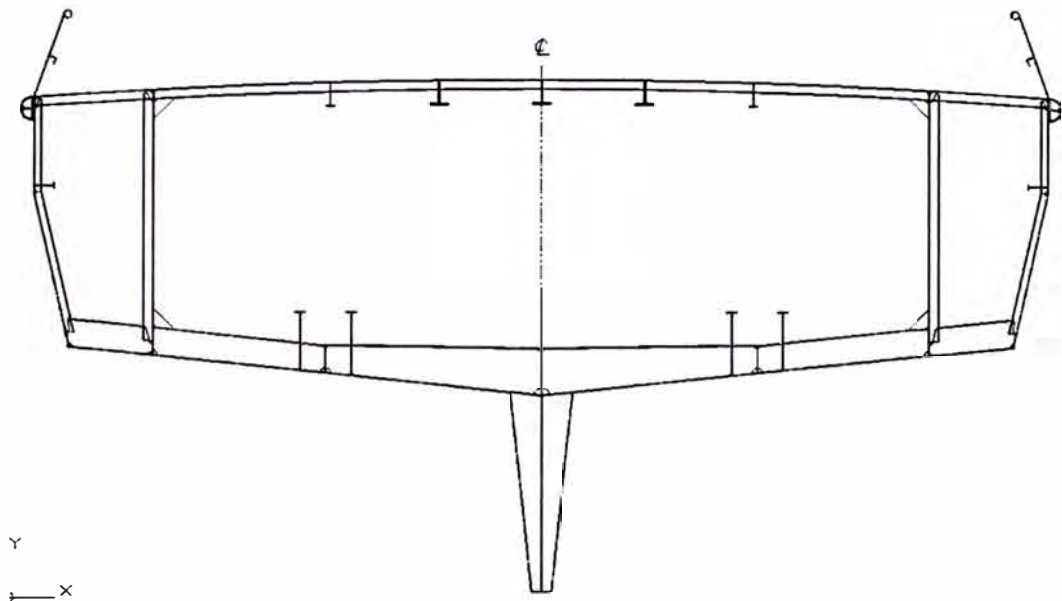


Figura 3

2.5.3 ESTRUCTURA MIXTA. Para las esloras comprendidas entre 65 y 200m, la elección depende del diseñador, quien debe sopesar si es más ventajoso minimizar el peso del acero, o los costos de producción. La elección habitual lleva a estructuras mixtas, que combinan la estructura longitudinal para el fondo y la cubierta resistente, mientras que la estructura transversal se utiliza para los costados y el soporte de las cubiertas centrales. En cualquier caso, la estructura de los extremos de popa y proa, y de la cámara de máquinas, cuando ésta está a popa, suele ser transversal.

2.6. VALORES NORMALES DE GM

Como valor mínimo prefijado por razones de seguridad:

Tipo de buque	GM en % de la Manga
Buque pasajero	4 a 5%
Buque de Carga	5 a 7%
Petroleros	8 a 9%
Remolcadores	10 a 12%
Torpederos	8 a 10%
Cruceros	5 a 8%
Portaviones	8 a 10%

El GM no debe ser excesivamente grande porque podría provocar rolidos demasiado rápidos, por tal motivo se ve la necesidad de dar una altura metacéntrica entre un valor mínimo y uno máximo por razones de seguridad y eficiencia.

Existe un GZ máximo corresponde a un determinado ángulo de escora según el buque y condición de carga, y desde un cierto valor de escora en adelante hacerse negativo es decir convertirse en brazos escorantes. Este es el máximo ángulo que puede escorarse el buque de modo que este pueda volver por si solo a adrizarse. Se le llama alcance de estabilidad. (1 radian=57.3°)

2.7 MOMENTOS ESCORANTES PARA REMOLCADORES

Los agentes externos (mar y viento), las líneas de remolque e incluso efectos propios como la metida del timón, son capaces de generar un momento escorante que escorará el remolcador hasta un determinado ángulo.

Los distintos reglamentos que se relacionan al final de esta lección dictarán las medidas necesarias para que el buque los pueda soportar sin peligro. Estas medidas son de todo género, van desde los aspectos constructivos y de diseño hasta el dictado de protocolos de actuación, por ejemplo; la instalación de ganchos de remolque giratorios; el cierre de tambuchos y puertas estancas, etc.

Nos centraremos en dos momentos escorantes relacionados con los trabajos de remolque, que son:

a) El momento escorante debido al arrastre del remolcador por parte del remolcado

(Momento de arrastre).

b) El momento escorante debido al tiro del remolcador (Momento de tiro).

También hay otros, como:

El generado por el empuje transversal debido a los monitores contra incendios (téngase en cuenta la formidable fuerza de impulsión de estos monitores y la gran altura a la que están dispuestos (por encima de la magistral))

2.7.1 MOMENTO DE ARRASTRE (M_1) Tow Tripping

Como consecuencia de la inercia del buque remolcado o por efecto de agentes externos (viento, etc...), puede producirse un cambio de sentido en la aplicación de la fuerza en la línea de remolque, con lo que el remolcador pasa a ser el remolcado. Existen varios elementos de maniobra que intentan reducir los efectos transversales de este momento, por ejemplo, obligando por medio de pines, retenidas o contras a que la línea de remolque trabaje desde un lugar distante del centro del remolcador, que sería el lugar más peligroso. Con este sistema se consigue que el efecto se reduzca a que el remolcador cambie de rumbo, poniéndose en línea con el calabrote que le une al remolcado y que ahora tira de él.

El valor del momento es el siguiente:

$$M_1 = \frac{1}{19.6} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot \gamma \cdot V^2 \cdot A_p \cdot (h \cdot \cos \theta + C_3 \cdot C_m - r \cdot \sin \theta)$$

Siendo:

C_1 = Coeficiente de tracción lateral (drag coefficient).

C_2 = Corrección de C_1 por el ángulo de escora.

C_3 = Distancia del centro de presión del área A_p a la flotación, expresada como fracción del calado medio real.

γ = Peso específico del agua (Tns/m^3)

V = Velocidad lateral del buque remolcador ($2,57 \text{ m/seg} = 5 \text{ nudos}$).

A_p = Área de la proyección sobre el plano diametral de la parte sumergida del remolcador, en metros cuadrados.

h = Altura del gancho de remolque sobre la flotación, en metros.

θ = Escora.

R = radio del gancho de remolque.

C_m = Calado medio (completo) en la maestra.

2.7.2 MOMENTO DE TIRO (M_2) Self Tripping

Este momento se genera por la acción de los propulsores al aplicarse plena potencia

$$M_2 = C_4.C_5.T.(h.\cos\theta + C_6.C_m - r.\text{sen}\theta)$$

$$M_2 = 0.70.C_5.T.(h.\cos\theta + 0.52.C_m - r.\text{sen}\theta)$$

Siendo:

C_4 = Fracción (del tiro máximo a punto fijo) del remolcador que se puede suponer actúa transversalmente. Entonces $C_4 = 0,70$

C_5 : Corrección de C_4 por la posición longitudinal del gancho de remolque.

T: Tiro máximo a punto fijo del remolcador Bollard Pull (en toneladas métricas).

C_6 : Distancia a la flotación del centro de resistencia efectivo, como fracción del calado.

Entonces $C_6 = 0,52$

h , C_m , θ y r : como en M_1

C_5 : La transmisión transversal del tiro se verá claramente afectada por la posición longitudinal del gancho del remolque, anulándose al estar en la misma popa.

2.8 CRITERIOS DE ESTABILIDAD PARA REMOLCADORES

Los buques remolcadores, al igual que el resto de buques deben cumplir los requisitos que se exigen en los diferentes reglamentos y convenios que establecen los estados, la Organización Marítima Internacional y las Sociedades de Clasificación.

Las curvas de estabilidad de las situaciones de carga han de cumplir con los criterios de estabilidad intacta, criterios de estabilidad en avería y criterios adicionales de momentos escorantes, estos son los siguientes criterios:

- a) El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de valores GZ) no será inferior a 0,055 metros-radianes hasta el ángulo de escora de 30° ni inferior a 0,090 metros radianes hasta el ángulo de escora de 40° , o hasta el ángulo de

- comienzo de la inundación a través de las aberturas θ_c , si este es menor de 40° .
- b) Asimismo, el área bajo la curva de brazos adrizantes entre los ángulos de escora de 30° y de 40° , o entre los ángulos de 30° y el de comienzo de la inundación a través de las aberturas θ_c , si éste es menor de 40° , no será inferior a 0,03 metros-radianes.
 - c) El brazo adrizante GZ será como mínimo de 0,20 metros para un ángulo de escora igual o superior a 30° .
 - d) El brazo adrizante máximo corresponderá a un ángulo de escora que no será inferior a 25° y preferiblemente mayor a los 30° .
 - e) La altura metacéntrica inicial GM_0 no será inferior a 0,15 metros.
 - f) El ángulo de escora que tomará el remolcador al estar sometido, por separado, a cada uno de los momentos escorantes M1 y M2 (vistos anteriormente), y para cuya escora se produzca el equilibrio estático entre el momento escorante aplicado y el momento adrizante del remolcador (desplazamiento x brazo GZ correspondiente al ángulo de escora) será inferior al que produzca la zozobra del remolcador o su inundación a través de las aberturas.
 - g) El francobordo mínimo no será inferior a 0.270m

Adicionalmente según IACS:

El área residual entre una curva de brazos adrizantes y una curva de par escorante desarrollado a partir de 70% del máxima bollard pull, actuando en 90° a la dirección longitudinal del Remolcador no debe ser menor de 0.09 m rad. El área tiene que ser

determinada entre la primera intercepción de las dos curvas y la segunda intercepción o el ángulo de inundación descendente el que sea menor.

Alternativamente, el área bajo una curva del brazo adrizante no debe ser inferior a 1,4 veces el área bajo una curva de par escorante desarrollado a partir de 70% del máxima bollard pull, actuando en 90 ° a la dirección longitudinal del buque. Las áreas a ser determinado entre 0 ° y la intercepción de segundo o el ángulo de inundación el que sea menor.

La curva de par escorante debe ser derivada mediante la siguiente fórmula:

$$b_h = \frac{0.7TH \cos \theta}{9.81\Delta}$$

Dónde:

b_h = brazo de escora en m (heeling arm)

T = Máximo bollard pull, in kN

H = Distancia vertical en m, entre el gancho de remolque y El Centro de la hélice.

Δ = desplazamiento según sea la condición de carga en ton.

θ = Angulo de escora.

Según GL:

La curva de par escorante debe ser derivada mediante la siguiente fórmula:

$$b_h = \frac{0.71T.Z_h \cos \theta}{D}$$

Dónde:

b_h = brazo de escora en m (heeling arm)

T = Máximo bollard pull, in kN

Z_h = Distancia vertical en m, entre el punto de trabajo del gancho de remolque y El Centro de carena.

Δ = desplazamiento según sea la condición de carga en ton.

θ = Angulo de escora

2.9 COMPARACIÓN DE NORMAS DE ESTABILIDAD PARA REMOLCADORES

<i>Norma</i>	<i>ABS</i>	<i>GL</i>	<i>LRS</i>	<i>BV</i>	<i>RINA</i>	<i>IACS</i>
CRITERIO	Distancia del gancho al centro de carena	Distancia del gancho al centro de carena	La estabilidad debe cumplir con un estándar reconocido por la Autoridad Marítima donde se registre el remolcador, o por la Autoridad Marítima donde opere el remolcador	Distancia del gancho a la mitad del calado correspondiente al desplazamiento considerado	Distancia del gancho a la mitad del calado correspondiente al desplazamiento considerado	Distancia del gancho al centro de la hélice

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROBLEMA

El diseño es de un casco de desplazamiento con 3 codillos, El tipo de diseño es un buque con casco de desplazamiento caracterizado por tener la proa lanzada, salida de popa inclinada y a un cuarto de la manga (1/4B) la inclinación de dicha salida con respecto a la horizontal tendrá un ángulo mayor 8 grados.

Descripción geométrica del diseño:

Description	Metros	N.A
LENGHT OVERALL	24.55	
LENGHT BETWEEN LPP	23.25	
STERN OVERHANG AP	0.50	
STERN OVERHANG FP	0.80	
MOULDED DEPTH	4.45	
DESIGN DRAUGHT	3.95	
SHEER AFT		X
SHEAR FORWARD		X
RAKE OF KEEL	4°	

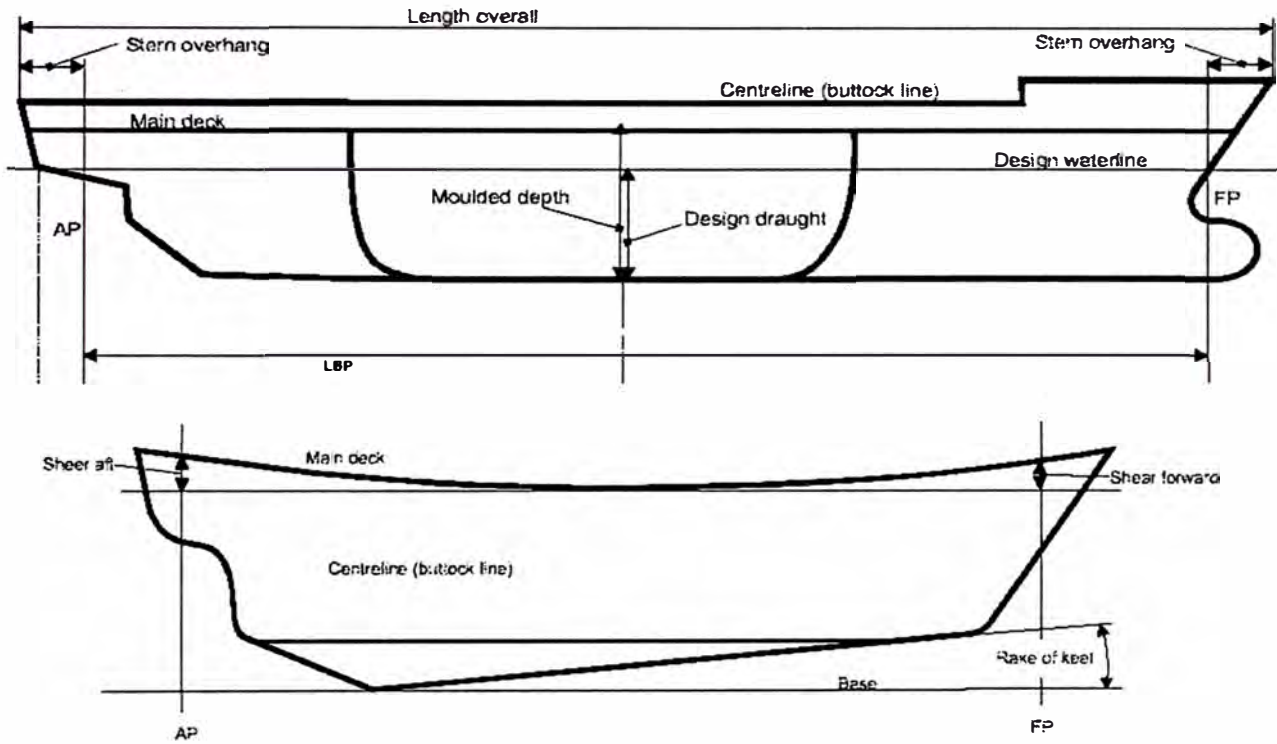


Figura 4

FLAT OF DECK	metros	N.A
GUNWALE RADIUS		X
RISE OF FLOOR	1.293	
BILGE RADIUS		X
FLAT OF BOTTOM		X
CAMBER	0.218	

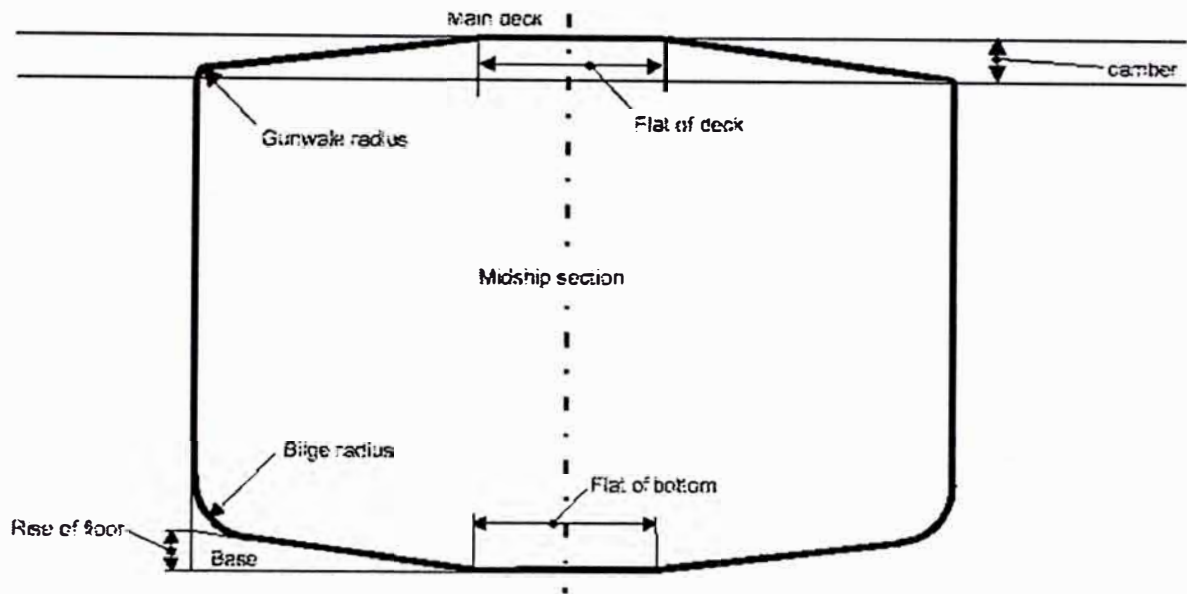


Figura5

3.1 REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO Para satisfacer la necesidad del armador, este indica los siguientes requerimientos: Tipo de embarcación Remolcador

Tipo de propulsión : Azimutal.

Zona de trabajo : Puerto de Valparaíso Chile.

Tripulación : 9 tripulantes

Capacidad de combustible : 149.5 m³

Capacidad de agua dulce : 35 m³

Aceite Lubricante : 3.13 m³

Tanque de lodos : 3.13 m³

Velocidad de remolque : 6 nudos

Velocidad en mar libre : 12 nudos

Bollard pull : 60TBP

1.1 DEFINICIÓN DE LA FORMA DEL BUQUE

Existen tres procedimientos para llevar a cabo el trazado de las formas del buque:

- a) Derivación de formas, a partir de un buque considerado bueno para los criterios primarios.
- b) Generación de formas, a partir de los parámetros principales.
- c) Series sistemáticas (desarrolladas por canales de experiencias y astilleros)

3.3 ELECCIÓN DEL BUQUE BASE

El punto de partida de este proceso es normalmente un buque base. Este término se refiere a un Diseño similar, del que se pueda disponer de información suficiente y que pueda servir de guía para las primeras fases en el diseño del proyecto. El Remolcador de referencia es uno de 52TBP construida para una empresa petrolera cuyas características son:

LOA	B	D	d	Distancia entre secciones:
24.55	9.70m	4.45m	3.1378.m	1.00m

Cap. Petróleo Diesel	130.30 m ³
Cap. de Agua Dulce	33.17 m ³
Cap. Tq. Lodos	3.130m ³
Cap. Aceite Lubricante	3.13m ³
Peso Total	308390 Kg.
Potencia Eléctrica 02 de 99KW 440/220V, 01 de 25KW 440/220V	Peso 4.2tm c/u
02 Shottel SRP 1212FB-1260KW-1600RPM Helices FPP	Peso 17.6tm c/u

02 motores Cat. 3516B 2200BHP-1600RPM	Peso 8tm c/u
Tripulación:	9 hombres

Autonomía Full Load: 11 días. (Trabajando 16 hr. Diarias. A 1600rpm)

A partir de las características del buque base se pueden estimar aspectos críticos como estabilidad, francobordo, potencia, etc. Las primeras estimaciones cambiarán necesariamente a medida que avance el proyecto.

Las Principales diferencias entre el Remolcador de referencia y el real que influyen en la estabilidad son:

Mayor peso a popa debido a motores de mayor tamaño.

Mayor peso a popa por tamaño de propulsores azimutales.

Mayor peso a popa por la estructura metálica del sistema de propulsión.

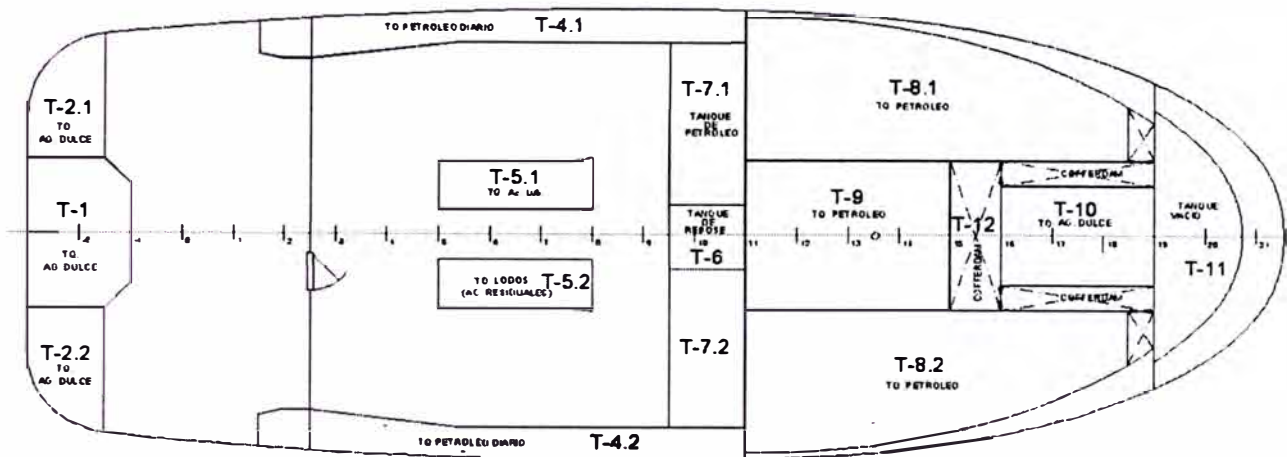
(Reforzamiento de la base del azimutal peso 3000Kg)

Mayor peso a popa por la adición de tanques de petróleo en la sala del Azimutal.

(Figura 7)

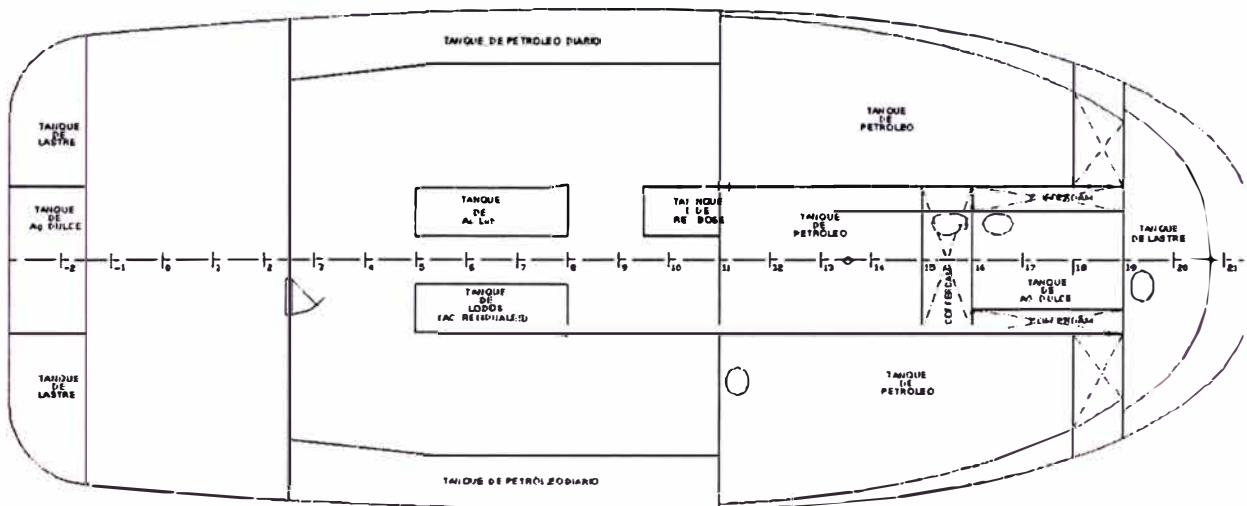
Mayor peso a popa por incremento y reforzamiento del quillote .Peso 9000Kg.

Mayor desplazamiento por peso de los equipos cambiados como, la panta de tratamientos de aguas negras, certificado por la IMO compatible con la IMO y MARPOL y winches de Peso 2000Kg. Debido al incremento de la manga se agregó acero peso 11500Kg.



TANQUES BAJO CBRTA. (buque de referencia)

Figura 6



TANQUES DE DOBLE FONDO (buque actual)

Figura 7

Se eliminó los tanques de almacenamiento de petróleo en sala de máquinas, para dar espacio al equipo de tratamiento de aguas residuales, el cual fue requerido por cliente este debe estar por debajo del piso de sala de máquinas.

Se incrementó la manga de 9.7 A 10.9m

Se corrió la línea de ejes 100mm hacia las bandas y se giró transversalmente las toberas 4.0° y se incrementó el quillote.

3.4 PROCESO O FLUJO DE TRABAJO EMPLEADO PARA EL DISEÑO.

La Figura 8 plantea una estrategia en la que partiendo de los datos preliminares que definen el buque (capacidad, autonomía y tipo de carga, dimensiones máximas, velocidad de remolque, etc.) se permite el comienzo simultáneo de las tareas de modelado del casco y del resto de los elementos que conforman el buque. Con posterioridad, cuando ya se haya definido la forma del casco, se adaptan a éste los elementos de la estructura interna. El siguiente paso consistirá en definir con un mayor detalle todos los elementos, proporcionando así, la información necesaria para plantear los procesos de fabricación.

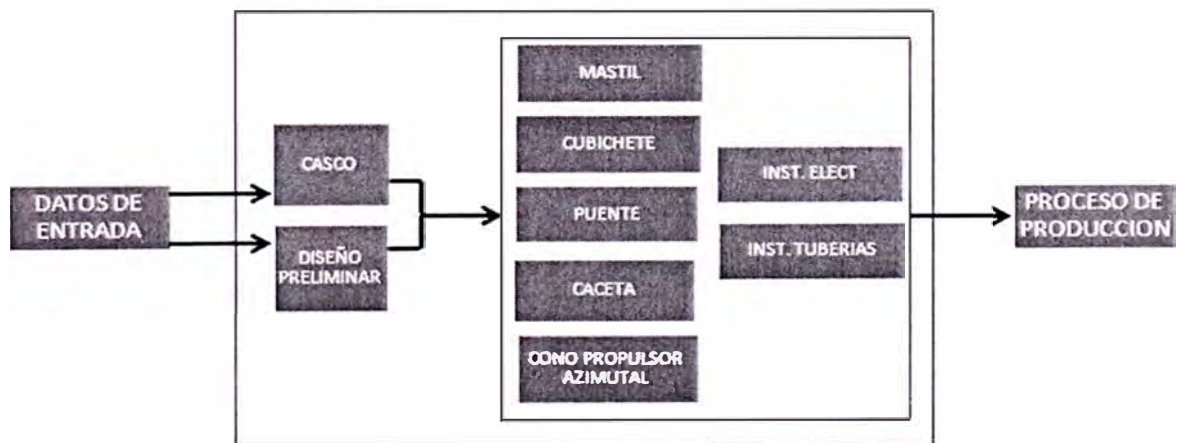


Figura 8

El proceso de diseño estará sujeto a controles y procedimientos del Sistema de Aseguramiento de la Calidad, según exigencias de la norma **ISO 9001:2008**.

El objeto del diseño es desarrollar los planos y cálculos basados en especificaciones técnicas y requerimientos del cliente, que permitirán definir la embarcación, su casco, instalaciones y maquinaria, en suficiente detalle para:

- a) Satisfacer los objetivos del cliente para el rendimiento de la embarcación.
- b) Satisfacer los objetivos del cliente para la configuración de la embarcación, su principal equipamiento y operación de sistemas.
- c) Permitir la aprobación del diseño por la Sociedad clasificadora seleccionada.

En el proceso de diseño se revisa, verifica y valida de manera apropiada cada etapa del diseño y desarrollo.

Se debe gestionar las interfaces de los diferentes grupos involucrados en el diseño desarrollo para asegurarse de una comunicación eficaz y una clara asignación de responsabilidades.

Los resultados deben actualizarse, según sea apropiado a medida que progresa el diseño y desarrollo, manteniendo registros de los resultados de las revisiones, verificaciones y de cualquier acción necesaria.

3.5 DISEÑO PRELIMINAR - ARREGLO GENERAL

Sobre la cubierta principal:

La caseta, tendrá oficina y sala star, comedor, cocina, baño, pasadizo, cuenta con barandas y 2 escaleras desmontables en popa puertas estancas, presenta revestimiento ignifugo.

El puente estará ubicado sobre la cubierta de caseta y de acuerdo al plano de Arreglo General. En su interior se ubicarán todos los equipos de navegación, comunicaciones y de control.

El puente está provisto de 360° de visibilidad. Las ventanas de proa y una de popa, estarán provistas de limpiaparabrisas eléctricos. Asegurando la máxima visibilidad en todos los sentidos.

El Capitán se ubicará en un asiento deslizante y con elevación según la medida que la disposición de los controles lo permita, estará ubicado sobre la crujía de la embarcación y a su alcance se encontrarán todos los controles de gobierno, propulsión, comunicaciones y seguridad.

El cubichete tendrá los silenciadores y sistemas de tubos escape de los motores y generadores a cada banda, también los ventiladores de sala de máquinas, los espacios del pañol y el sistema fijo de CO₂ cada una con su respectiva puerta estanca ubicada en popa.

El Mástil sobre la cubierta magistral de tipo rebatible.

También dispondrá de bitones en popa y proa, winches de remolque en proa y popa, rolete para direccionar los cabos en popa, cabezote de empuje que permita la maniobra de empuje por proa.

Bajo cubierta principal:

Se tienen los tanques de doble fondo, petróleo, rebose, agua dulce, tanques de vacío, coferdan, la sala de máquinas, sala del azimutal.

Cuenta con 3 camarotes dobles y 1 camarote triple a proa de sala de máquinas, para una capacidad total de 9 persona, baño pañol de repuestos, pasadizo.

3.6 DESARROLLO DE LAS LÍNEAS DE FORMA DEL REMOLCADOR

El procedimiento llevado a cabo es partiendo de un buque que cumple con los requerimientos del armador tanto en capacidad de combustible y capacidad de agua dulce se modificó la manga debido al incremento de peso por equipos, la estabilidad sería afectada.

El levantamiento de las líneas de forma fueron realizadas a partir del software Maxsurf (ver figura 12) teniendo en cuenta las zonas que presentarían planchajes de mayor y menor rigidez.

Coeficiente prismático C_p . Tiene influencia en la resistencia del buque. Se recomienda reducirlo (y comprobar su efecto en C_m), si hay que disminuir la resistencia al avance.

Relación B/D . Tiene influencia en la estabilidad inicial. Se recomienda aumentarla, si hay mayores exigencias de estabilidad.

Relación L/B . Tiene influencia en la maniobrabilidad. Se recomienda reducirla si se quiere mejorar la facilidad de evolución.

Relación L/T . Puede dar una idea de la frecuencia de pantocazos de la carena. Se recomienda aumentarla, si se quiere disminuir esta frecuencia.

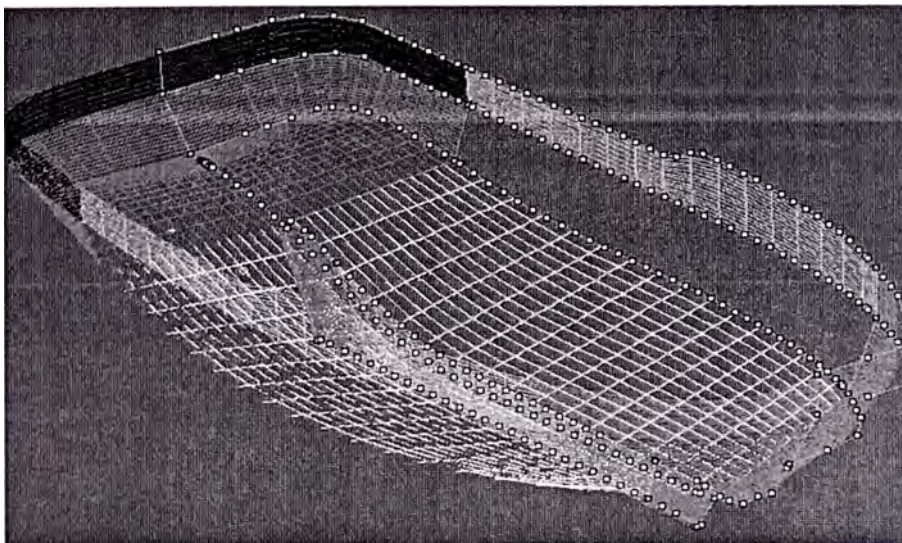


Figura 9

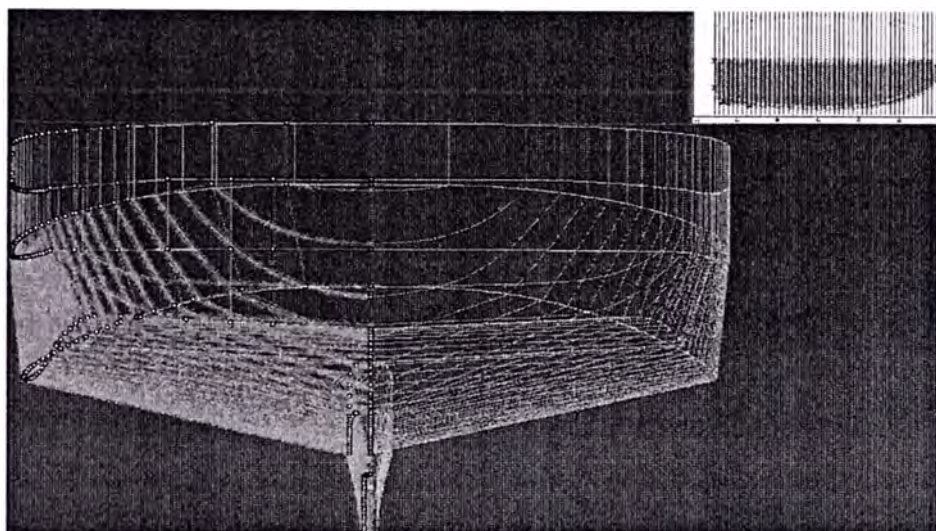


Figura 10

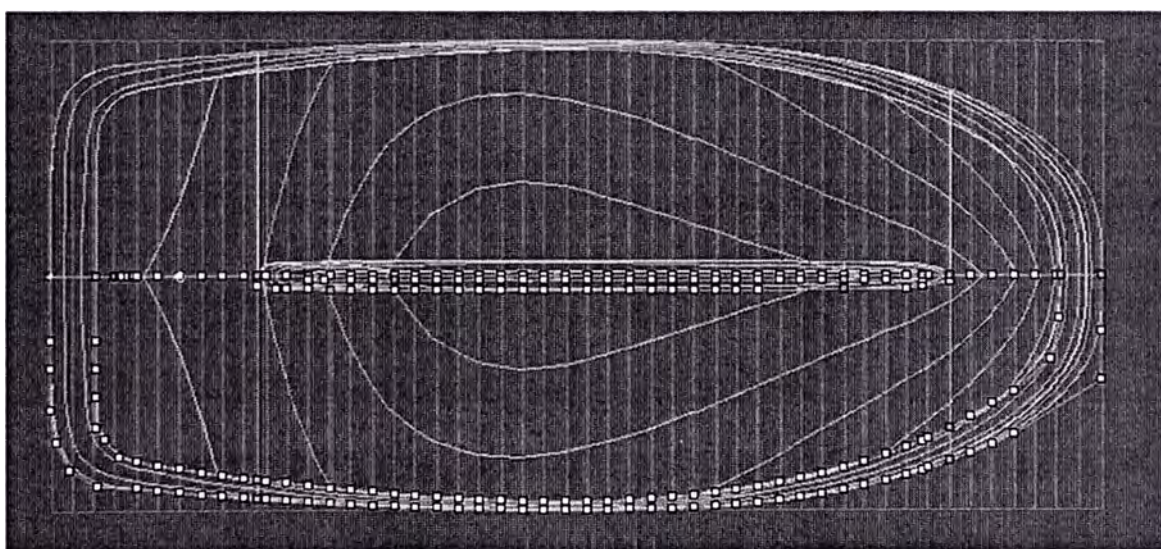
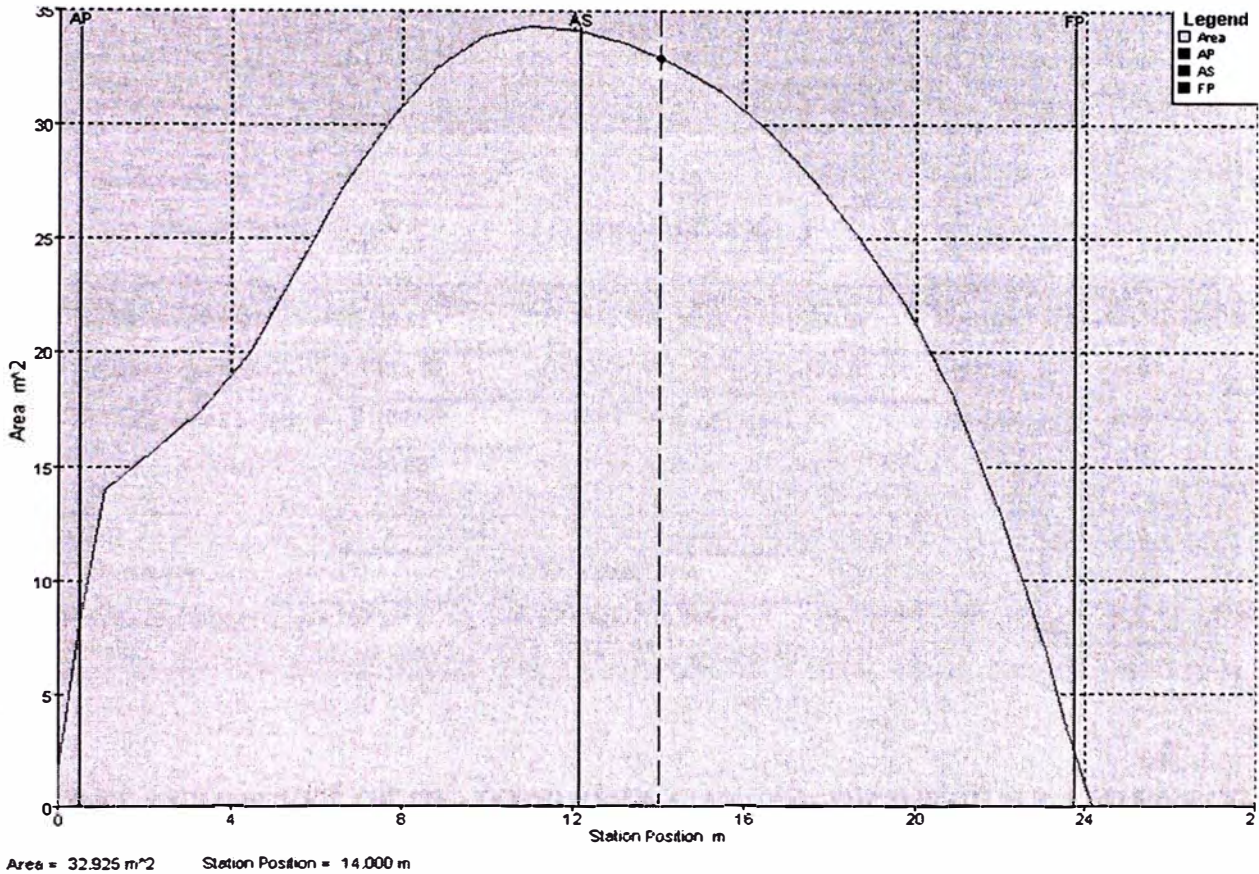


Figura 11

3.7 CURVA DE AREAS

Definiendo la ubicación de AP y FP y la sección media con el número de secciones se puede obtener la curva de áreas en el maxsurf, la cual será.



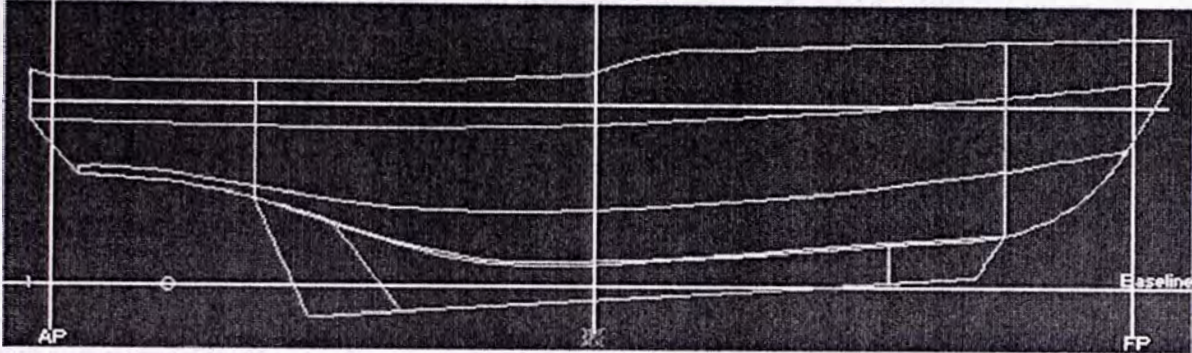
3.8 COEFICIENTE DE BLOQUE.- relaciona el volumen de la carena hasta el calado pretendido, con el volumen de un prisma rectangular de largo igual a la L_{pp} ancho igual a B y altura d .

$d = 3.78$ m como en el Autohydro es desde la línea base $d = 4.276$ m

$\nabla_{\text{buque-actual}} = 577.278 \text{ m}^3$ en verano, dado más adelante por el Autohydro.

$L = 23.25$ m $C_b = 0.434$ Dado más adelante por el Autohydro.

Parametric Transformation [X]



Parallel midbody
 Aft midbody limit Forward midbody limit

Search For:

<input type="checkbox"/> Block Coefficient	<input type="text" value="0.43"/>	LCB aft of FP	<input type="text" value="50.98"/>	% DWL	<input type="button" value="Search"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Prismatic Coefficient	<input type="text" value="0.688"/>	<input type="checkbox"/> LCF aft of FP	<input type="text" value="52.29"/>	% DWL	
<input checked="" type="checkbox"/> Midship Area Coefficient	<input type="text" value="0.666"/>	<input type="checkbox"/> Topside Flare	<input type="text" value="0"/>	Degrees	
<input type="checkbox"/> Waterplane Area Coefficient	<input type="text" value="0.891"/>				

Scale To:

<input type="checkbox"/> Displacement	<input type="text" value="583.11 t"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Beam	<input type="text" value="0 m"/>	<input type="button" value="OK"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Waterline Length	<input type="text" value="24.182 m"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Draft	<input type="text" value="5.046 m"/>	

3.9 RELACION VELOCIDAD ESLORA CASCOS DE DESPLAZAMIENTO

Se siguen los límites señalados en las reglas de clasificación ABS y reglas para cascos de desplazamiento. Como para estos tipos de cascos la relación velocidad eslora no será

mayor a 1.34 ya que si se excede se consumiría mayor combustible y por lo tanto pérdida de dinero.

$$\frac{V}{\sqrt{L}} \leq 1.34$$

$$\frac{12}{\sqrt{79.3307}} = 1.34 \leq 1.34$$

V= 12 nudos

$L_{0.85D} = 24.182\text{m} = 79.3307$ pies

3.10 MODULO DE SECCIÓN MEDIA

Según la ABS el módulo de sección mínimo del buque casco-viga, SM, en el centro del buque, se determinará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$SM = C1C2L^2B (Cb + 0.7) \text{ m-cm}^2$$

Dónde:

$$C1 = 22.40 - 0.52L \quad 18 \leq L < 24 \text{ m}$$

$$C2 = 0.01$$

Luego:

C1	C2	L = Lpp (m)	B(m)	Cb	SM(m-cm ²)
10.31	0.01	23.25	10.9m	0.434	688.88

3.11 .-CURVAS HIDROSTÁTICAS

Las curvas de atributos de carenas derechas son realizadas por el autohydro, se verá más adelante, donde para facilitar la distribución de las diferentes curvas se toma un punto de origen ubicado en la sección 0, en la línea base.

Para ubicar el punto de origen y la sección media se toma como referencia los extremos de pique de popa y proa, del casco, ya que algunas curvas se toman como referencia la sección media.

3.12 PESOS Y CENTRO DE GRAVEDAD MODIFICADOS

Se tiene el consolidado del peso en rosca y respectivo centro de gravedad

El remolcador de Referencia de 52TBP que se toma como referencia, se resta el peso de los equipos a cambiar como, sus motores y el equipo shottel, los cuales conservan similar posición, se tiene como dato:

Descripción de Equipos REM. 52TBP	Despl. & Pesos (Kg)	VCG Rf "LB" (m)	LCG Rf "ORIG" (m)	(TCG) Desde LC (m)
Schottel+Ac.	35300	1.56	0.17	0.00
Motor Princ.	17000	3.28	6.70	0.00
Grupo electrógeno	2380	3.02	5.15	0.07
Unidad Hidráulica de fuerza para Winches	250	2.54	3.59	1.085

Grupo Electrógeno de Emergencia	500	3.46	5.15	0.00
Defensa tipo D	1670	5.614	20.451	0.00
	51300	2.013	2.209	0.00

Al peso en liviano del remolcador en mención se le restan estos equipos:

Peso en liviano del REM. 52TBP.	316483.78	4.245	8.516	0.00
	51300	2.013	2.209	0.00
	265183.8	5.090	10.081	0.00

Más adelante con este dato se interpola los resultados de tabla Hidrostáticas, para determinar el d_f calado en el centro de flotación

4.3 CURVAS DE ESTABILIDAD INTACTA

La curva de estabilidad estática para un buque en cualquier condición particular de carga se obtiene mediante el trazado de los brazos adrizantes contra ángulo de escora según sea el caso del cual se observa que los brazos adrizantes crecen hasta alcanzar un máximo, que corresponderá a un determinado ángulo de escora según el buque y condición de carga para decrecer luego y anularse y desde un cierto valor de la escora en adelante hacerse negativos es decir convertirse en brazos escorantes. El ángulo para el que el brazo adrizante se anula será, pues, el máximo ángulo que

puede escorarse el buque de modo que este vuelva, por sí solo, a drizarse. En efecto, para brazos escorantes negativos las cuplas también lo serán y tenderán a escorar cada vez más el buque, Este ángulo se llama alcance de la estabilidad.

Cupla de brazos Adrizantes = $\Delta.GZ$ rad.m

El brazo de esta cupla es llamado brazo adrizante o escorante

Para el remolcador se procuró que la estabilidad inicial como la de grandes ángulos se mantenga dentro de los límites aconsejados por la clasificadora.

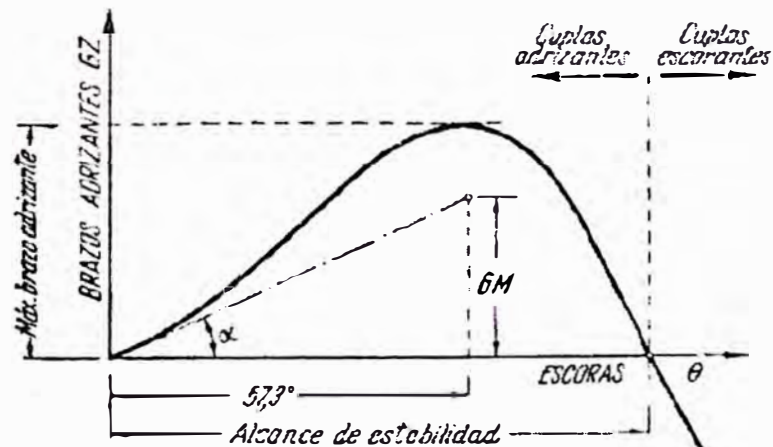


Figura 12

4.4 ESTABILIDAD DINAMICA

4.4.1 **PAR ESCORANTE ESTÁTICO.**- La inclinación del buque es lento puede tomar una posición de equilibrio en θ_1 o θ_2 quedando en cualquiera de esas dos posiciones.

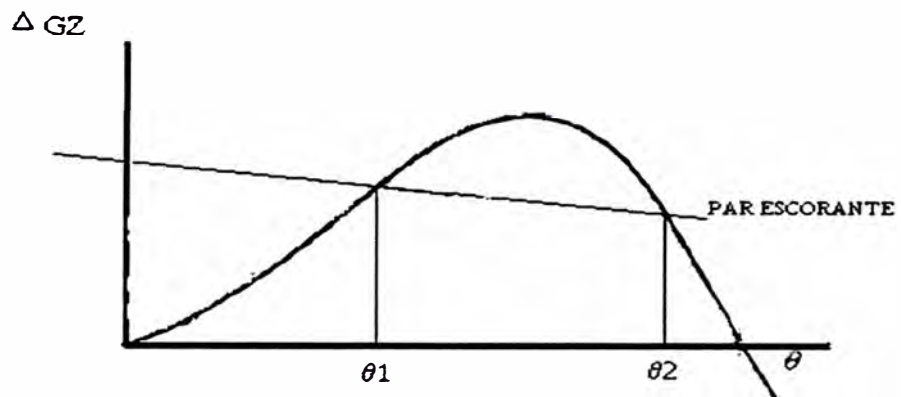


Figura 13

4.4.2 **PAR ESCORANTE DINÁMICO.**- luego de escorar un ángulo θ de manera violenta y luego de regresar a θ_1 en este ángulo está oscilando quedándose en este ángulo (estabilidad está para que ocurra esto $A_1=A_2$, θ (ángulo de equilibrio dinámico))

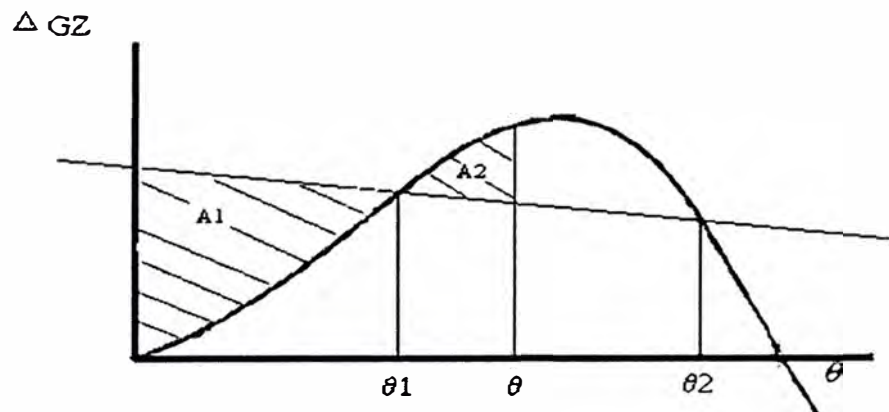


Figura 14

Cuando el par escorante es otro y el buque se escora de manera violenta llegando o sobrepasando θ_2 entonces $A1=A2$ para que el buque llegue a la posición de equilibrio dinámico θ_2 .

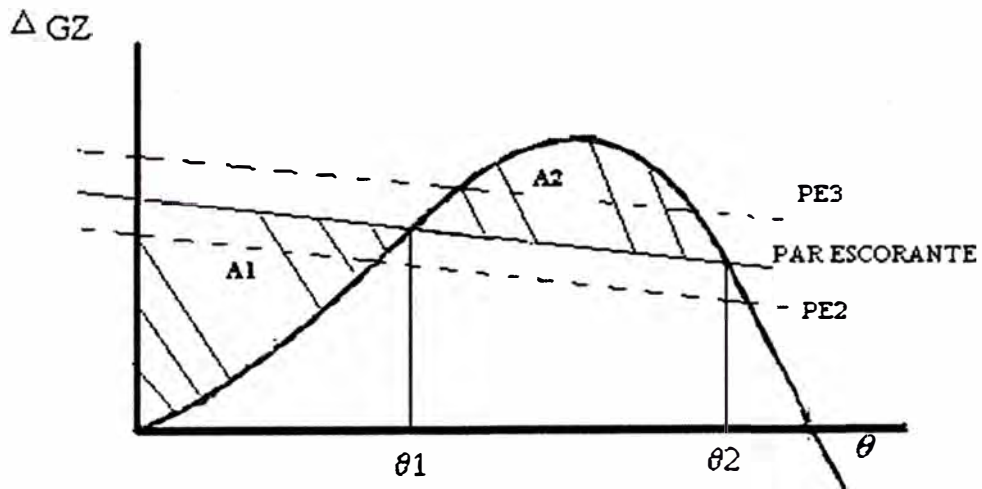


Figura 15

Cuando el $A2 > A1$ no hay equilibrio dinámico el buque se vuelca.

CAPITULO IV

CARACTERISTICAS TECNICAS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL REMOLCADOR AZIMUTAL.

El software en el que se basó el modelado del casco fue el Maxsurf, ya que dispone de una gama de geometrías primitivas y herramientas de modelado que aceleran enormemente el proceso de diseño teniendo esta además un coste menor. Las formas de este remolcador son de gran rendimiento y garantizan la correcta fluidez del agua hacia la popa para lograr el máximo aprovechamiento de la Maniobrabilidad, Estabilidad y Potencia.

MANIBRABILIDAD.-El buque tiene que estar diseñado para maniobrar en varias direcciones tanto en puerto como mar libre, la forma hidrodinámica del casco influye en la maniobrabilidad y el sistema shotell, con el giro de 360° sobre su eje proporciona una movilidad al remolcador en todas sus direcciones.

ESTABILIDAD.-Debe poseer una estabilidad favorable bajo todas las condiciones de carga y remolque, por ello deberán analizarse los efectos de remolque sobre la estabilidad transversal.

La curva de estabilidad estática para el remolcador debe ser positiva hasta las 50° con un brazo de estabilidad (distancia desde el metacentro y el centro de gravedad) de

4.1 ASPECTOS TÉCNICOS DEL DISEÑO

4.1.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL DISEÑO

Tipo de buque: Remolcador de altura.

Zona de operación: El área de operación será puertos de Chile y Mar Libre.

Horas de Navegación	: 16 hr
Eslora total	: 26.00 m (incluye accesorios)
Eslora LOA	: 24.55 m (sólo casco)
LBP	: 23.250 m
Manga moldeada B	: 10.90 m
Puntal moldeado D	: 4.45 m
Calado de diseño Max	: 3.95 m
Calado de diseño d_D	: 3.78 m
Eslora de flotación LWL_{0.85D}	: 24.18m
Velocidad en pruebas	: 12+-5nudos
Autonomia de trabajo continua.	: 10 dias
Desplazamiento Max	: 519tm
Propulsión	: 02 CAT 3516B HD 2575BHP@16000RPM
c/u. Peso 8.5 tm c/u	
Bollard Pull	: 60TM AVANTE.
Tripulación	: 09 tripulantes

4.1.2 INFORMACIÓN TÉCNICA DEL MOTOR Y PROPULSOR AZIMUTAL

	REMOLCADOR DE REFERENCIA	REMOLCADOR 60 BP
MOTOR	02xCAT 3516B 2200BHP@1600RPM	02xCAT 3516C HD 2575BHP@1600RPM
	Peso (c/u): 8.0 tons	Peso (c/u): 8.6 tons
PROPULSOR	SCHOTTEL SRP 1212FP	RR US205 FP
	Diámetro Hélice: 2300mm	Diámetro Hélice: 2400mm
	Peso (c/u): 16.0 tons	Peso (c/u): 19.5 tons

4.1.3 REGLAMENTACION APLICABLE

La embarcación ha de cumplir con lo siguiente:

- a) Convención de Línea de Carga Internacional 1966 y su última Enmienda (no aplica, eslora de francobordo menor a 24.0m).
- b) Criterios de estabilidad de la Sociedad Clasificadora ABS
- c) Convención Internacional de Prevención de Colisiones en el Mar.
- d) MARPOL 73/78
- e) Reglas de la Sociedad Clasificadora ABS: Rules for Building and Classing Steel Vessel under 90 Meters (295 ft.) in Lenght (ultimo version).

4.2. CALCULO DE ESTRUCTURAS

Se sigue la regla de clasificación ABS , para hallar los elementos estructurales tanto longitudinalmente como transversalmente así como también el planchaje del casco

las planchas del fondo ,planchas laterales ,y el planchaje de la cubierta principal, se calcula los refuerzos estructurales para la caseta, el puente, el cubiche

Emplearemos el reglamento ABS para el cálculo de la estructura resistente del barco.

Para un correcto dimensionamiento, el ABS exige que el casco del barco se divida en tres zonas:

Zona central, que abarca el 40 % de la eslora

Zona de popa, que será la comprendida entre el extremo de popa de la zona central antes considerada, hasta la popa.

Zona de proa, la cual abarca desde la proa de la zona central, hasta la proa.

Los valores de los espesores que se deducen de las formulas deberán redondearse al medio milímetro más cercano. Puede exigirse un aumento de los escantillones Reglamentarios cuando el buque pueda estar sometido a sollicitaciones anormales, Especialmente como consecuencia de su elevada potencia propulsora, la naturaleza o la distribución muy desigual del cargamento, sus particularidades de explotación, de construcción o de trazado.

4.2.1 QUILLA

Eslora de diseño:

$$t = 0.625.L + 12.5mm.$$

$$h = 1.46.L + 100mm.$$

$$L = 23.25 \text{ m}$$

$$t = 27.03mm.$$

$$h = 133.95mm.$$

Se sabe que h/t no debe ser mayor que 4.5

$$h/t = 4.9551.$$

Por lo tanto t será el mínimo:

$$t \leq \frac{h}{4.5}$$

$$t = 133.95/4.5 = 29.77\text{mm.}$$

4.2.2 RODA

$$t = 0.625.L + 6.35\text{mm.}$$

$$w = 1.25.L + 90\text{mm.}$$

$$L = 23.25 \text{ m}$$

$$t = 20.88\text{mm.}$$

$$h = 119.06\text{mm.}$$

Se sabe que h/t no debe ser mayor que 5.5

$$h/t = 5.70.$$

Por lo tanto t será el mínimo:

$$t \leq \frac{h}{5.5}$$

$$t = 119.06/5.5 = 21.65\text{mm.}$$

4.2.3 VAGRA

Dentro de 0.4L

$$t = (0.063.L + 4)\text{mm.}$$

$$A = (0.038.L^{1.5} + 17)\text{cm}^2.$$

Dentro de 0.1L

$$t = 0.85(0.063.L + 5)\text{mm.}$$

$$A = (0.025.L^{1.5} + 20)\text{cm}^2$$

$$SM = 7.8.c.s.h.l.^2 \text{ cm}^3.$$

$$h_w = 145.l.\text{mm}$$

$$t = 0.01.h_w + 3\text{mm}$$

Datos:

$$L = 23.25\text{m}$$

$$c = 0.915$$

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

$$h = 4.11\text{m}$$

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

Dentro de 0.4L

$$t = 5.465 \text{ mm} \quad \text{espesor del alma}$$

$$A = 21.260 \text{ cm}^2 \quad \text{Area del ala}$$

Dentro de 0.1L

$$t = 5.495 \text{ mm} \quad \text{espesor del alma}$$

$$A = 22.803 \text{ cm}^2 \quad \text{Area del ala}$$

$$SM = 234.66 \text{ cm}^3 \quad \text{SM M\u00ednimo Requerido}$$

$$hw = 290.00 \text{ mm} \quad \text{hw m\u00ednima del alma}$$

t = 5.900 mm t mínimo del alma

4.2.4 VARENGA REFORZADA

Datos: $SM = 7.8.c.s.h.l.^2 cm^3.$
 $h_w = 145.l.mm$
 $t = 0.01.h_w + 3mm$

L = 23.25m

c = 0.915

s = 2m

h = 4.11m

l = 2m

SM= 2,303.48 cm³ Mínimo Requerido

hw= 1,189.00 mm hw mínima del alma

t = 14.890 mm t mínimo del alma

4.2.5 CUADERNAS SIMPLES

Datos: $SM = 7.8.c.s.h.l.^2 cm^3.$
 $h_w = 0.02L + 0.46.mm.$

L = 23.25m

c = 0.915

s = 0.5m

h = 1.510m (se toma el mayor valor)

hw = 0.93m

l = 3m

SM = 48.5 cm³ mínimo requerido

4.2.6 CUADERNAS REFORZADAS

Se recomienda dar 25% más al modulo

$$SM = 1.25.(7.8.c.s.h.l.^2)cm^3.$$

$$h_f = 0.02L + 0.46.mm.$$

$$t = 0.014.L + 7.2mm$$

Datos:

$$L = 23.25m$$

$$c = 0.915$$

$$s = 2m$$

$$h = 1.2m \text{ (se toma el mayor valor)}$$

$$hf = 0.46m$$

$$l = 3m$$

SM = 85.64 cm³ mínimo requerido

hf = 250.00mm altura mínima del alma

t=5.5mm espesor del alma minimo

4.2.7 PALMEJAR

Se recomienda dar 25% más al modulo

$$SM = 1.25.(7.8.c.s.h.l.^2)cm^3.$$

$$h_f = 0.02L + 0.46.mm.$$

$$t = 0.014.L + 7.2mm$$

Datos:

$$L = 23.25m$$

$$c = 0.915$$

$$s = 1.2m$$

$$h = 1.0m \text{ (se toma el mayor valor)}$$

$$hf = 0.46m$$

$$l = 3\text{m}$$

SM = 96.35 cm³ mínimo requerido

hf = 19.13mm altura mínima del alma

t = 7.526mm espesor del alma mínimo.

4.2.8 BAOS SIMPLE

$$SM = 7.8.c.s.h.l.^2 \text{ cm}^3.$$

$$h = \frac{P.3.66.}{25850} \text{ m}$$

P = en N/m² (h no debes ser menor que 1.23m), se toma el mayor valor.

Datos:

$$L = 23.25\text{m}$$

$$c = 0.6$$

$$s = 0.5\text{m}$$

$$h = 6.25\text{m (para 4.5ton/m}^2\text{)}$$

$$l = 2.85\text{m}$$

SM = 118.8 cm³ mínimo requerido

4.2.9 BAOS REFORZADO

$$SM = 7.8.c.b.h.l.^2 \text{ cm}^3.$$

$$h_f = (58.3xl)mm$$

$$t = (0.01.h_f + 4)mm$$

Para cubierta a la intemperie

h = 3.66 m para una carga de 25850 N/m²

(h no debes ser menor que 1.23m), se toma el mayor valor.

Datos:

$$L = 23.25\text{m}$$

$$c = 0.6$$

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

$$h = 6.94\text{m (para } 5\text{ton/m}^2\text{)}$$

$$l = 2.85\text{m}$$

$$SM = 585.03 \text{ cm}^3 \text{ m\u00ednimo requerido}$$

$$h_f = 174.9\text{mm altura m\u00ednima del alma}$$

$$t = 5.749\text{mm espesor m\u00ednimo del alma.}$$

4.2.10 **ESLORAS**

$$SM = 7.8.c.b.h.l.^2 \text{ cm}^3.$$

$$h_f = (58.3xl)\text{mm}$$

$$t = (0.01.h_f + 4)\text{mm}$$

Para cubierta a la intemperie

$$h = 3.66 \text{ m para una carga de } 25850 \text{ N/m}^2$$

(h no debes ser menor que 1.23m), se toma el mayor valor

Datos:

$$L = 23.25\text{m}$$

$$c = 0.6$$

$$b = 2.4\text{m}$$

$$h = 6.94\text{m (para } 5\text{ton/m}^2\text{)}$$

$$l = 2.0\text{m}$$

$$SM = 312.02 \text{ cm}^3 \text{ m\u00ednimo requerido}$$

$h_f = 116.60\text{mm}$ altura mínima del alma

$t = 5.166\text{mm}$ espesor mínimo del alma.

4.2.11 PUNTALES

$$W = (n.b.h.s)\text{cm}^3.$$

Para cubierta a la intemperie

$h = 3.66\text{ m}$ para una carga de 25850 N/m^2

(h no debes ser menor que 0.81m), se toma el mayor valor.

Datos:

$$L = 23.25\text{m}$$

$$n = 7.04\text{m}$$

$$b = 1.6\text{m}$$

$$h = 4.17\text{m (para } 3\text{ton/m}^2\text{)}$$

$W = 117.34\text{ KN}$ bien hacer la carga mínima requerida.

4.3 MAMPAROS

4.3.1 MAMPARO DE COLISIÓN

$$t = \left(\frac{s.k.\sqrt{q.h}}{c} + 1.5 \right).mm$$

En ningún caso t debe ser menor que:

$$t = \left(\frac{s}{200} + 2.5 \right).mm$$

Datos:

$$s = 533\text{mm}$$

$$\alpha = 9.20$$

$$k = 1.00$$

$$Y = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$q = 1.00 \text{ N/mm}^2$$

$$h = 4.50 \text{ m}$$

$$c = 254.00$$

$$t = 5.95 \text{ mm}$$

t no debe ser menor a $t = 5.17 \text{ mm}$

$$\mathbf{t = 6.0 \text{ mm}}$$

4.3.2 OTROS MAMPAROS

$$t = \left(\frac{s \cdot k \cdot \sqrt{q \cdot h}}{c} + 1.5 \right) . \text{mm}$$

En ningún caso t debe ser menor que:

$$t = \left(\frac{s}{200} + 2.5 \right) . \text{mm}$$

Datos:

$$s = 560 \text{ mm}$$

$$\alpha = 9.20$$

$$k = 1.00$$

$$Y = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$q = 1.00 \text{ N/mm}^2$$

$$h = 4.50 \text{ m}$$

$$c = 290.00$$

$$t = 5.6 \text{ mm}$$

t no debe ser menor a $t = 5.3 \text{ mm}$

$$\mathbf{t = 6.0 \text{ mm}}$$

4.3.3 REFUERZOS DE LOS MAMPAROS

4.3.3.1 DE COLISIÓN

Se recomienda incrementar en 25% el módulo de sección.

Datos: $SM = 1.25.(7.8.c.b.hl.^2)cm^3$.

c =0.58

s =0.53m

h =2.30m

l =2.89m

SM = 57.57cm³

4.3.3.2 OTROS MAMPAROS

$$SM = (7.8.c.b.hl.^2)cm^3.$$

Datos:

c =0.3

s =0.56m

h =1.5m

l =2.5 m

SM = 12.29cm³

4.4 DESARROLLO DEL FORRO

4.4.1 **CASCO FONDO.**- El forro del fondo será construido en plancha de acero naval de 8.0 mm de espesor, incrementando su espesor donde sea necesario; bajo el compartimiento de acomodación en proa se tendrá un doble fondo conformando los tanques de almacenamiento de combustible, agua dulce y cofferdam. Con el fin de

dar continuidad estructural al fondo, las carlingas de la máquina principal de babor y estribor serán prolongadas, tanto hacia proa como hacia popa.

$$t = \frac{s\sqrt{h}}{254} + 2.5mm.$$

s=500, h=4.45=D, t=6.66mm

Para $4.45 > h > 2.42$

Acero Comercial t=8.0mm.

s=500, h=4.45=D, t=6.66mm

Para $4.45 > h > 2.42$

Acero Comercial t=8.0mm.

4.4.2 CASCO LATERAL O COSTADO. - El forro lateral será construido en planchas de acero naval de 8.0 mm de espesor enteramente soldado longitudinalmente y con costuras verticales escalonadas (de ser posible). Se reforzarán los espesores donde sea necesario, de modo de presentar una estructura adecuada para recibir la defensa tipo D, que corre longitudinalmente en la amurada.

s=500, h=4.45=D, t=6.44mm (Dentro de 0.5L) Para $4.45 > h > 2.42$

t=6.44mm (Dentro de 0.1L)

Acero Comercial t=8.0mm.

4.4.3 CUBIERTA.-La cubierta principal será construida en plancha de acero naval de 8. mm de espesor y debidamente reforzada en las zonas de trabajo para pesos concentrados de hasta 5 TM/m². Los refuerzos longitudinales serán perfiles fabricados con platinas de acero donde sea necesario. Las cubiertas tanto del puente como la sobre cubierta del puente serán de 6.4 mm de espesor.

$$t = \frac{s\sqrt{h}}{254} + 2.5mm.$$

como la sobre cubierta del puente serán de 6.4 mm de espesor.

$s=500$,

Para cubierta a la intemperie $h= 3.66$,

Para una carga de 25850N/m^2 .

$h= 6.94\text{m}$ para 5 t/m^2

Donde h no debe ser menor que 1.73

$t=7.69\text{mm}$

Acero Comercial $t=8.0\text{mm}$

4.5 ESCANTILLANDO SUPERESTRUCTURA

4.5.1 CASETA.- El planchaje de proa de la caseta será construido en plancha de acero naval de 6.4 mm de espesor, los planchajes laterales y de popa serán en plancha de 6.4 mm de espesor. La caseta será reforzada mediante ángulos de 75×75 mm fabricados en plancha de acero de 6.4 mm de espesor.

$s= 500\text{mm}$ $L=23.250\text{m}$ h (frontal) = 9.9 h (lateral) = 3.3

$$t = 3s\sqrt{h}\dots\text{mm}$$

Mamparo frontal $t= 4.72 \text{ mm}$

Mamparo laterales $t= 2.72\text{mm}$

En ningún caso t debe ser menor que: $t = \left(\frac{s}{0.6} \right) (6 + 0.02L) \text{mm}$

t (general)= 5.0mm

t (frontal)= 5.39mm

t (lateral)= 4.55mm

Por lo tanto: $t(\text{frontal})=5.39\text{mm}$ Acero Comercial $t=6.4\text{mm}$ $t(\text{lateral})=5.00\text{mm}$

Acero Comercial $t=6.4\text{mm}$

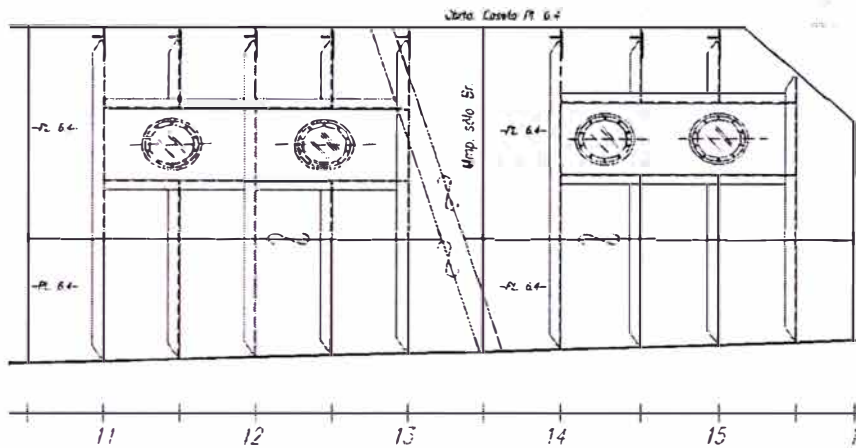


Figura 17

4.5.2 PUENTE.- El planchaje será construido con plancha de acero de 6.4 mm. De espesor y reforzada mediante ángulos de 75 x 75 mm. Fabricados en plancha de acero de 6.4 mm. de espesor.

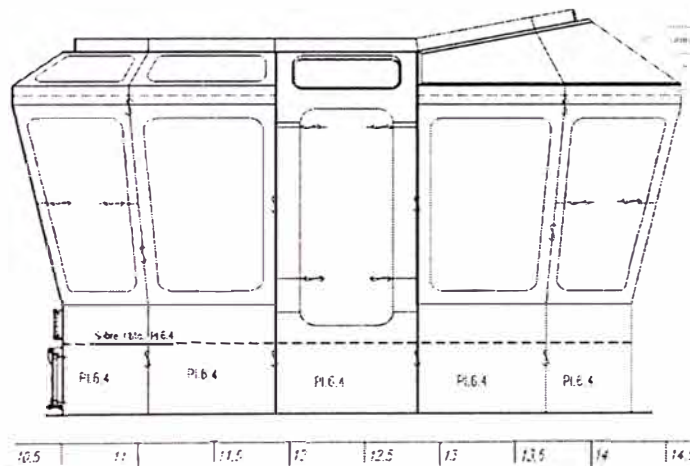


Figura 18

4.6 ESTRUCTURA GENERAL

Generalmente, y por llevar un cierto orden, se suele trazar de forma general una disposición aproximada de los elementos estructurales que conformen el buque. Una

vez realizado este proceso, es más sencillo calcular todo lo necesario. Visto en conjunto, el buque posee estructura transversal, por lo que se puede Considerar estructurado con anillos transversales (baos, cuadernas, varengas). Con esta concepción del buque en cuanto a la estructura se refiere, los elementos que conforman los anillos transversales van a ser considerados como elementos primarios.

4.7 MÓDULO DE SECCIÓN DE LA CUADERNA MAESTRA

Para el cálculo del módulo de la cuaderna maestra el reglamento establece que se pueden incluir los siguientes elementos Ver tabla que se desarrollen entre la sección media y $0.4L$: Plancha de cubierta

Plancha del fondo

Vigas del fondo

Plancha y refuerzos longitudinales de un mamparo longitudinal

Longitudinales de cubierta

Longitudinales de costado

Longitudinales del fondo

Longitudinales de escotillas

Esloras

CALCULO DEL MODULO RESISTENTE

Elemento	Descripción	Cant.	Dimensiones		Area Unit (cm ²)	Area (total) (cm ²)	d (LB) (cm)	Mto. Estático (cm ³ xcm)	d (E.N.) (cm)	Mto Inercia (cm ³ xcm ³)	Inercia Propia I _y (cm ⁴)
			b (cm)	h (cm)							
Quilla	ple.1391x 9.5	1	2.5	20	50	50	15.1	755	-249.3	3107524.5	1655.67
pl. fondo	pl. 8	2	456	1.1	501.6	1003.2	43.7	43839.84	-220.7	48864357.17	50.58
pl. Pantoque	pl. 8	2	140.4	1.1	154.44	308.88	134.6	41575.248	-129.8	5204022.595	15.57
pl. Costado	pl. 8	2	1.1	261.4	287.54	575.08	322.1	185233.268	57.7	1914508.093	1537299.72
Traca cinta	pl. 8	2	1.6	60	96	192	482.4	92620.8	218	9124608	28800.00
pl.cubierta	pl. 8	2	410.5	0.9	369.45	738.9	521.2	385114.68	256.8	48727676.74	24.94
pl.cubierta	pl. 8	1	280	0.9	252	252	531.9	134038.8	267.5	18032175	17.01
vagra de Costado	T1100x9.5x120x20	4	1.2	88.7	106.44	212.88	95.7	20372.616	-168.7	6058498.807	69786.41
Long. Fondo 1	T 300x100x8	2	1.5	1	21	42	66.3	2784.6	-198.1	1648231.62	343.00
Long. Fondo 2	T 425x100x8	2	1.5	14	21	42	74.5	3129	-189.9	1514604.42	343.00
Long. Costado 1	T 200x75x6.4	2	13	1.4	18.2	36.4	246.1	8958.04	-18.3	12189.996	2.97
Long. Cubierta 1	T 150x80x8	2	0.8	10	8	16	507.9	8126.4	243.5	948676	66.67
Long. Cubierta 2	T 150x80x8	2	0.8	10	8	16	513.6	8217.6	249.2	993610.24	66.67
Eslora 1	T250x6.4x90x8	1	32	1.4	44.8	89.6	515.5	46188.8	251.1	5649388.416	7.32
Eslora 2	T250x6.4x90x8	1	1.4	20	28	56	598.8	33532.8	234.4	3076828.16	933.33
Mamparc	pl.35 CCx8	2	0.8	10	8	42	246.1	8126.4	218	948676	343.00
						4543,59	Total	1101270,217		76949093	892299,93

El eje neutro se ha considerado en la intersección de la línea base con la línea de crujía y los elementos considerados son los que se muestran en la siguiente figura

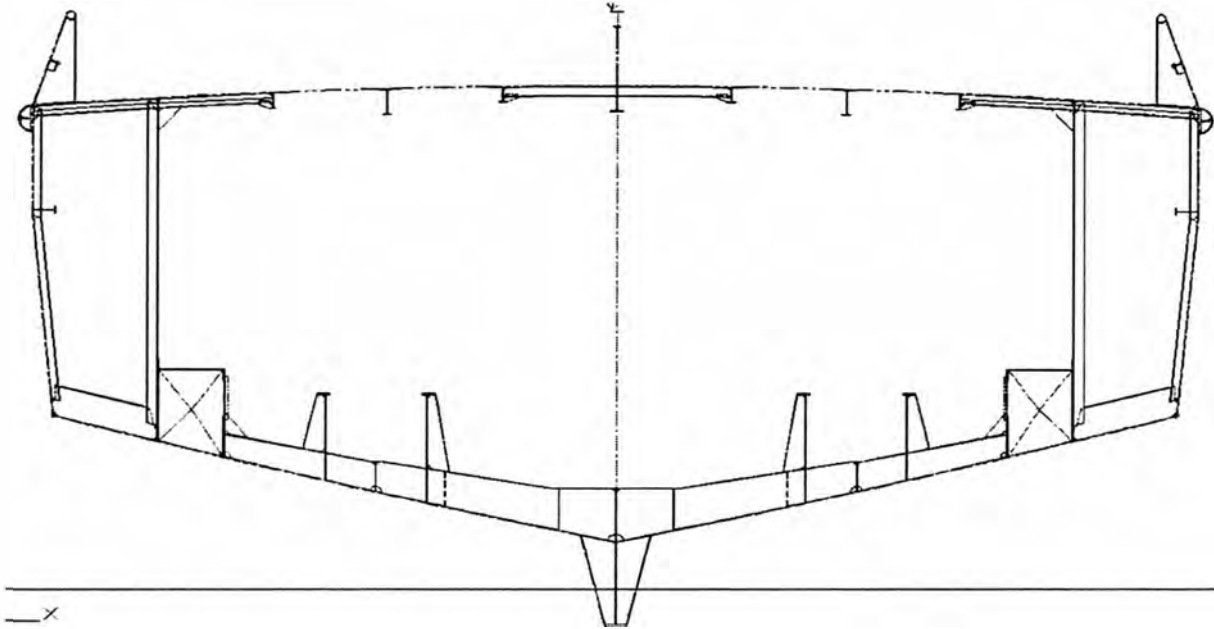


Figura 19

Ahora para calcular el eje neutro de nuestra cuaderna consideraremos la siguiente formula:

$$\bar{Y} = \frac{\sum A.d}{\sum A}$$

$$\bar{Y} = \frac{1101270.217}{4543.59} = 242.38cm$$

Luego para calcular el momento de inercia con respecto al eje neutro a 2423.8mm de la línea base usaremos la siguiente formula:

$$I_{EN} = I_O + Axd_{EN}$$

$$I_{EN} = 892299.93 + 76949093.2 = 77841393.13cm^4$$

Para calcular el momento resistente en la cubierta consideraremos una distancia

$y=203\text{cm}$.

$$W_c = \frac{I_{EN}}{y} = \frac{77841393.13}{203} = 383455.13\text{cm}^3$$

Ahora para calcular el momento resistente en el fondo consideraremos una distancia

$y=240.3\text{cm}$

$$W_c = \frac{I_{EN}}{y} = \frac{77841393.13}{240.3} = 323934.22\text{cm}^3$$

Al comparar nuestros momentos resistentes calculados sobre la cuaderna confeccionada en base al cálculo de escantillado, se puede observar que estos momentos son muy superiores al momento mínimo requerido para la sección por la clasificadora ABS.

4.8 HABITABILIDAD

La vida a bordo se caracteriza por unas condiciones peculiares muy diferentes de las de tierra, con la posibilidad de cambios bruscos de temperatura (desplazamientos entre distintas zonas climáticas) e incluso cambios estacionales (paso de hemisferio norte a sur, o viceversa), con la consiguiente alteración del ritmo biológico. También destaca el efecto continuo del ruido y la vibración del barco, la limitación del espacio vital o incluso la escasa actividad física del marino (exceptuamos la pesca, donde la actividad física es notable), o la exposición a riesgos biológicos que hacen que el trabajador esté expuesto a un mayor riesgo de ver alterada su salud.

El tripulante debe disfrutar de unas condiciones de habitabilidad, ambientales y de los suministros adecuados. La colaboración de los miembros de la tripulación es imprescindible para mantener un medio ambiente sano. Al mismo tiempo, el capitán

o patrón del barco o en quien éste delegue debe asegurarse de las buenas condiciones sanitarias a bordo, mediante inspecciones periódicas.

La habitabilidad del remolcador está condicionada por su diseño y construcción, que, afortunadamente, es un aspecto cada vez más cuidado en los nuevos buques. Posteriormente estas condiciones estarán influenciadas por el mantenimiento y por el tipo de actividad que se desarrolle en cada zona del barco.

Analizaremos los aspectos que más inciden en la prevención de los riesgos para la salud a bordo.

4.9 SUBDIVISION ESTANCA DEL REMOLCADOR

Compartimentado es la subdivisión del buque en compartimientos estancos por medio de mamparos estancos al agua, longitudinales y transversales.

El Remolcador está sujeto a las normas de las Sociedades Clasificadoras al respecto como la ABS. Presenta 3 mamparos estancos transversales las cuales dividen al remolcador en Sala de Azimutal, Sala de Máquinas, Sollado, Pique de Proa.

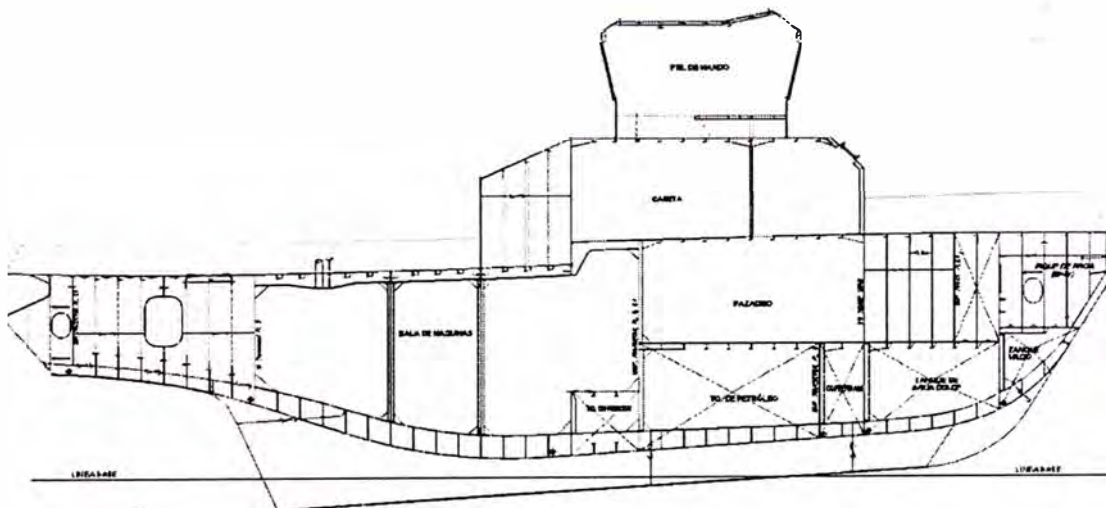


Figura 20

4.10 SISTEMAS

4.10.1 SISTEMA DE ACHIQUE, LASTRE, CONTRAINCENDIOS

Todas las tuberías de lastre, achique y contra-incendio serán de acero ASTM A-53 B SCH 40 galvanizadas. Las válvulas, filtros, cajas de lodos, manifolds y bombas serán provistas de acuerdo con el diámetro de las tuberías y a los requerimientos de la Sociedad Clasificadora.

Serán instaladas succiones con rejillas del sistema de achique en los siguientes compartimientos:

Uno en Pique de proa, accionado por una electro-bomba sumergible para uso independiente.

Uno en el Pañol de Cadenas

Uno en el cofferdam de proa

Dos en la Sala de Máquinas

Uno en Sala del Azimutal

El agua de mar para el servicio de baldeo de cubierta será proporcionada por las bombas de servicio general y/o contra incendio mediante tomas que para este fin serán instaladas en la cubierta principal.

4.10.2 SISTEMA DE COMBUSTIBLE

Las tuberías del sistema serán de acero ASTM A-53 B SCH 40. Todo el sistema se limpiará luego de ser pre-fabricado (flushing). La bomba de transvase de petróleo, junto con el manifold, válvulas, etc. serán adecuadas para la transferencia de petróleo de un tanque a otro, es decir, desde cualquier tanque de almacenamiento, inclusive desde el tanque de servicio diario.

Se proporcionará y se instalará una bomba manual de emergencia tipo reloj para transferir combustible de los tanques de almacenamiento a los tanques de consumo diario.

4.10.3 SISTEMA DE AGUA POTABLE

Será fabricado con tuberías galvanizadas ASTM A-53 B SCH 40. Los tanques de agua dulce serán ubicados tal como se muestra en el plano de Arreglo General (ver Anexo). Se proporcionará agua dulce fría / caliente a los servicios higiénicos y cocina, agua dulce fría en la sala de máquinas, a través de un tanque hidroneumático y calentador de 80 lt. En la proa y popa de la cubierta principal se instalará una descarga de agua dulce fría para lavado de la cubierta. La lavadora contará con toma de agua fría y caliente

Inodoros: Cerámicos en color blanco, con suministro de 1" Ø de agua de mar. Las tapas serán de melamine color blanco.

Duchas: Forradas en fibra de vidrio, con válvulas mezcladoras de agua fría / caliente de ½" Ø.

Lavadero de la Cocina: De un pozo de acero inoxidable con grifos tipo "cuello de ganso" de ½" Ø cromados, agua fría / caliente.

Lavatorio: Cerámicos de color blanco con grifo cromados para agua fría / caliente.

4.10.4 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE SENTINA

Todas las tuberías del sistema serán de acero ASTM A-53 B SCH 40, Las tuberías de lavamanos, lavaplatos y duchas serán de cobre y los circuitos de agua caliente con aislamiento térmico, Las válvulas, filtros, cajas de lodos y bomba serán provistas de

acuerdo con el diámetro de las tuberías y a los requerimientos de MARPOL y de la Sociedad Clasificadora.

4.10.5 SISTEMAS DE AGUA DE MAR Y DESCARGAS SANITARIAS.

El sistema sanitario de agua de mar, será fabricado con tuberías galvanizadas ASTM A-53 B SCH 40. Las válvulas, filtros y bombas serán provistas de acuerdo con el diámetro de las tuberías y a los requerimientos de la Sociedad Clasificadora. Se proveerá una unidad hidroneumática para presurizar el sistema a 40 / 60 psi.

Se proveerá un tanque de tratamiento de aguas servidas. El cual luego del proceso descargará a un tanque de acero ubicado en sala de máquinas para que conjuntamente con las aguas grises sean descargados fuera de borda por medio de una bomba centrífuga autocebante externa a este tanque.

4.10.6 SISTEMA DE VENTEO SONDAJE Y LLENADO DE TANQUES

Todos los tanques de agua dulce, lastre y aceites, serán provistos de tuberías de venteo, sondaje y llenado fabricadas en acero ASTM A-53 B SCH 40. Las tuberías serán ubicadas sobre la cubierta principal, las tuberías de sondaje serán llevadas a cubierta cuando sea posible. Las válvulas e indicadores de nivel serán ubicados en los tanques que así lo permitan por su disposición, de acuerdo a los requerimientos de la Sociedad Clasificadora.

Los tanques de petróleo contarán con venteos al tanque Over flow y de este tanque, venteo común a cubierta.

4.10.7 SISTEMA HIDRÁULICO DE FUERZA.

Se instalara una Unidad Hidráulica de fuerza para el winche de proa y popa. Las tuberías hidráulicas interiores serán de acero sin costura SCH 80. Las tuberías, que van sobre la cubierta principal serán de acero inoxidable. Los interiores de las tuberías estarán exentos de impurezas, materiales sólidos u otros, para lo cual se efectuará la limpieza (flushing) con un caudal mínimo de 8 m/seg. Para asegurar que ninguna partícula mayor a 0.5 micras permanezca en el circuito. En las líneas de retorno se instalarán filtros de 0.5 micras. El Constructor proporcionará dos (2) filtros de repuesto. Todas las líneas serán probadas a 1.5 veces la presión de trabajo. La temperatura del aceite hidráulico no excederá los 65° C. El winche de proa y popa será instalado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y a los requerimientos de la Sociedad Clasificadora

4.10.8 SISTEMA DE AUXILIO EXTERIOR

Todas las tuberías del sistema serán de acero ASTM A-53 B SCH 80 galvanizadas. Las válvulas, filtros y bomba serán provistas de acuerdo con el diámetro de las tuberías y a los requerimientos de la Sociedad Clasificadora.

La bomba de auxilio exterior, operará arrastrada por el toma de fuerza delantero del motor principal de babor mediante un embrague manual de encroche y tendrá una capacidad de 600 m³/hr. y 90 m. de columna de agua, contará con dos monitores contra-incendio para agua ubicado en la cubierta del puente.

4.10.9 SISTEMAS DE VENTILACIÓN FORZADA DE SALA DE MAQUINAS

El sistema se proveerá con dos (2) ventiladores de suficiente capacidad para satisfacer los requerimientos tanto del fabricante de los motores como de la Sociedad de Clasificación.

La distribución será efectuada mediante ductos fabricados en plancha de acero galvanizado con descargas direccionadas. El sistema tendrá persianas de cierre de emergencia. La extracción será de forma natural

4.10.10 SISTEMA DE VENTILACIÓN EN ACOMODACIÓN

La cocina tendrá un sistema de extracción independiente con una campana fabricada en plancha de acero inoxidable. Este sistema proporcionará 15 cambios por hora, así como en los servicios higiénicos. El puente y el comedor contarán con sistema de aire acondicionado de 24000 BTU cada uno

4.11 EQUIPOS EN CUBIERTA

4.11.1 ANCLAS CADENAS DE FONDEO Y EQUIPOS DE AMARRE

La embarcación será dotada con dos (2) anclas tipo US NAVY (Stocklees) certificadas por La Sociedad Clasificadora y de acuerdo al numeral de equipo (aprox. 390 kg), las mismas que serán ubicadas en sus respectivos escobenes a ambas bandas de la proa de la embarcación.

Adicionalmente, será proporcionada un (01) ancla de respeto (Aprox. 180 kg) la que se ubicará sobre la cubierta principal y a proa de la embarcación montada sobre una

base especialmente diseñada para este fin.

Las cadenas con concreto de un diámetro y longitud total de acuerdo al numeral de equipo (Aprox 17.5 mm y 05 paños), serán certificadas por la Sociedad Clasificadora, así como sus elementos y accesorios de conexión.

Las líneas (espías) de amarre serán proporcionadas por el Armador. Las cadenas y anclas no serán de origen chino. Los extremos de las cadenas serán fijadas a través de arraigo de pasadores el cual será operado como sistema de largada de emergencia desde el exterior de las cajas.

4.11.2 CABRESTANTE WINCHE DE PROA

La embarcación será equipada con un cabrestante-winche ubicado en proa, de accionamiento hidráulico con las siguientes características:

Marca	:	Marco Peruano.
Tipo	:	WAR120
Roletes	:	Dos (2) barbotines, un (1) tambor
Tiro Nominal	:	64 TM
Freno	:	8.0 TM (estático)
Capacidad	:	185 m de espías de polipropileno de 204 mm. de diámetro
Vel del Tambor	:	20 m/min. (1ra capa)
Freno del Tambor	:	120 TM (1ra capa, estático)
Freno / embrague	:	Manual
Control	:	Local y remoto

4.11.3 WINCHE DE REMOLQUE

La embarcación será equipada con un winche de remolque ubicado en popa, de accionamiento hidráulico con las siguientes características:

Marca	:	Marco Peruana.
Tipo	:	WRR 120
Roletes	:	Un (1) tambor con adujador de cable
Tiro Nominal	:	10 TM a 0-15 m/min (1ra capa)
Capacidad	:	600 m de cable de 52 mm de diámetro SWL
Freno	:	120 TM (estático)
Freno / embrague	:	Hidráulico
Control	:	Local y remoto

4.11.4 GANCHO DE REMOLQUE

La embarcación será equipada con un gancho de remolque de escape rápido para 60 TM SWL, con dispositivo de amortiguación neumático, montado sobre una tornamesa sobre la crujía en la cubierta principal debidamente reforzada

4.11.5 MARCAS EN EL CASCO

Las marcas en el casco serán confeccionadas en plancha de acero de 6.4 mm. de espesor y soldadas al casco. Los números de calado ubicados en proa y popa, a ambas bandas de la embarcación; las marcas de francobordo sobre la sección media, nombre, matrícula y puerto, serán ubicadas de acuerdo a lo especificado por la Autoridad Marítima Chilena.

4.11.6 ESCOTILLAS DE EMERGENCIA

Se instalarán escotillas de emergencia en la sala de máquinas, sala del azimutal y en el compartimiento de acomodación de la tripulación, con tapas de aluminio de apertura y cierre rápido desde el interior y exterior y cubichetes fabricados en plancha de acero naval. Las tapas de sala de azimutal y sala de máquinas abrirán a la banda, el escape de emergencia de sollado en proa deberá abrirse hacia proa y serán marca BOMAR o tapa de escotilla de acero naval. Todas serán debidamente probadas con chorro de agua para verificar su estanqueidad.

4.11.7 PASAMANOS DE SEGURIDAD

Se instalarán alrededor del puente y de la caseta, así como en lugares adecuados de los servicios higiénicos y sala de máquinas, fabricados con tubo de acero SCH 40 de 32.0 mm. de diámetro, enteramente soldados.

4.11.8 ILUMINACIÓN EXTERIOR

La embarcación contará con cuatro (4) reflectores tipo naval de 400 W, ubicados sobre el puente de gobierno, dos a proa y dos a popa, de manera de proporcionar correcta iluminación sobre la cubierta de trabajo.

4.11.9 BITAS Y ESCOBENES

La embarcación contará con cuatro (4) bitas dobles y cuatro (4) escobenes de amarre. Las bitas serán fabricadas con tubos de acero SCH 80, levemente inclinadas hacia crujía y soldadas a la cubierta y regala, respectivamente. Las bitas de proa serán recubiertas internamente en la zona de ataque de la espía, con acero inoxidable.

4.11.10 TOWING PIN

La embarcación contará con un dispositivo para limitar el trabajo del cable de remolque, fabricado con tubo de acero soldado a la amurada en cada banda. Se consideraran postes límites a ambas bandas de la misma altura como en el proyecto anterior.

4.11.11 CABEZOTE DE EMPUJE

La embarcación contará con un cabezote de empuje (carnero) conformado por una defensa de jebe montada en crujía, sobre el borde de impacto y a proa de la embarcación con una inclinación de 5° aproximadamente.

4.12 PROTECCIÓN AL CASCO

Todas las planchas y elementos serán arenadas con chorro de alta presión de SAE 2.5 y pintados con una capa epoxica de 2 mils – capa de espesor seca.

Todos los repases de soldaduras, quemaduras, áreas corroídas y/o dañadas serán arenadas o tratadas mecánicamente en concordancia con lo que especifique el fabricante de la pintura a ser aplicada.

4.13 PROTECCIÓN CATÓDICA

Se instalará un número y tamaño suficiente de ánodos de zinc para proveer tres años de protección al casco, los cuales serán soldados a sobre planchas ubicadas en el forro de fondo del casco y en el interior de las cajas de mar, en las toberas se instalarán los ánodos recomendados por el fabricante. Así mismo se considerara la medición de potencial antes de la entrega de la embarcación con sus respectivas planillas y medición cada seis meses hasta los dos años con cargo del constructor. Dicha medición será efectuada en las Instalaciones del constructor o en su defecto

donde indique el armador, siendo los gastos de movilización y viáticos a cargo de este último.

4.14 EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SALVAMENTO

Se proporcionarán de acuerdo a los requerimientos y a conformidad con las especificaciones vigentes para navegación ilimitada de la Sociedad de Clasificación.

Dos (2) balsas salvavidas de tipo auto-inflable, con embalaje de fibra de vidrio y con dispositivo de lanzamiento automático, cada una con capacidad para 10 personas.

Serán ubicadas en cada banda en la sobre cubierta del puente.

Dos (2) aros salvavidas y sus respectivas líneas de vida de 3025 m., señales luminosas y de humo

Cuatro (4) aros salvavidas simples con rabiza

Nueve (9) chalecos salvavidas.

Plano de Seguridad, enmarcado y ubicado en la caseta

Dos copias plastificadas, las cuales serán ubicadas en tubos de color rojo en cada acceso a la acomodación.

4.15 SISTEMA DE CO₂ DE SALA DE MAQUINAS

Será instalado un sistema de CO₂ fijo ubicado en un compartimiento de la caseta de acomodación con dispositivos y tuberías con capacidad suficiente para inundar la sala de máquinas, contara con un número adecuado de cilindros de CO₂ de 45 Kg. c/u, según reglas de clasificación, botella de retardo de 30 segundos, toberas de descarga, sirena y otros accesorios de instalación.

4.16 EQUIPO DE PROPULSIÓN Y GOBIERNO

Marca	ROLLS ROYCE.
Modelo	US 205 FP.
Potencia de ingreso	1840 KW @ 1600 RPM, Peso 20.12tm c/u
Referencia	Especificación técnica RR T00121 del 25.01.2010

4.16.1 CURVA DE ABSORCIÓN DE POTENCIA EQUIPO AZIMUTAL

ROLLS ROYCE

US 205P20 FP	Design for ~BP	
1	wake fraction	0.000
1840 kW @ 1600 rpm	thrust deduct.	0.050
2.4 m Fixed Pitch	Rel. rot. eff.	1.000
TK025/1377	Mech. eff.	0.950

[rpm]	1 x US 205P20 FP		
	Absorbed Power kW	Delivered Thrust kN	Delivered Thrust [metric tons]
0	0	0	0.0
105	1	1	0.1
210	4	5	0.5
315	14	12	1.2
420	33	21	2.1
525	65	33	3.3
630	113	47	4.8
735	179	64	6.5
840	267	84	8.5
945	380	106	10.8
1050	521	131	13.3
1155	693	158	16.1
1260	900	188	19.2
1365	1144	221	22.5
1470	1429	256	26.1
1599	1838	303	30.9

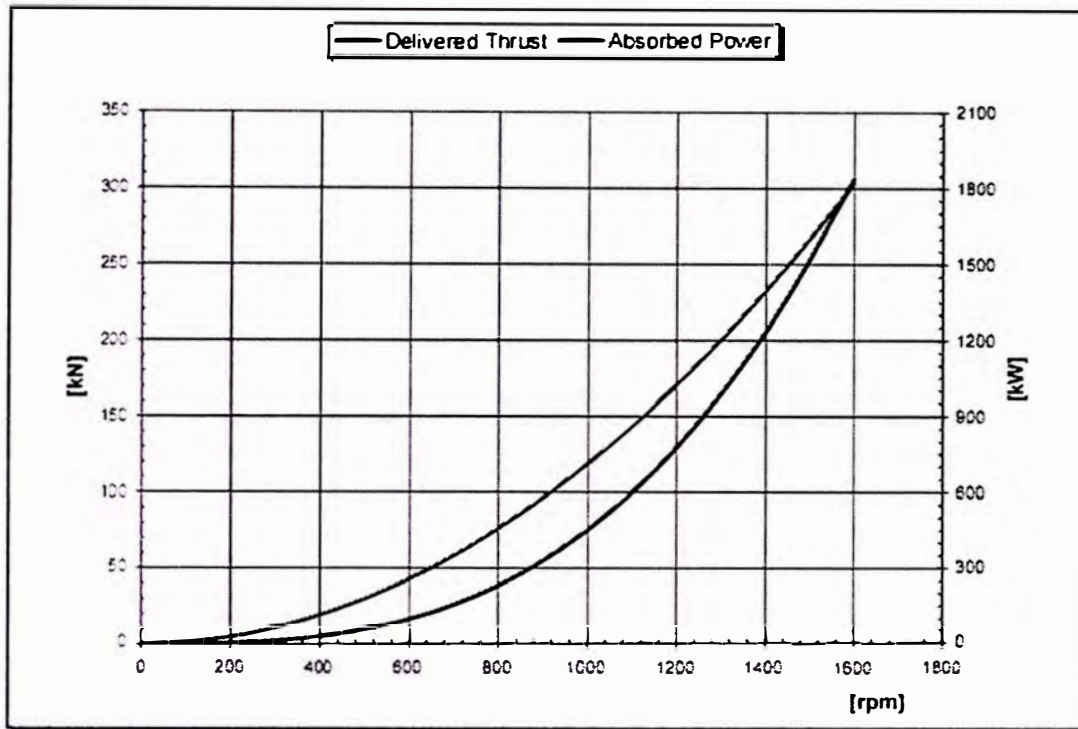


Figura 21

Esta cifra no es exactamente determinable por métodos matemáticos, por lo tanto debe ser evaluado para cada uno tiro por un "prueba de tracción a punto fijo"

Si bien depende principalmente de la potencia del motor del remolcador se expresa en BHP (Break Horse Power) o MCR (Potencia máxima continua), también algunos otros factores, como:

Tipo de hélice

Tobera Kort (sí / no)

La forma de la parte sumergidos del casco.

El calado

El trimado.

Esta puede ser fija al casco o giratoria

MCR: Potencia máxima que puede desarrollar un motor en funcionamiento ininterrumpido. En EEUU la definen como la Potencia de sobrecarga que puede desarrollar un motor durante un tiempo determinado como reglas de oro para una

conversión de aproximadamente de **BHP** a "t" **TBP** (Ton) de la tracción a punto fijo disponibles las siguientes fórmulas serán aplicadas:

Tiro equipado con hélice de paso fijo $\text{BHP} \times 0,9 \times 1,10/100 = \text{TBP}$

(Giro libre)

Tiro equipado con hélice de paso fijo $\text{BHP} \times 0,9 \times 1,20/100 = \text{TBP}$

(Y Tobera Kort)

Tiro equipado con hélice de paso controlable $\text{BHP} \times 0,9 \times 1,25/100 = \text{TBP}$

(Giro libre)

Tiro equipado con hélice de paso controlable $\text{BHP} \times 0,9 \times 1,40/100 = \text{TBP}$

(Y Tobera Kort)

Los valores resultantes tienen que ser considerados como cálculos aproximados y puede ser variable, dependiendo de los parámetros de construcción del buque. Hoy en día esto se aplica tanto más cuanto que existe una variedad de diferentes tipos de sistemas de propulsión que podrían proporcionar diferentes cantidades de tracción a punto fijo desafiante de la igualdad de las prestaciones del motor. En general, la tracción a punto fijo - prueba se lleva a cabo por acción de un cable de remolque que se fija a tierra y se conecta a un dispositivo de medición, sucesivamente con tres diferente nivel de rendimiento (80%, 100% y la sobrecarga% = 110).

Muy importante también para el rendimiento de la tracción a punto fijo - la ubicación de la prueba. Una zona de tamaño suficiente sin mareas de agua con una profundidad de no menos de 20 metros que se necesita. La longitud del cable de remolque es

también esencial, ya que la corriente de la hélice tiene que desarrollarse sin interferencia de la reflexión en el muro del muelle (Quay Wall).

La fuerza de tracción que se logra se describe como el “Continuous Bollard Pull” y tiene que diferenciarse del llamado “Static Bollard Pull”.

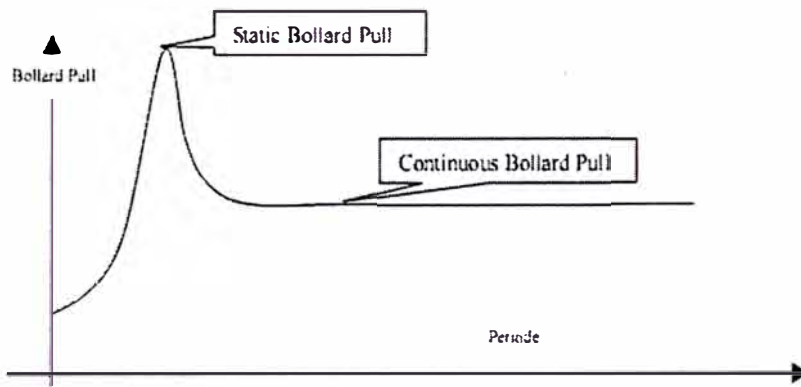


Figura 22

CAPITULO V CALCULO DE ARQUITECTURA DEL REMOLCADOR AZIMUTAL.

5.1 TABLAS Y CURVAS CRUZADAS

Se utilizó el Autohydro tomando como punto de origen sección 0:

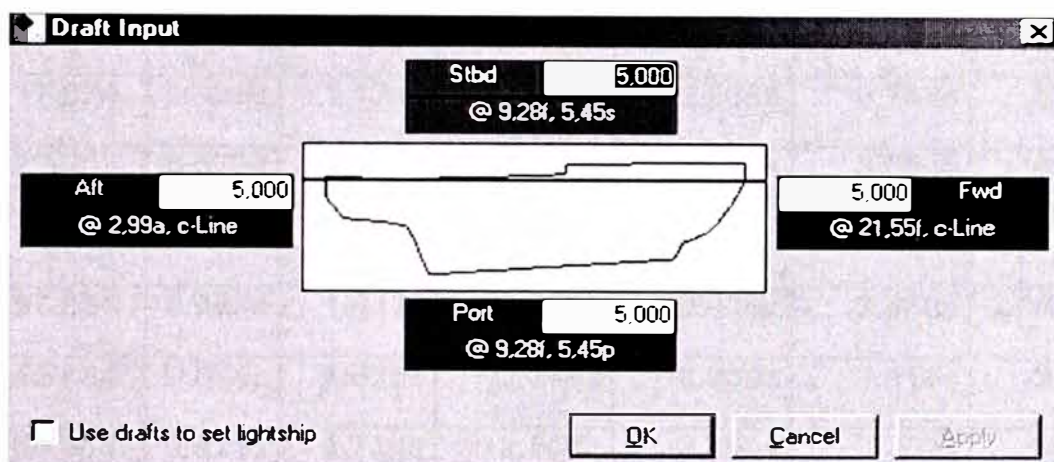


Figura23

Cross Curves of Stability

Righting Arms(heel) for VCG = 0.00

Trim zero at heel = 0 (RA Trim =0)

Displ (MT)	5.000s	10.000s	15.000s	20.000s	25.000s	30.000s
1.715	-0.011s	-0.021s	-0.032s	1.239s	3.909s	5.002s
2.241	-0.004s	-0.008s	-0.011s	1.641s	4.049s	4.998s

2.845	0.002s	0.005s	0.009s	1.946s	4.119s	4.983s
3.516	0.008s	0.017s	0.173s	2.189s	4.143s	4.952s
4.250	0.015s	0.030s	0.521s	2.374s	4.133s	4.918s
5.071	0.026s	0.071s	0.816s	2.526s	4.108s	4.880s
6.183	0.060s	0.184s	1.114s	2.658s	4.061s	4.825s
7.817	0.128s	0.381s	1.404s	2.781s	3.997s	4.749s
10.179	0.227s	0.633s	1.675s	2.877s	3.918s	4.650s
13.430	0.343s	0.919s	1.896s	2.929s	3.833s	4.529s
17.674	0.463s	1.174s	2.063s	2.939s	3.744s	4.394s
22.988	0.579s	1.371s	2.182s	2.934s	3.654s	4.254s
29.428	0.691s	1.512s	2.262s	2.927s	3.564s	4.124s
37.034	0.793s	1.611s	2.314s	2.919s	3.480s	4.009s
45.834	0.874s	1.675s	2.344s	2.909s	3.413s	3.904s
55.863	0.929s	1.714s	2.357s	2.896s	3.365s	3.811s
67.159	0.963s	1.734s	2.358s	2.880s	3.329s	3.740s
79.747	0.978s	1.739s	2.351s	2.862s	3.300s	3.689s
93.404	0.978s	1.733s	2.337s	2.841s	3.274s	3.653s
107.94	0.966s	1.717s	2.319s	2.820s	3.250s	3.626s
123.27	0.944s	1.696s	2.298s	2.799s	3.228s	3.602s
139.33	0.914s	1.671s	2.275s	2.777s	3.207s	3.581s
156.11	0.881s	1.643s	2.250s	2.755s	3.187s	3.562s
173.60	0.849s	1.613s	2.224s	2.733s	3.168s	3.544s
191.85	0.821s	1.580s	2.196s	2.710s	3.148s	3.528s
211.01	0.795s	1.544s	2.167s	2.687s	3.130s	3.513s

231.22	0.771s	1.507s	2.137s	2.663s	3.112s	3.494s
252.25	0.748s	1.468s	2.106s	2.638s	3.093s	3.471s
273.66	0.725s	1.429s	2.072s	2.611s	3.069s	3.442s
295.32	0.704s	1.393s	2.037s	2.582s	3.040s	3.407s
317.24	0.683s	1.359s	2.001s	2.553s	3.005s	3.366s
33.420	0.665s	1.328s	1.963s	2.521s	2.966s	3.320s
361.81	0.649s	1.298s	1.926s	2.483s	2.921s	3.269s
384.46	0.636s	1.270s	1.889s	2.440s	2.873s	3.213s
407.37	0.624s	1.244s	1.854s	2.393s	2.819s	3.153s
430.49	0.613s	1.221s	1.819s	2.341s	2.761s	3.088s
453.87	0.603s	1.200s	1.781s	2.286s	2.698s	3.020s
477.50	0.594s	1.181s	1.741s	2.227s	2.630s	2.948s
501.32	0.585s	1.163s	1.699s	2.166s	2.559s	2.873s
525.24	0.577s	1.146s	1.656s	2.104s	2.485s	2.795s
549.24	0.570s	1.126s	1.612s	2.040s	2.408s	2.715s
573.34	0.562s	1.102s	1.568s	1.976s	2.330s	2.632s
597.52	0.556s	1.074s	1.521s	1.912s	2.252s	2.549s
621.77	0.549s	1.043s	1.472s	1.847s	2.175s	2.464s
646.09	0.539s	1.009s	1.421s	1.780s	2.098s	2.381s
670.47	0.524s	0.970s	1.366s	1.712s	2.020s	2.298s
694.91	0.502s	0.929s	1.308s	1.642s	1.943s	2.216s
719.39	0.473s	0.882s	1.245s	1.570s	1.865s	2.135s
742.81	0.438s	0.832s	1.183s	1.500s	1.791s	2.058s
762.54	0.407s	0.790s	1.132s	1.443s	1.731s	1.998s
Displ (MT)	35.000 s	40.000s	45.000s	50.000s	55.000s	60.000s

1.715	5.059s	4.992s	4.878s	4.724s	4.534s	4.318s
2.241	5.043s	4.986s	4.880s	4.733s	4.551s	4.339s
2.845	5.026s	4.976s	4.879s	4.739s	4.565s	4.361s
3.516	5.005s	4.964s	4.875s	4.744s	4.578s	4.384s
4.250	4.980s	4.950s	4.870s	4.748s	4.591s	4.405s
5.071	4.953s	4.935s	4.864s	4.751s	4.603s	4.427s
6.183	4.923s	4.916s	4.857s	4.754s	4.616s	4.451s
7.817	4.884s	4.892s	4.847s	4.758s	4.633s	4.483s
10.179	4.836s	4.862s	4.834s	4.762s	4.655s	4.524s
13.430	4.778s	4.828s	4.819s	4.767s	4.681s	4.570s
17.674	4.715s	4.788s	4.803s	4.773s	4.709s	4.617s
22.988	4.643s	4.747s	4.786s	4.780s	4.736s	4.664s
29.428	4.550s	4.705s	4.769s	4.785s	4.761s	4.708s
37.034	4.440s	4.664s	4.751s	4.788s	4.784s	4.750s
45.834	4.331s	4.624s	4.732s	4.789s	4.805s	4.784s
55.863	4.234s	4.572s	4.713s	4.790s	4.823s	4.810s
67.159	4.145s	4.496s	4.693s	4.789s	4.833s	4.823s
79.747	4.067s	4.421s	4.674s	4.784s	4.835s	4.823s
93.404	4.005s	4.353s	4.643s	4.773s	4.825s	4.813s
107.94	3.961s	4.292s	4.590s	4.754s	4.806s	4.793s
123.27	3.932s	4.242s	4.533s	4.726s	4.779s	4.766s
139.33	3.909s	4.203s	4.474s	4.680s	4.744s	4.733s
156.11	3.890s	4.172s	4.417s	4.615s	4.704s	4.694s
173.60	3.872s	4.145s	4.365s	4.545s	4.655s	4.652s
191.85	3.852s	4.116s	4.318s	4.474s	4.588s	4.605s

211.01	3.831s	4.085s	4.273s	4.409s	4.509s	4.553s
231.22	3.806s	4.049s	4.226s	4.348s	4.431s	4.482s
252.25	3.775s	4.008s	4.177s	4.291s	4.360s	4.399s
273.66	3.738s	3.963s	4.125s	4.234s	4.295s	4.323s
295.32	3.696s	3.914s	4.071s	4.177s	4.236s	4.255s
317.24	3.648s	3.861s	4.015s	4.119s	4.178s	4.196s
339.42	3.595s	3.804s	3.957s	4.061s	4.121s	4.140s
361.81	3.538s	3.744s	3.896s	4.002s	4.064s	4.087s
384.46	3.477s	3.681s	3.834s	3.940s	4.006s	4.032s
407.37	3.413s	3.616s	3.769s	3.878s	3.947s	3.978s
430.49	3.345s	3.547s	3.702s	3.813s	3.886s	3.923s
453.87	3.275s	3.477s	3.633s	3.748s	3.825s	3.867s
477.50	3.201s	3.404s	3.562s	3.681s	3.763s	3.810s
501.32	3.125s	3.328s	3.490s	3.613s	3.700s	3.753s
525.24	3.046s	3.252s	3.416s	3.544s	3.636s	3.696s
549.24	2.966s	3.173s	3.341s	3.474s	3.572s	3.638s
573.34	2.885s	3.094s	3.266s	3.404s	3.508s	3.581s
597.52	2.801s	3.014s	3.190s	3.333s	3.444s	3.523s
621.77	2.716s	2.932s	3.113s	3.262s	3.379s	3.466s
646.09	2.631s	2.849s	3.035s	3.190s	3.314s	3.408s
670.47	2.547s	2.767s	2.957s	3.118s	3.249s	3.350s
694.91	2.463s	2.685s	2.879s	3.045s	3.183s	3.292s
719.39	2.381s	2.603s	2.801s	2.972s	3.117s	3.233s
742.81	2.304s	2.528s	2.728s	2.905s	3.055s	3.178s
762.54	2.244s	2.469s	2.672s	2.852s	3.007s	3.135s

Water Specific Gravity = 1.025 kg/L.

5.2 TABLAS Y CURVAS HIDROSTATICAS.

Para las propiedades hidrostáticas del remolcador se usa el autohydro donde se está considerando tomar en cuenta las alturas de los puntales desde la línea base y el eje de referencia situado en el origen. (Ver plano de líneas de forma).

Se considera que el buque no presenta trimado ni escorado.

Hydrostatic Properties

Draft is from Baseline.

No Trim, No heel, VCG = 0.000

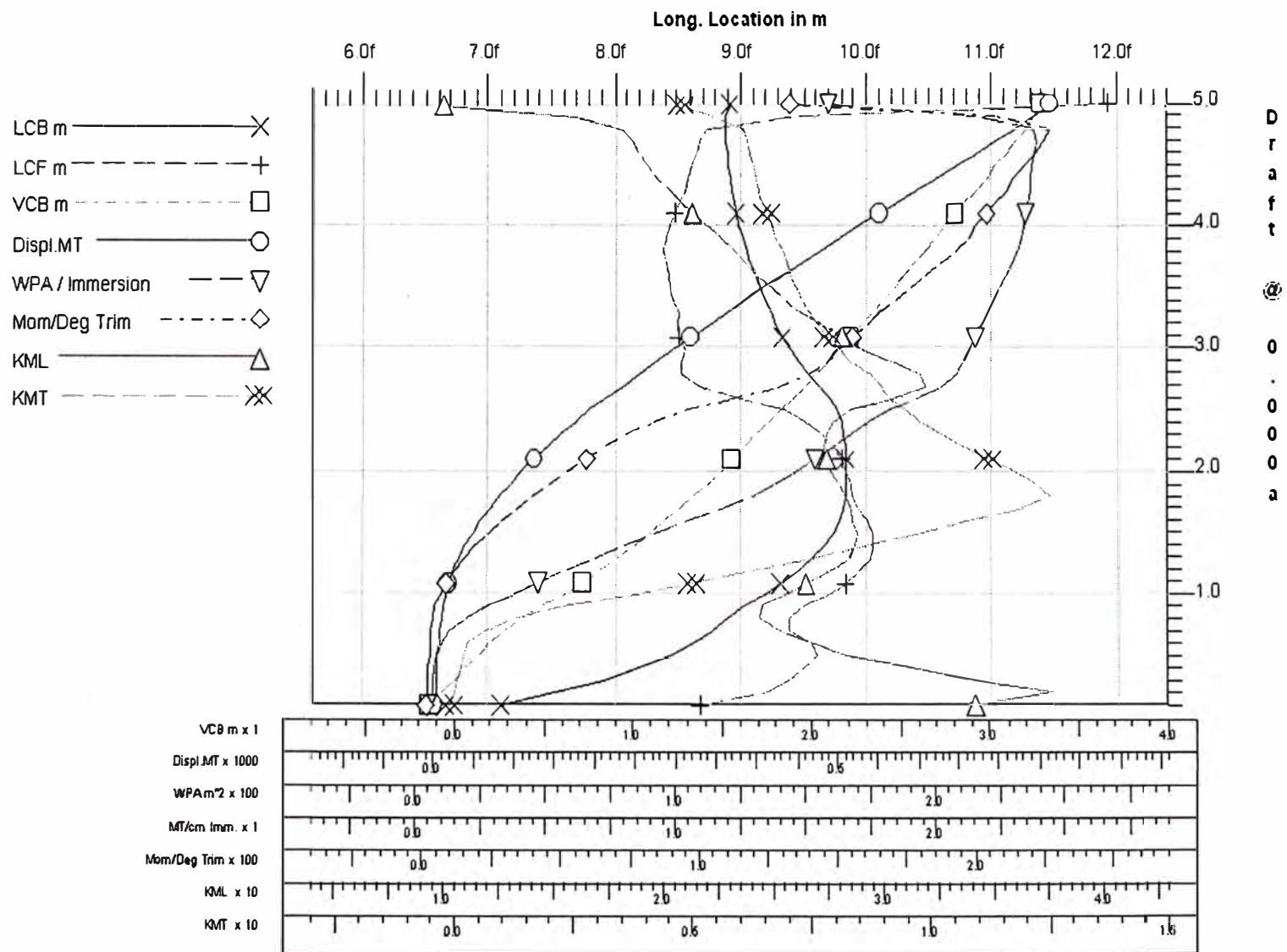
Draft at Origin (m)	Displ (MT)	LCB (m)	VCB (m)	LCF (m)	TPcm (MT/cm)	MTcm (MT-m /deg)	KML (m)	KMT (m)
0.100	1.715	7.082f	-0.158	8.670f	0.05	1.02	34.141	-0.125
0.200	2.241	7.524f	-0.086	9.220f	0.06	1.47	37.691	-0.050
0.300	2.845	7.903f	-0.014	9.374f	0.06	1.70	34.131	0.024
0.400	3.516	8.198f	0.056	9.501f	0.07	1.92	31.237	0.095
0.500	4.250	8.434f	0.124	9.611f	0.08	2.10	28.310	0.166
0.600	5.071	8.626f	0.193	9.556f	0.09	2.36	26.674	0.270
0.700	6.183	8.774f	0.276	9.374f	0.13	2.73	25.303	0.601
0.800	7.817	8.896f	0.376	9.376f	0.20	3.32	24.322	1.296
0.900	10.179	9.022f	0.487	9.509f	0.28	4.34	24.448	2.357
1.000	13.430	9.162f	0.599	9.678f	0.37	5.96	25.408	3.628
1.100	17.674	9.306f	0.708	9.827f	0.48	8.17	26.497	4.949
1.200	22.988	9.441f	0.811	9.940f	0.59	11.06	27.573	6.228

1.300	29.428	9.559f	0.907	10.018f	0.70	14.58	28.390	7.438
1.400	37.034	9.657f	0.998	10.048f	0.82	18.54	28.680	8.581
1.500	45.834	9.732f	1.085	10.038f	0.94	22.98	28.720	9.682
1.600	55.863	9.784f	1.169	10.006f	1.07	27.90	28.608	10.759
1.700	67.159	9.816f	1.250	9.942f	1.20	33.42	28.506	11.841
1.800	79.747	9.831f	1.329	9.883f	1.32	39.37	28.286	12.480
1.900	93.404	9.837f	1.405	9.863f	1.41	45.56	27.945	12.233
2.000	107.94	9.839f	1.479	9.838f	1.49	51.92	27.558	11.751
2.100	123.27	9.836f	1.550	9.798f	1.57	58.90	27.373	11.210
2.200	139.33	9.828f	1.619	9.732f	1.64	66.27	27.248	10.689
2.300	156.11	9.813f	1.687	9.646f	1.71	74.45	27.321	10.212
2.400	173.60	9.790f	1.754	9.520f	1.79	83.84	27.668	9.790
2.500	191.85	9.755f	1.820	9.317f	1.87	95.30	28.459	9.432
2.600	211.01	9.701f	1.887	8.991f	1.97	111.80	30.352	9.145
2.700	231.22	9.625f	1.953	8.680f	2.07	128.57	31.855	8.937
2.800	252.25	9.538f	2.020	8.529f	2.13	139.51	31.684	8.687
2.900	273.66	9.459f	2.085	8.522f	2.16	145.41	30.440	8.354
3.000	295.32	9.392f	2.148	8.551f	2.18	149.44	28.990	8.049
3.100	317.24	9.333f	2.211	8.504f	2.21	155.31	28.048	7.814
3.200	339.42	9.279f	2.272	8.489f	2.23	160.73	27.130	7.606
3.300	361.81	9.231f	2.333	8.496f	2.25	164.88	26.108	7.414
3.400	384.46	9.186f	2.393	8.457f	2.28	171.04	25.487	7.270
3.500	407.37	9.145f	2.452	8.436f	2.30	176.53	24.826	7.141
3.600	430.49	9.107f	2.511	8.414f	2.33	181.37	24.137	7.025
3.700	453.87	9.070f	2.570	8.391f	2.35	187.27	23.638	6.932

3.800	477.50	9.036f	2.628	8.376f	2.37	193.06	23.163	6.838
3.900	501.32	9.005f	2.686	8.400f	2.39	197.23	22.539	6.727
4.000	525.24	8.979f	2.744	8.430f	2.40	200.17	21.834	6.622
4.100	549.24	8.955f	2.801	8.472f	2.41	203.77	21.255	6.528
4.200	573.34	8.936f	2.858	8.511f	2.41	207.33	20.717	6.444
4.300	597.52	8.919f	2.914	8.548f	2.42	210.90	20.221	6.368
4.400	621.77	8.906f	2.970	8.569f	2.43	213.69	19.689	6.299
4.500	646.09	8.894f	3.026	8.609f	2.44	217.61	19.296	6.237
4.600	670.47	8.884f	3.081	8.640f	2.44	221.13	18.894	6.181
4.700	694.91	8.876f	3.136	8.668f	2.45	224.53	18.511	6.131
4.800	719.39	8.869f	3.191	8.725f	2.44	226.72	18.055	6.043
4.900	742.81	8.874f	3.244	9.442f	2.21	206.69	15.941	5.382
5.000	762.54	8.910f	3.288	11.934f	1.63	132.08	9.923	4.717

Water Specific Gravity = 1.025 kg/L.

Hydrostatic Properties at Trim = 0.00, Heel = 0.00



5.3 TABLAS Y CURVAS DE COEFICIENTES DE FORMAS

El eje de referencia para considerar los coeficientes del casco, está situado en el origen.

Hull Form Coefficients (with appendages)

Draft is from Baseline

Trim: zero

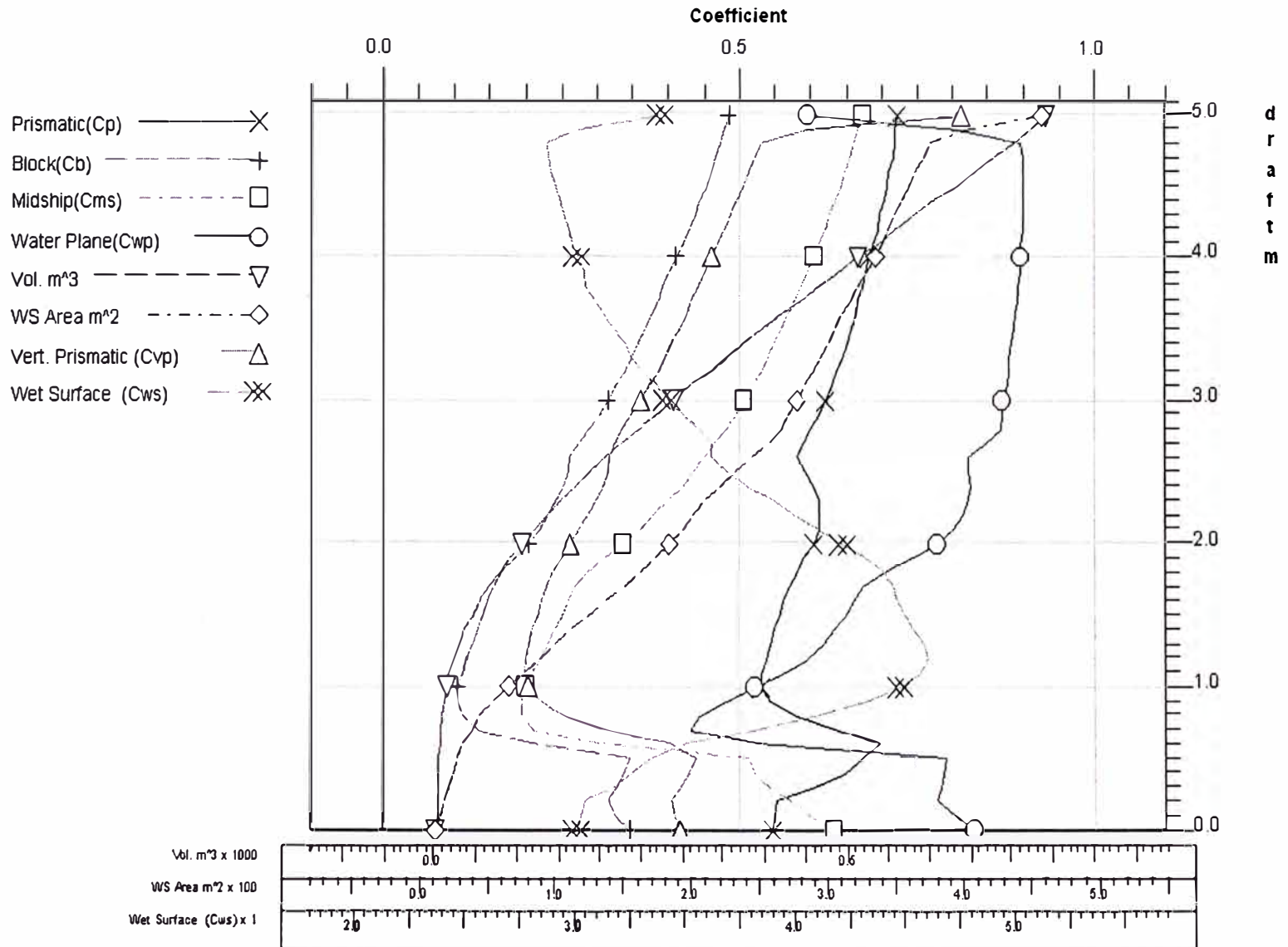
Heel: zero

Draft m	Volume m ³	Coefficients						WS Area m ²
		C _p	C _b	C _{ms}	C _{wp}	C _{vp}	C _{ws}	
0.000	1.24	0.544	0.343	0.632	0.829	0.415	3.003	11.40
0.100	1.67	0.547	0.327	0.598	0.801	0.409	3.024	14.15
0.200	2.19	0.552	0.313	0.568	0.776	0.404	3.043	17.19
0.300	2.78	0.602	0.326	0.542	0.782	0.417	3.164	20.29
0.400	3.43	0.645	0.335	0.520	0.787	0.426	3.254	23.31
0.500	4.15	0.673	0.343	0.510	0.787	0.436	3.348	26.48
0.600	4.95	0.694	0.209	0.301	0.525	0.399	3.501	30.34
0.700	6.03	0.639	0.135	0.211	0.432	0.312	3.780	36.30
0.800	7.63	0.578	0.112	0.193	0.443	0.252	4.072	44.12
0.900	9.93	0.543	0.105	0.193	0.480	0.218	4.319	53.59
1.000	13.10	0.530	0.106	0.199	0.522	0.203	4.475	63.98
1.100	17.24	0.530	0.111	0.209	0.560	0.198	4.570	75.20
1.200	22.43	0.537	0.118	0.220	0.594	0.199	4.605	86.71
1.300	28.71	0.542	0.125	0.230	0.616	0.202	4.589	98.68
1.400	36.13	0.547	0.131	0.241	0.631	0.208	4.537	110.56
1.500	44.72	0.553	0.138	0.250	0.645	0.215	4.510	123.34
1.600	54.50	0.561	0.146	0.259	0.658	0.221	4.471	135.98
1.700	65.52	0.569	0.152	0.268	0.670	0.227	4.451	149.42
1.800	77.80	0.578	0.165	0.286	0.701	0.236	4.403	162.08
1.900	91.13	0.589	0.184	0.312	0.742	0.248	4.316	172.90
2.000	105.31	0.602	0.202	0.336	0.776	0.261	4.217	182.51
2.100	120.26	0.609	0.219	0.359	0.799	0.274	4.110	191.90
2.200	135.94	0.611	0.232	0.380	0.812	0.286	3.996	201.08
2.300	152.30	0.610	0.244	0.399	0.820	0.297	3.892	210.40
2.400	169.37	0.605	0.252	0.417	0.823	0.307	3.790	220.05
2.500	187.17	0.592	0.257	0.434	0.818	0.314	3.689	230.69
2.600	205.87	0.577	0.260	0.450	0.818	0.318	3.618	243.56
2.700	225.58	0.587	0.273	0.465	0.847	0.322	3.616	256.33
2.800	246.10	0.598	0.287	0.479	0.864	0.332	3.569	265.13
2.900	266.99	0.609	0.300	0.493	0.869	0.346	3.485	270.58
3.000	288.12	0.619	0.313	0.505	0.869	0.360	3.418	276.61
3.100	309.51	0.628	0.325	0.517	0.874	0.372	3.361	282.82
3.200	331.14	0.636	0.336	0.528	0.877	0.383	3.301	288.18
3.300	352.99	0.643	0.347	0.539	0.877	0.395	3.258	294.56
3.400	375.09	0.649	0.357	0.549	0.882	0.405	3.215	300.56
3.500	397.43	0.655	0.366	0.559	0.884	0.414	3.168	305.73
3.600	419.99	0.661	0.375	0.568	0.886	0.424	3.126	311.09
3.700	442.80	0.666	0.384	0.577	0.889	0.432	3.086	316.28

3.800	465.85	0.670	0.392	0.585	0.891	0.440	3.048	321.37
3.900	489.09	0.675	0.401	0.594	0.892	0.449	3.033	328.29
4.000	512.43	0.681	0.410	0.602	0.893	0.460	3.009	333.83
4.100	535.85	0.687	0.419	0.610	0.894	0.469	2.986	339.17
4.200	559.35	0.692	0.428	0.618	0.895	0.478	2.964	344.34
4.300	582.94	0.697	0.436	0.626	0.896	0.487	2.943	349.44
4.400	606.61	0.701	0.444	0.633	0.896	0.496	2.923	354.49
4.500	630.33	0.706	0.451	0.640	0.897	0.503	2.905	359.51
4.600	654.12	0.709	0.459	0.647	0.897	0.511	2.887	364.50
4.700	677.96	0.713	0.466	0.653	0.897	0.519	2.871	369.47
4.800	701.85	0.716	0.472	0.659	0.892	0.529	2.865	375.47
4.900	724.70	0.718	0.478	0.665	0.805	0.593	3.012	401.61
5.000	743.94	0.719	0.482	0.670	0.596	0.809	3.384	457.25

Note: Coefficients calculated based on waterline length at given draft

Curves of Form (with appendages)



5.4 TABLAS Y BRAZOS DE ADRIZAMIENTO.

5.4.1 ANALISIS DE ESTABILIDAD PARA CONDICIONES DE CARGA

Una vez determinado los pesos y centros de gravedad que anteriormente se han calculado con el dimensionamiento previo se procede a analizar las situaciones de carga, analizando de tal manera la estabilidad inicial y a grandes ángulos en las distintas situaciones de carga.

Esto se hará con la ayuda del programa Autoship en su módulo Autohydro.

Estas son las situaciones de carga del remolcador:

Condición 0	Buque en liviano	
Condición 1	Salida de puerto	100% Consumibles 100% Carga General
Condición 2	Llegada a puerto	10% consumibles 10% Carga general
Condición 3	Carga media	50% Consumibles 50% Carga General

CONDICIÓN DE CARGA 0.- Buque en Liviano

Para el LSW condición en ligero, obtenido anteriormente se tiene:

df (m)	Despl. (t)	KM τ (m)	LCB (m)	LCF (m)	MTG (TM-m/deg)
3.212	342.080	7.583	9.273	8.4900	161.223
3.2	339.42	7.606	9.2790	8.4890	160.73
3.3	361.81	7.414	9.2310	8.4960	164.88

Entonces se tienen los siguientes datos:

Calado en el centro de flotación df	3.212m
Desplazamiento LSW	342.08t
Metacentro transversal KM_T	7.583 m
Alt. del centro Gravedad virtual KG_v	4.417 m
Corrección por superficie Libre GG_v	0.000 m
Alt. del centro de gravedad real KG	4.417 m
Long. del centro de gravedad LCG	8.629 m
Long. del centro de boyantes LCB	9.273 m
Distancia BG = (LCB - LCG)	0.644 m
Long. del centro de flotación LCF	8.490 m
Eslora entre perpendiculares LPP'	24.550 m
Momento para trimar 1° MTG	161.223t-m/deg

Determinación del Angulo de Trimado:

$$\alpha = \frac{342.08 \cdot (9.273 - 8.629)}{161.223} = 1.366^\circ$$

Determinación del Asiento:

$$t = 24.55 \cdot \text{Tang} \left((1.366) \cdot \frac{\pi}{180} \right) \cdot 100 = 58.559 \text{ cm}$$

Calculo de las variaciones de calado en proa y popa:

$$\delta H_{PR} = \frac{t}{L} \left(\frac{L}{2} + LCF \right) = t \left(0.5 + \frac{LCF}{L} \right) \text{ cm}$$

$$\delta H_{PP} = \frac{t}{L} \left(\frac{L}{2} - LCF \right) = t \left(0.5 - \frac{LCF}{L} \right) \text{ cm}$$

Calculo de calados finales: tener en cuenta los signos ya sea empopado, encabusado.

$$H'_{PR} = \delta_F - \delta H_{PR}$$

$$H'_{PP} = \delta_F + \delta H_{PP}$$

$$L = 24.55 \text{ m}$$

$$t = 58.559 \text{ cm}$$

$$LCF = 8.490 \text{ m}$$

$$\delta H_{PR} = 49.53 \text{ cm}$$

$$\delta H_{PP} = 9.028 \text{ cm}$$

$$H'_{PP} = 321.2 + 9.028 = 330.228 \text{ cm}$$

$$H'_{PR} = 321.2 - 49.53 = 271.67 \text{ cm}$$

Comprobándolo en Autohydro:

Para la condición de peso en ligero:

The screenshot shows a software window titled "ULTRATUG" with a sub-header "Light Ship Weight and C.G.". It contains four data fields:

Parameter	Value
Weight	342.080
LCG	8.6291
TCG	0.000
VCG	4.417

At the bottom of the window, there are three buttons: "Cancel", "Distributed", and "OK".

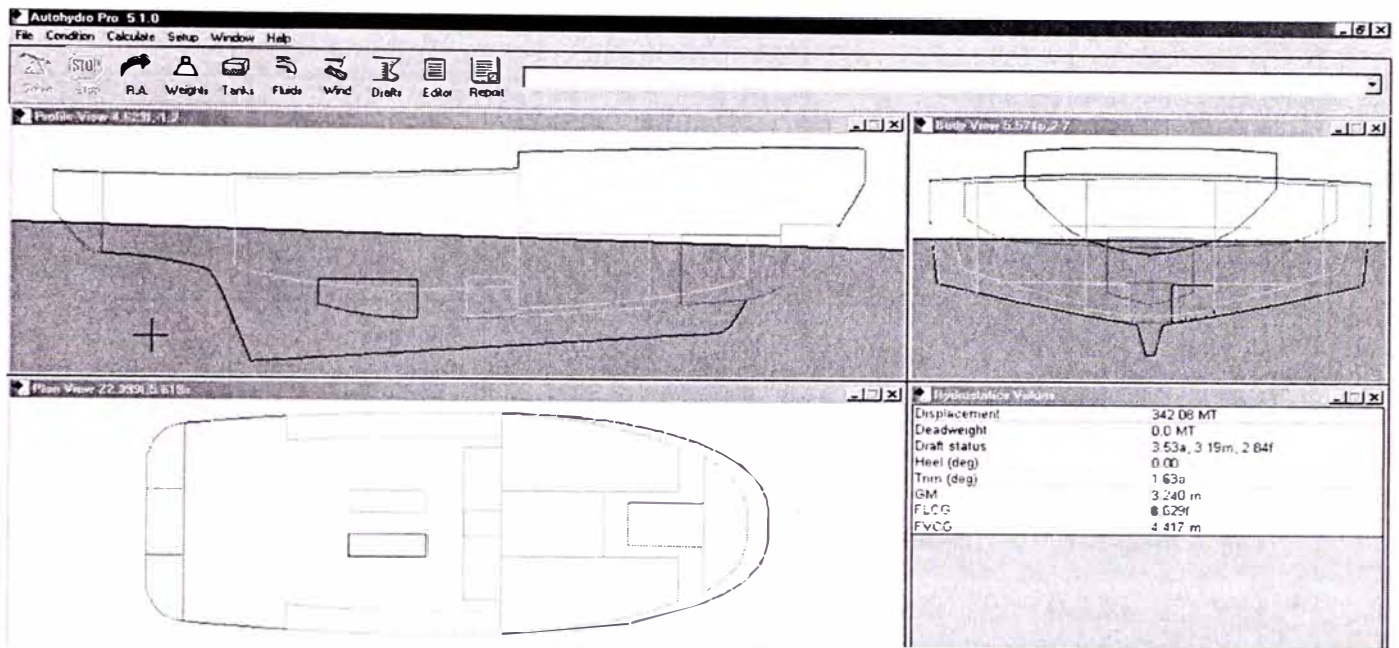


Figura 24

Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	Trim Angle (deg)	Origin Depth (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)
0.00	1.63a	3.448	0.000	0.000
5.00s	1.60a	3.426	0.284	0.012
10.00s	1.56a	3.368	0.567	0.050
15.00s	1.51a	3.269	0.832	0.111
20.00s	1.46a	3.122	1.017	0.192
25.00s	1.54a	2.960	1.090	0.285
27.44s	1.62a	2.878	<u>1.097</u>	0.331
30.00s	1.73a	2.790	1.089	0.380
35.00s	2.01a	2.612	1.032	0.473
40.00s	2.33a	2.425	0.931	0.559

45.00s	2.67a	2.227	0.798	0.635
50.00s	3.02a	2.019	0.640	0.698
55.00s	3.37a	1.801	0.466	0.746
60.00s	3.69a	1.572	0.279	0.779

Crterios de estabilidad:

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from 0.00 deg to 30.00	>0.0550 m-R	0.380	0.325	Yes
(2) Area from 0.00 deg to 40.00	>0.0900 m-R	0.559	0.469	Yes
(3) Area from 30.00 deg to 40.00	>0.0300 m-R	0.179	0.149	Yes
(4) Righting Arm at MaxRA	>0.200 m	1.097	0.897	Yes
(5) Righting Arm at 30.00 deg	>0.200 m	1.089	0.889	Yes
(6) Angle from 0.00 deg to MaxRA	>25.00 deg	27.44	2.44	Yes
(7) GM Min	>0.450 m	3.240	2.79	Yes
(8) Francobordo minimo. FBMIN	>0.270 m	1.688	1.418	Yes

CONDICIÓN DE CARGA 1.- Salida del Puerto

100% consumibles.

100% carga general.

Pesos Embarcados = Carga General +Tq. Agua Dulce + Combustible + Tq. Rebose
+Tq. de Lodos +Tq. Aceite Lubricante.

Con las siguientes densidades relativas: SpGr

Agua Dulce: 1.0

Lodos: 0.904

Combustible: 0.870

Ac. Lubricante: 0.924

Rebose: 0.870

CARGA GENERAL:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf. "ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
tripulación + efectos (09*100kg c/uno)	0.9	6.878	13.708	6.190	12.337
viveres	1.1	4.83	13.860	5.313	15.246
	2.0	5.752	13.792	11.50	27.58

AGUA DULCE:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf. "ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-1 (Ctro.) 98%	9.170	3.985	-2.159	36.542	-19.798
Tanque T-2.1(BR.) 98%	7.210	4.019	-2.120	28.977	-15.285
Tanque T-2.2(ER.) 98%	7.210	4.019	-2.120	28.977	-15.285
Tanque T-9 (Ctro.) 98%	11.610	2.279	17.416	26.459	202.200
	137.20	2.648	11.014	363.32	1511.1

COMBUSTIBLE:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-3.1 (Br.) 98%	24.680	3.374	6.861	36.542	191.696
Tanque T-3.2 (Er.) 98%	24.680	3.374	6.861	28.977	191.696
Tanque T-7 (Ctro.) 98%	25.120	2.055	12.956	28.977	325.455
Tanque T-8.1 (Br.) 98%	28.100	2.418	13.884	26.459	390.140
Tanque T-8.2 (Er.) 98%	28.100	2.418	13.884	36.542	390.140
	137.20	2.741	10.854	376.05	1489

REBOSE:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-5 (Ctro.) 50%	1.0	0.954	10.230	0.95	10.23
	1.0	0.954	10.230	0.95	10.23

LODOS:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)

			(m)		
Tanque T-4.1 (Br.) 50%	1.380	1.075	6.667	1.484	9.2
	1.380	1.075	6.667	1.484	9.2

AC. LUBRICANTE:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-4.2 (Er.) 98%	27.10	13.12	66.07	35.56	17.905
	27.10	13.12	66.07	35.56	17.905

RESUMEN DE CARGA DE FLOTACIÓN

DESCRIPCIÓN	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Carga General	1.000	6.673	13.723	6.67	13.72
Agua Dulce	3.610	2.147	8.688	7.75	31.36
Combustible	14.030	1.821	8.548	25.55	119.93
Rebose	0.200	0.707	10.110	0.14	2.02
Lodos	1.380	1.075	6.667	1.48	9.20
Ac. Lubricante	1.380	1.075	6.667	1.48	9.20
PESO MUERTO	21.60	1.995	8.585	43.1	185.40

BUQUE EN LIVIANO	342.08	4.417	8.629	1511.1	2951.9
DESPLAZAMIENTO	363.68	4.274	8.627	1554.2	3737.3

ESTABILIDAD INTACTA Y CALADOS:

Calado en el centro de flotación df		3.272m
Desplazamiento LSW		363.68t
Metacentro transversal KM_T		7.498 m
Alt. del centro Gravedad virtual KG_v		4.321 m
Alt. del centro de gravedad real KG		3.884 m
Altura Metacéntrica GMT		3.177 m
Correc. Por Sup. Libre. GGV		0.047 m
Altura Metacéntrica Virtual GvMT		3.177 m
Alt. del centro de grav. Virtual KG_v		4.321 m

$$H'_{PR} = 29.28cm$$

$$H'_{PP} = 36.17cm$$

$$t = 68.9cm$$

$$\alpha = 1.608^\circ$$

ESTABILIDAD DINAMICA

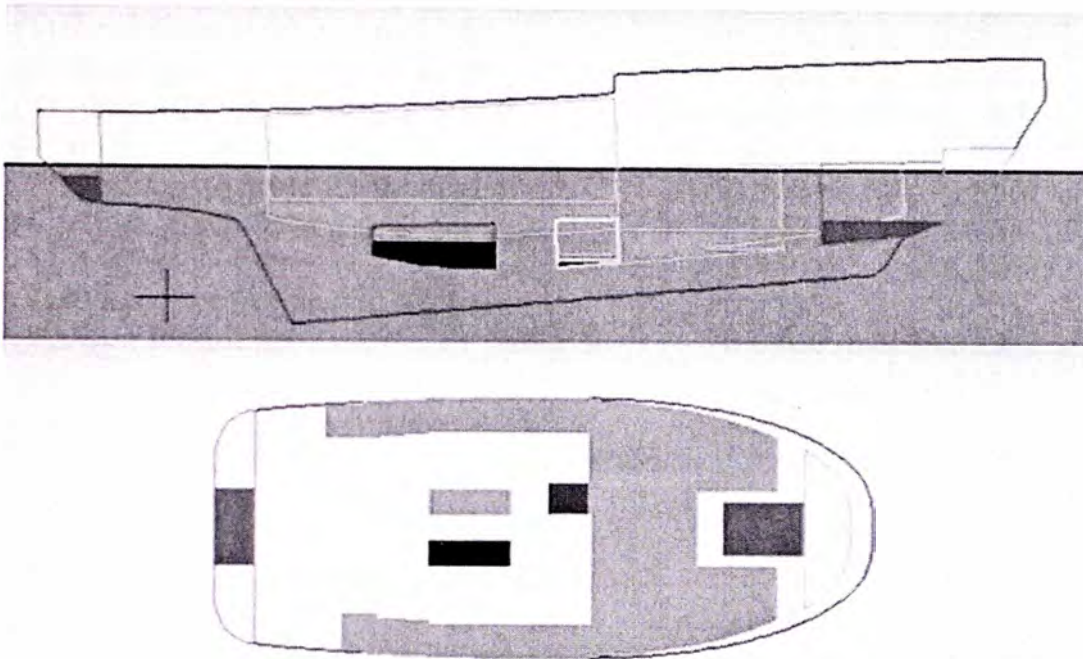


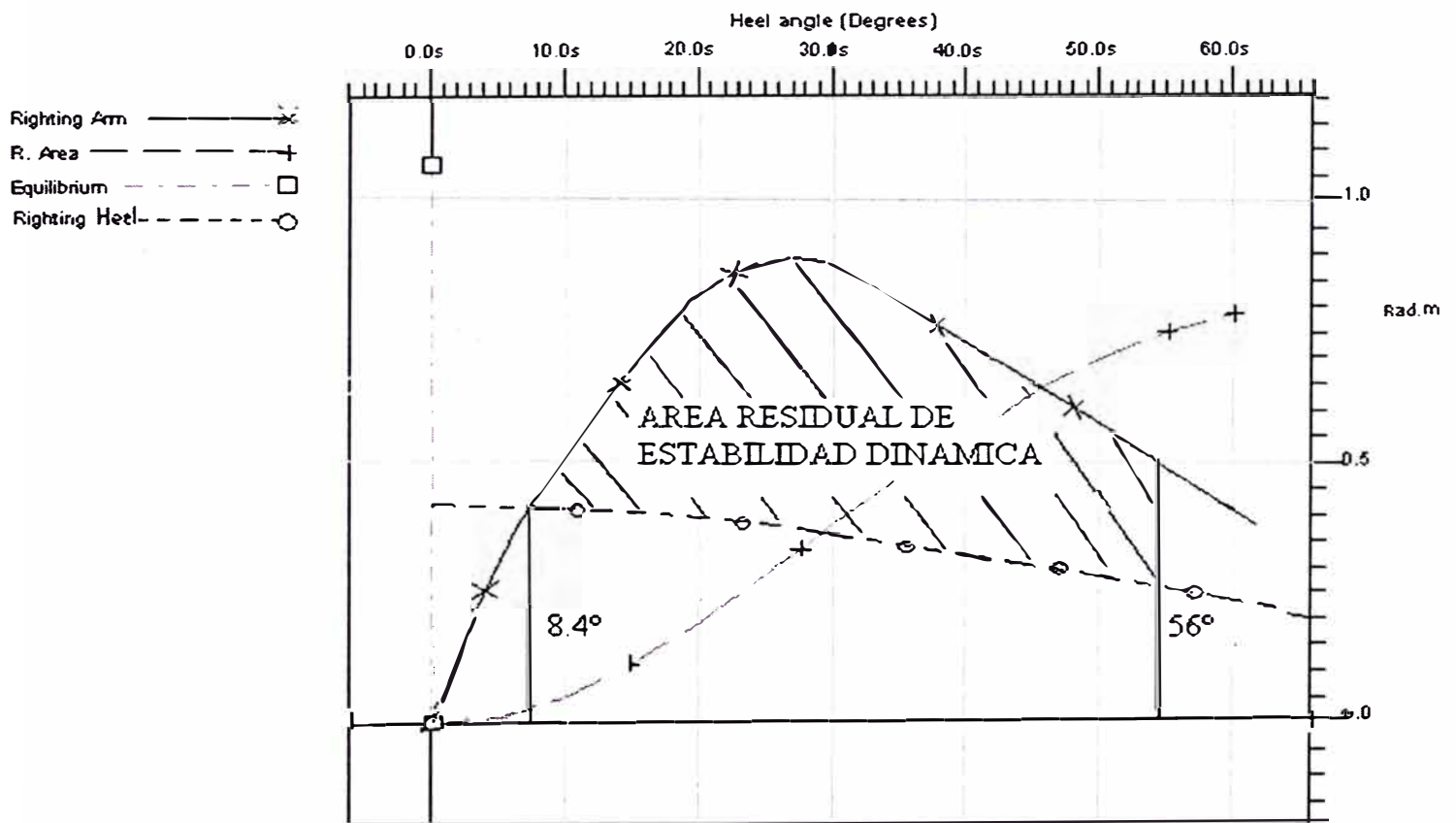
Figura 25

Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	GZ (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)
0.00	0.000	0.577	0.000
5.00s	0.284	0.575	0.012
10.00s	0.564	0.569	0.049
15.00s	0.834	0.558	0.110
20.00s	1.025	0.543	0.192
25.00s	1.105	0.523	0.286
30.00s	1.112	0.500	0.383
35.00s	1.064	0.473	0.478
40.00s	0.973	0.442	0.568
45.00s	0.850	0.408	0.647
50.00s	0.704	0.371	0.715
55.00s	0.540	0.331	0.770
60.00s	0.364	0.289	0.809

Criterios de estabilidad:

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from 0.00 deg to 30.00	>0.0550 m-R	0.3070	0.252	Yes
(2) Area from 0.00 deg to 40.00	>0.0900 m-R	0.4550	0.365	Yes
(3) Area from 30.00 deg to 40.00	>0.0300 m-R	0.1480	0.118	Yes
(4) Righting Arm at MaxRA	>0.200 m	0.884	0.684	Yes
(5) Righting Arm at 30.00 deg	>0.200 m	0.886	0.686	Yes
(6) Angle from 0.00 deg to MaxRA	>25.00 deg	28.64	3.64	Yes
(7) GM Min	>0.450 m	2.784	2.309	Yes
(8) Francobordo minimo. FB _{MIN}	>0.270 m	1.661	0.688	Yes
(9) Area Residual AM	>0.0900 m-R	0.3234	0.233	Yes
(10) Área bajo Brazo Escorante AE	m-R	0.3310		Yes
(11) Área bajo Brazo Adrizante AA	>1.4AE m-R	0.6250	0.162	Yes



El ángulo de inundación es de 56 grados

CONDICIÓN DE CARGA 2.- Llegada al Puerto

10% consumibles.

10% carga general.

CARGA GENERAL:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
tripulación + efectos (09*100kg c/uno)	0.9	6.878	13.708	6.190	12.337
viveres	0.1	4.83	13.860	0.483	1.3860
	1.0	6.673	13.723	6.673	13.723

AGUA DULCE:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-1 (Ctro.) 17%	1.590	3.014	-1.892	4.792	-3.008
Tanque T-2.1(BR.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tanque T-2.2(ER.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tanque T-9 (Ctro.) 17%	2.020	1.465	17.015	2.959	34.370
	3.610	2.648	11.014	363.32	1511.16

COMBUSTIBLE:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-3.1 (Br.) 18%	4.930	2.078	6.952	10.245	34.273
Tanque T-3.2 (Er.) 18%	4.930	2.078	6.952	10.245	34.273
Tanque T-7 (Ctro.) 5%	1.290	0.922	12.117	1.189	15.631
Tanque T-8.1 (Br.) 5%	1.440	1.346	12.414	1.938	17.876
Tanque T-8.2 (Er.) 5%	1.440	1.346	12.414	1.938	17.876
	14.030	1.821	8.548	25.555	119.930

REBOSE:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-5 (Ctro.) 10%	0.2	0.707	10.110	0.141	2.022
	0.2	0.707	10.110	0.141	2.022

LODOS:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-4.1 (Br.) 50%	1.380	1.075	6.709	1.484	9.20
	1.380	1.075	6.709	1.484	9.20

AC. LUBRICANTE:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-4.2 (Er.) 50%	1.380	1.075	6.709	1.484	9.20
	1.380	1.075	6.709	1.484	9.20

RESUMEN DE CARGA DE FLOTACION

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Carga General	1.000	6.673	13.723	6.67	13.72
Agua Dulce	3.610	2.147	8.688	7.75	31.36
Combustible	14.030	1.821	8.548	25.55	119.93
Rebose	0.200	0.707	10.110	0.14	2.02
Lodos	1.380	1.075	6.667	1.48	9.20
Ac. Lubricante	1.380	1.075	6.667	1.48	9.20
PESO MUERTO	21.600	1.995	8.585	43.1	185.4

BUQUE EN LIVIANO	342080	4.417	8.629	1511.1	2951.9
DESPLAZAMIENTO	363.68	4.274	8.627	1554.2	3137.3

CALADOS Y ESTABILIDAD:

Calado en el centro de flotación df		3.975m
Desplazamiento LSW		521.570t
Metacentro transversal KMr		6.643 m
Alt. del centro Gravedad virtual KGv		4.417 m
Alt. del centro de gravedad real KG		3.859 m
Altura Metacéntrica GMT		2.784 m
Correc. Por Sup. Libre. GGV		0.121 m
Altura Metacéntrica Virtual GvMT		2.663 m
Alt. del centro de grav. Virtual KGv		3.980 m

$$H'_{PR} = 396.0cm$$

$$H'_{PP} = 390.0cm$$

$$t = 68.9cm$$

$$\alpha = 1.608^\circ$$

ESTABILIDAD DINAMICA

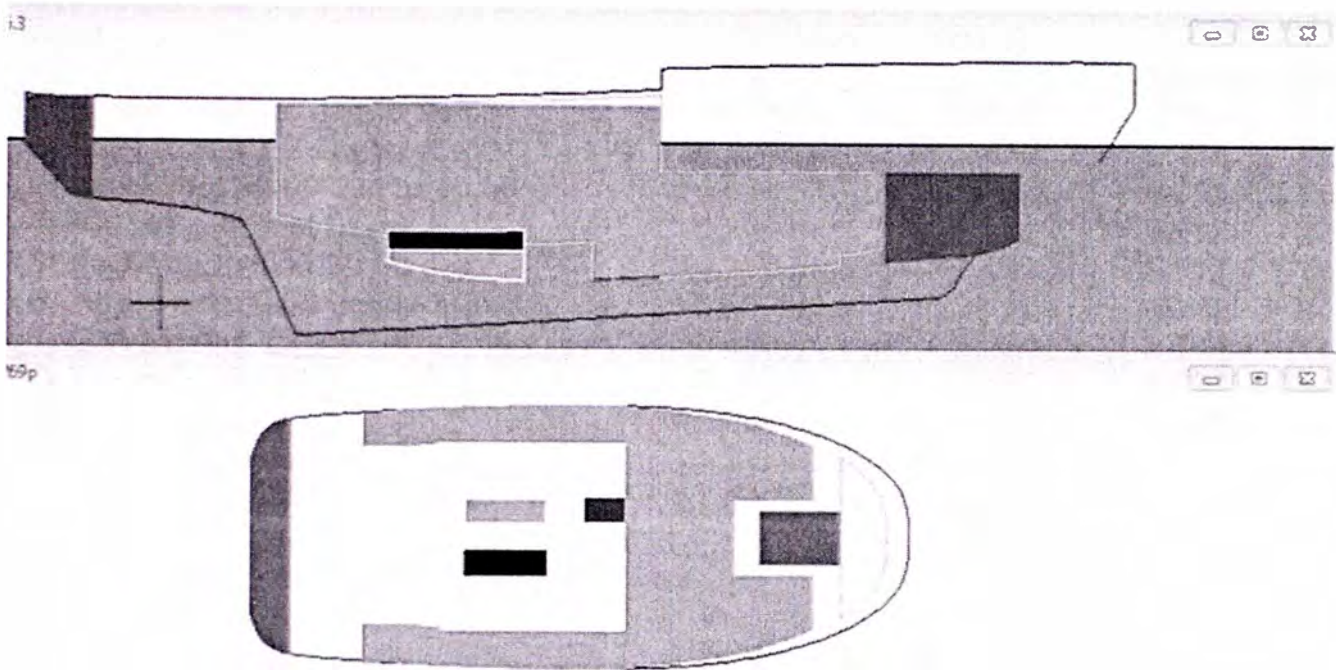


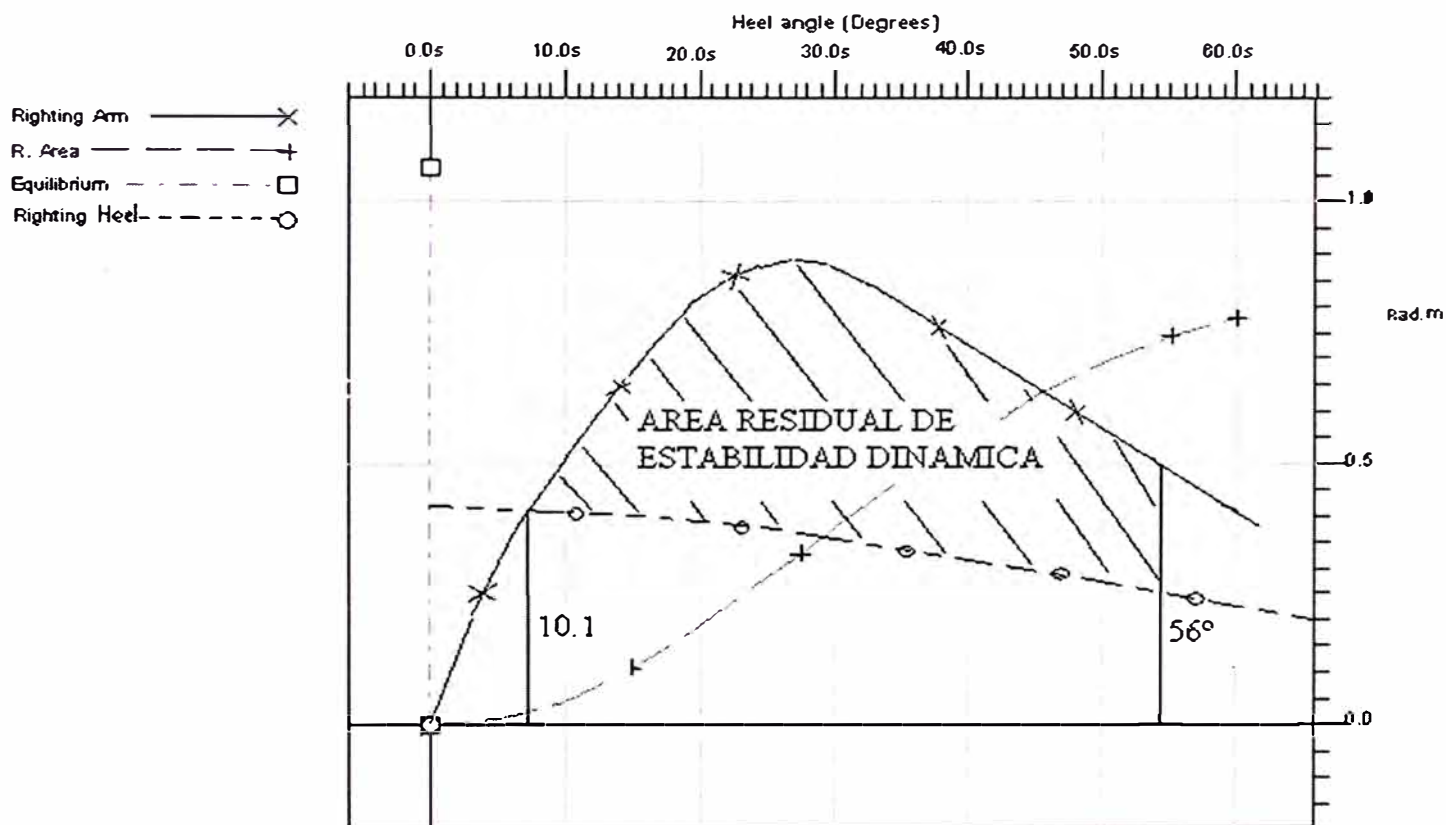
Figura 26

Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	GZ (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)
0.00	0.000	0.000	0.000
5.00s	0.241	0.241	0.011
10.00s	0.480	0.480	0.042
15.00s	0.668	0.668	0.092
20.00s	0.799	0.799	0.157
25.00s	0.872	0.872	0.230
30.00s	0.884	0.852	0.307
35.00s	0.852	0.792	0.383
40.00s	0.792	0.710	0.455
45.00s	0.710	0.612	0.521
50.00s	0.612	0.503	0.579
55.00s	0.503	0.386	0.627
60.00s	0.386	0.000	0.666

Criterios de estabilidad:

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from 0.00 deg to 30.00	>0.0550 m-R	0.3830	0.328	Yes
(2) Area from 0.00 deg to 40.00	>0.0900 m-R	0.5680	0.478	Yes
(3) Area from 30.00 deg to 40.00	>0.0300 m-R	0.1850	0.155	Yes
(4) Righting Arm at MaxRA	>0.200 m	1.112	0.912	Yes
(5) Righting Arm at 30.00 deg	>0.200 m	1.117	0.917	Yes
(6) Angle from 0.00 deg to MaxRA	>25.00 deg	28.10	3.10	Yes
(7) GM Min	>0.450 m	3.224	2.774	Yes
(8) Francobordo minimo. FB _{MIN}	>0.270 m	1.661	1.391	Yes
(9) Area Residual AM	>0.0900 m-R	0.3425	0.253	Yes
(10) Área bajo Brazo Escorante AE	m-R	0.4755		Yes
(11) Área bajo Brazo Adrizante AA	>1.4AE m-R	0.7666	0.101	Yes



El ángulo de inundación es de 56 grados

CONDICIÓN DE CARGA 3.- carga media

50% consumibles.,

50% carga general.

CARGA GENERAL:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf. "ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
tripulación + efectos (09*100kg c/uno)	0.900	6.878	13.708	6.190	12.337
viveres	0.550	4.83	13.860	2.657	7.623
	1.450	6.101	13.766	8.847	19.960

AGUA DULCE:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf. "ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-1 (Ctro.) 50%	4.680	3.468	-2.077	16.230	-9.720
Tanque T-2.1(BR.) 50%	3.680	3.558	-2.054	13.093	-7.559
Tanque T-2.2(ER.) 50%	3.680	3.558	-2.054	13.093	-7.559
Tanque T-9 (Ctro.) 50%	5.930	1.817	17.325	10.775	102.737
	17.970	2.960	4.335	53.192	77.899

COMBUSTIBLE:

DESCRIPCION	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf. "ORIG" " (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-3.1 (Br.) 50%	14.260	2.620	6.897	37.361	98.351
Tanque T-3.2 (Er.) 50%	14.260	2.620	6.897	37.361	98.351
Tanque T-7 (Ctro.) 50%	12.820	1.491	12.898	19.115	165.35 2
Tanque T-8.1 (Br.) 50%	14.340	1.997	13.531	28.637	194.03 5
Tanque T-8.2 (Er.) 50%	14.340	1.997	13.531	28.637	194.03

					5
	70.020	2.158	10.713	151.115	750.12

REBOSE:

DESCRIPCIÓN	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-5 (Ctro.) 50%	1.000	0.954	10.230	0.954	10.230
	1.000	0.954	10.230	0.954	10.230

LODOS:

DESCRIPCIÓN	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-4.1 (Br.) 50%	1.38	1.075	6.689	1.484	9.231
	1.38	1.075	6.689	1.484	9.231

AC. LUBRICANTE:

DESCRIPCIÓN	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Tanque T-4.2 (Er.) 50%	1.380	1.075	6.689	1.484	9.20
	1.380	1.075	6.689	1.484	9.20

RESUMEN DE CARGA DE FLOTACIÓN

DESCRIPCIÓN	Desplaz Pesos(t)	CG		MOMENTOS	
		VCG Rf. "LB" (m)	LCG Rf."ORIG" (m)	MV (t-m)	ML (t-m)
Carga General	1.450	6.101	13.766	8.847	19.960
Agua Dulce	17.970	2.960	4.335	53.192	77.899

Combustible	70.020	2.158	10.713	151.11	750.124
Rebose	1.000	0.954	10.230	0.954	10.230
Lodos	1.380	1.075	6.689	1.484	9.231
Ac. Lubricante	1.380	1.075	6.689	1.484	9.231
PESO MUERTO	93.200	2.329	9.406	217.07	876.67
BUQUE EN LIVIANO	342080	4.417	8.629	1511.1	2951.9
DESPLAZAMIENTO	435.28	3.970	8.796	1728.2	3828.58

CALADOS Y ESTABILIDAD:

Calado en el centro de flotación df	3.601m
Desplazamiento LSW	435.28t
Metacentro transversal KMT	7.048 m
Alt. del centro Gravedad virtual KGv	4.115 m
Corrección por superficie Libre GGv	0.145 m
Alt. del centro de gravedad real KG	3.970 m
Altura Metacéntrica GMT	3.078 m
Altura Metacéntrica Virtual GvMT	2.933 m
Alt. del centro de grav. Virtual KGv	4.115 m

$$H'_{PR} = 342.6cm$$

$$H'_{PP} = 377.5cm$$

$$t = 34.9cm$$

$$\alpha = 0.814^\circ$$

ESTABILIDAD DINAMICA

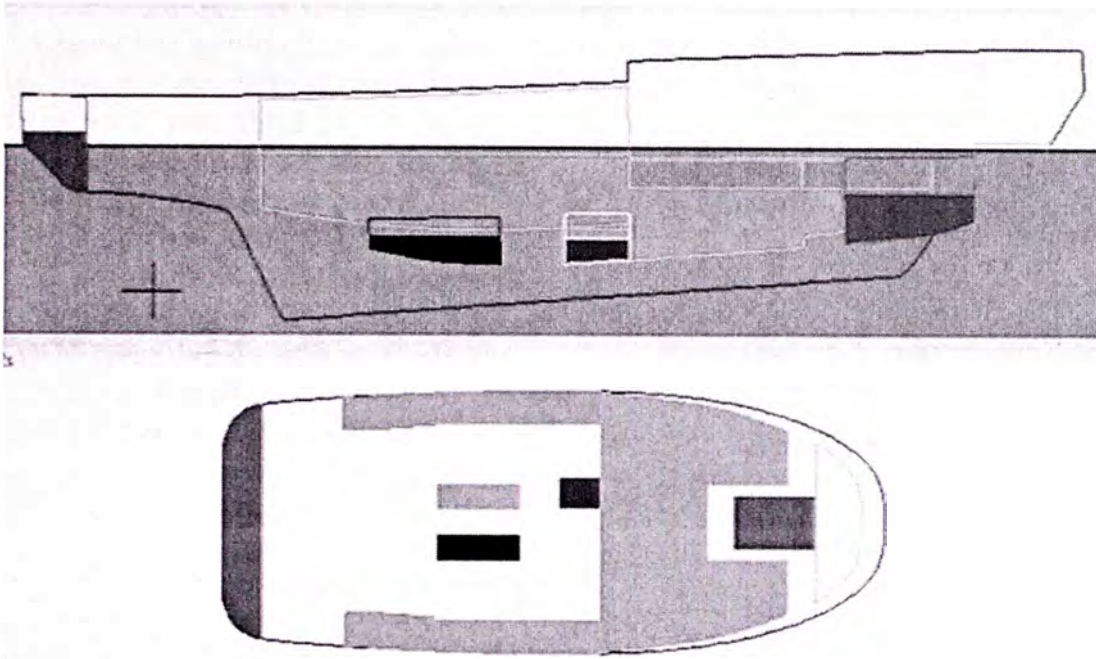


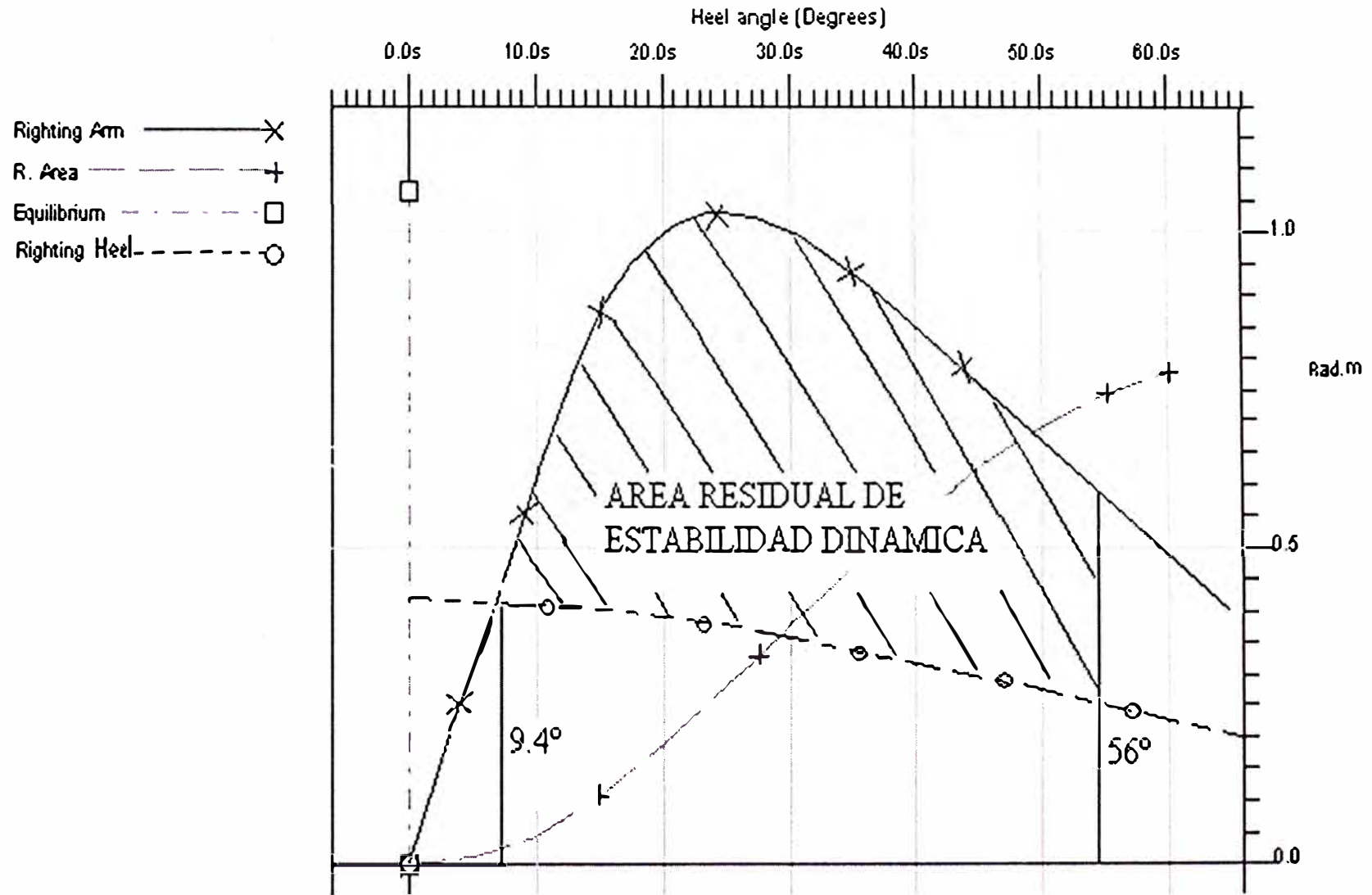
Figura 27

Righting Arms vs Heel Angle

Heel Angle (deg)	GZ (m)	Righting Arm (m)	Area (m-Rad)
0.00	0.000	0.482	0.000
5.00s	0.259	0.481	0.011
10.00s	0.514	0.475	0.045
15.00s	0.761	0.466	0.101
20.00s	0.932	0.453	0.175
25.00s	1.016	0.437	0.261
30.00s	1.025	0.418	0.350
35.00s	0.982	0.395	0.438
40.00s	0.903	0.370	0.521
45.00s	0.799	0.341	0.595
50.00s	0.677	0.310	0.660
55.00s	0.540	0.277	0.713
60.00s	0.393	0.241	0.754

Criterios de estabilidad:

Limit	Min/Max	Actual	Margin	Pass
(1) Area from 0.00 deg to 30.00	>0.0550 m-R	0.3500	0.295	Yes
(2) Area from 0.00 deg to 40.00	>0.0900 m-R	0.5210	0.431	Yes
(3) Area from 30.00 deg to 40.00	>0.0300 m-R	0.1710	0.141	Yes
(4) Righting Arm at MaxRA	>0.200 m	1.025	0.825	Yes
(5) Righting Arm at 30.00 deg	>0.200 m	1.029	0.829	Yes
(6) Angle from 0.00 deg to MaxRA	>25.00 deg	28.22	3.22	Yes
(7) GM Min	>0.450 m	3.078	2.928	Yes
(8) Francobordo minimo. FB _{MIN}	>0.270 m	1.333	1.063	Yes
(9) Area Residual AM	>0.0900 m-R	0.3526	0.263	Yes
(10) Área bajo Brazo Escorante AE	m-R	0.3969		Yes
(11) Área bajo Brazo Adrizante AA	>1.4AE m-R	0.7102	0.155	Yes



5.4.2 RESUMEN DE CAPACIDAD DE TANQUES. (Ver plano de Arreglo

General)

AGUA DULCE

COMPARTIMIENTO	UBICACION	VOL. NETO (m ³)	GRAV. ESP. (t/m ³)	PESO (tons)
Tq. Ag. Dulce Popa (T-1)	Cds. -1.0 al Espejo	10.15	1.000	10.15
Tq. Lastre Popa Br. (T-2.1)	Cds. -1.5 al Espejo - Br.	5.56	1.000	5.56
Tq. Lastre Popa Er. (T-2.2)	Cds. -1.5 al Espejo - Er.	5.56	1.000	5.56
Tq. Ag. Dulce Proa (T-10)	Cds. 16.0 al 19.0	11.90	1.000	11.90
TOTAL		33.17		33.17

COMBUSTIBLE (Diesel)

COMPARTIMIENTO	UBICACION	VOL. NETO (m ³)	GRAV. ESP. (t/m ³)	PESO (tons)
Tq. Consumo Diario Br. (T-4.1)	Cds. 1.5 a 11.0 - Br.	18.36	0.870	15.98
Tq. Consumo Diario Er. (T-4.2)	Cds. 1.5 a 11.0 - Er.	18.36	0.870	15.98
Tq. Doble Fondo Br (T-6.1)	Cds. 11.0 a 16.5 - Br.	27.03	0.870	23.52
Tq. Doble Fondo Er (T-6.2)	Cds. 11.0 a 16.5 - Er.	27.03	0.870	23.52
Tq. Doble Fondo Centro (T-7)	Cds. 11.0 a 15.0	29.46	0.870	25.63
TOTAL		130.30		113.39

MISCELANEOS

COMPARTIMIENTO	UBICACION	VOL. NETO (m ³)	GRAV. ESP. (t/m ³)	PESO (tons)
Tq. Ac. Lub. S.M. Br. (T-5.1)	Cds. 5.0 a 8.0 - Er.	3.13	0.924	2.89
Tq. Lodos S.M. Er. (T-5.2)	Cds. 5.0 a 8.0 - Br.	3.13	0.924	2.89
Tq. de Rebose S.M. Br. (T-6.0)	Cds. 9.5 a 11.0	2.29	0.870	2.00
Cofferdam (T-12.0)	Cds. 14.5 a 16.0	11.86 (*)		
TOTAL		8.55		7.78

(al 100% Capacidad)

V.C.G. (m)	L.C.G. (m)	T.C.G. (m)	Máx. F.S.M. (t x m)
3.800	-1.773	0.000	2.66
4.035	-2.098	2.682	0.51
4.035	-2.098	2.682	0.51
2.299	17.412	0.000	2.44

(al 100% Capacidad)

V.C.G. (m)	L.C.G. (m)	T.C.G. (m)	Máx. F.S.M. (t x m)
9.403	9.658	11.026	0.195
9.403	9.658	11.026	0.195
2.429	13.896	2.766	10.63
2.429	13.896	2.766	10.63
2.078	12.957	0.000	9.36

(al 100% Capacidad)

V.C.G. (m)	L.C.G. (m)	T.C.G. (m)	Máx. F.S.M. (t x m)
1.327	6.619	1.089	0.35
1.327	6.619	1.089	0.35
1.353	10.245	0.000	0.13

5.4.3 CALCULO DEL FRANCOBORDO.

Estimación Francobordo según Alvariano.

Una vez obtenidos los valores de calado y puntal es necesario chequear si estos cumplen con los valores de francobordo, esto se puede hacer a través de la relación calado/puntal.

$$FB = D - T = (D / (T - 1)) = T [(1/(T/D)) - 1]$$

$$FB = 4.45 - 4.276 = 4.276 [(1/(4.276/4.45)) - 1]$$

$$FB = 174 \text{ mm}$$

El remolcador por ser una embarcación de servicio, se clasifica como buque tipo B, dado que sus dimensiones son pequeñas y no transporta cargas líquidas a granel que corresponde a los buques tipo A.

5.4.3.1 FRANCOBORDO TABULAR

$$L = 96\% L_{WL} \text{ a } 85\% D$$

$$L_{WL} = 24.18 \text{ m}$$

$$L = 23.25 \text{ m}$$

Eslora (m)	Francobordo tabular (mm)
23.25	194

Por esta razón el francobordo recomendado para una embarcación de 24 metros aproximadamente, en la tabla de francobordo tabular para buques tipo B es de 200 mm.

Que es el parámetro de partida en el cálculo de francobordo al que se le deben aplicar correcciones de acuerdo a las características de la nave y en cumplimiento con las reglas del reglamento de francobordo, que le concederán aumentos o reducciones según corresponda.

Corrección al francobordo por eslora menor de 100 metros. Para los buques con eslora de francobordo comprendida entre 24 y 100 metros y con superestructuras cerradas de una longitud efectiva de hasta un 35% de la eslora, el francobordo tabular se deberá incrementar en la siguiente cantidad:

$$7.5 (100 - L) * (0.35 - E) / L \quad [\text{mm}]$$

Dónde:

L = eslora del buque en metros

E = longitud efectiva de las superestructuras, en metros

Por lo que el francobordo tabular será modificado solo por efecto de la eslora, en la siguiente cantidad.

$$7.5 (100 - L) * (0.35 - E/L) \quad [\text{mm}]$$

$$7.5 (100 - 23.25) * ((0.35 - (3/23.25))) \quad [\text{mm}]$$

Se debe incrementar en 16.9 mm.

Por lo tanto tenemos:

$$\text{Francobordo} = 194 + 16.9 = 210.9 \text{ mm.}$$

Corrección por coeficiente de block.

Para los buques con coeficientes de block superior a 0.68, el francobordo tabular se debe multiplicar por el factor que resulta al aplicar la regla 30, pero como en la embarcación en proyecto, el coeficiente de block en el desplazamiento en carga de verano es de 0.434, la regla no es aplicable.

Corrección por puntal.

Cuando el puntal D excede la relación L/15, el francobordo deberá aumentarse en:

$$(D - (L/15)) * R \quad [\text{mm}]$$

Siendo $R = L/0.48$ para esloras inferiores a 120 metros

$$R = 23.25/0.48 = 48.43$$

$$(4.45 - 23.25/15) * 48.43 = 140.45 \quad [\text{mm}]$$

Se debe incrementar en 351.35 mm

Arrufo

Se realizará un cálculo por corrección por arrufo. Debido a que el buque en proyecto dispone de arrufo, la corrección se hará a continuación:

$$0.75 - (S / 2L)$$

Donde S: Longitud total Superestructuras cerradas

$$S = 8.5 \text{ m}$$

Entonces:

$$0.75 - (8.5 / (2 * 23.25)) = 0.567$$

Tenemos:

$$\text{Francobordo} = 351.35 * 0.567 = 199.21 \text{ mm.}$$

Altura mínima de proa.

Esta regla no es aplicable, pues no se considera C mayor 0.68.

Francobordos mínimos.

El francobordo mínimo de verano, será el obtenido de la tabla de francobordos tabulares al que se le aplicara todas las correcciones establecidas, según corresponda y le sean aplicables a la embarcación.

Francobordo de Verano (V): Será el Francobordo obtenido de las tablas correspondientes modificado por las correcciones pertinentes, con lo cual tenemos un Francobordo de Verano igual a 199.21 mm.

Francobordo Tropical (T):

$$f - (f/48) = 199.21 (1 - 1/48)$$

$$= 195.06 \text{ mm}$$

Francobordo de Invierno (I):

$$f - (f/48) = f * (1 + 1/48)$$

$$= 199.21 (1.02)$$

$$= 203.19 \text{ mm.}$$

Francobordo para el Atlántico Norte:

$$FB_{IAN} = FB_{INVIERNO} + 50 \text{ mm}$$

$$FB_{IAN} = 253.19 \text{ mm.}$$

5.4.4 CÁLCULO DEL ARQUEO.

Características generales:

Eslora: 24.55 m (solo casco)

Manga: 10.90 m

Puntal: 4.45 m

5.5 CÁLCULO DE TONELAJE DE REGISTRO BRUTO (TRB)

Según Conferencia Internacional de Arqueo de Buques de 1969, para embarcaciones de eslora igual o mayor a 24 m.

$$TRB = K_1 \cdot \nabla \dots \dots \dots (1)$$

$$K_1 = 0.2 + 0.02 (\text{Log}_{10} \cdot \nabla) \dots \dots \dots (2)$$

$\nabla = \text{Volumen}$

$$\nabla = \nabla_{casco} + \nabla_{caseta} + \nabla_{puente} + \nabla_{cubichete}$$

$$\nabla = 745.9 + 120.65 + 48.75 + 35.88$$

$$\nabla = 951.18 \text{ m}^3$$

De la Ecuación (2):

$$K_1 = 0.2 + 0.02(\text{Log}_{10} .951.18)$$

$$K_1 = 0.2595$$

De la Ecuación (1):

$$\text{TRB} = 0.2595 * 951.18$$

$$\text{TRB} = 246.83$$

5.6 CÁLCULO DE TONELAJE DE REGISTRO NETO (TRN)

$$\text{TRN} = K_2 * V_c \left(\frac{4d}{3D} \right)^2 + K_3 \left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right) \dots\dots\dots(3)$$

VC = 0 (volumen total de espacios de carga)

$$K_3 = 1.25 \left(\frac{\text{TRB} + 10.000}{10.000} \right) \dots\dots\dots(4)$$

GT = TRB (arqueo bruto)

N1 = número de pasajeros en camarotes que no tengan más de 8 literas = 9

N2 = número de los demás pasajeros = 0

N1 N2 = número total de pasajeros que el buque está autorizado a llevar según el certificado de pasajeros del buque; cuando N1+ N2 sea inferior a 13 las magnitudes N1 y N2 se consideraran iguales a cero.

De la Ecuación (3):

$$\text{TRN} = 0$$

TRN, no se tomara inferior a 0.3 TRB

5.7 CALCULO DE MOMENTOS

Los momentos de escora y de adrizamiento están calculados para una condición del 10% de consumibles y carga general, que viene a ser la condición más desfavorable.

5.7.1 MOMENTO ESCORANTE DEBIDO AL TIRO (M_E)

El momento escorante debido al tiro está dado por la siguiente fórmula:

$$M_E = C_1 C_2 T (h \cos \theta + C_3 C_m - r \sin \theta)$$

$$C_1 = 0.7$$

$$C_2 = 1.0$$

$$C_3 = 0.52$$

$$C_m = 3.336 \text{ m (Calado medio en la sección maestra)}$$

$$T = 60 \text{ tons (Tiro a punto fijo)}$$

$$h = 2.16 \text{ m (Altura del gancho de remolque sobre la flotación)}$$

$$\theta = \text{Angulo de escora}$$

$$r = 1.04 \text{ m (Radio del gancho de remolque)}$$

5.7.2 MOMENTO ADRIZANTE (M_A)

El momento abrazante que hará oposición al momento escorante está dado por la siguiente fórmula:

$$M_A = \Delta GZ$$

$$\Delta = 323.86 \text{ tons (Desplazamiento)}$$

$$GZ = \text{Brazo de adrizamiento (depende del ángulo de escora)}$$

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Angulo (gr)	M. Escorante (tonsxm)	M. Adrizante (tonsxm)
0	163.578	0.00
5	159.426	50.52
10	154.615	102.02
15	149.182	153.19
20	143.168	194.32
25	136.619	208.89
30	129.584	205.00
35	122.118	186.22
40	114.277	156.42
45	106.121	117.89
50	97.711	86.15
55	89.113	24.61
60	80.390	-26.88

De los resultados concluimos que el ángulo para el cual los momentos se igualan, es decir están en equilibrio se encuentra entre 10 y 15 grados, luego de este ángulo el momento adrizante es mayor que el momento escorante, por lo tanto el remolcador es estable.

CAPITULO VI EVALUACION ECONOMICA

6.1 DATOS.-DETALLE DE LAS OT

REMOLCADOR 60 TONS BP		
O.T.		precio
DESCRIPSION	esta do	venta
sistema de propulsión azimutal	PRG	6,039,083
motores principales	TER	4,355,546
grupos electrógenos	TER	334,609
equipos hidráulicos	EJE	827,974
adquisición de acero	PRG	863,153
fabricación de casco	EJE	1,276,524
gastos complementarios casco	EJE	509,041
equipos : sistema de tuberías / auxiliares / lastre	PRG	401,162
adquisición de válvulas	PRG	265,288
fabricación, montaje, instalación y pruebas de los sist de tuberías	SUS	171,987
materiales para sistemas de tuberías	EJE	324,778
suministro de tableros eléctricos	EJE	191,147
sistema eléctrico	EJE	475,245
equipos electrónicos : ayuda a la navegación y comunicación	PRG	239,958
carpintería / acomodación	EJE	578,473
instalación y accesorios para propulsión y gobierno	EJE	454,637
maniobras /fondeo anclas	EJE	126,032
sistema de seguridad	EJE	217,168
granallado, arenado y pintado	EJE	232,277
gastos legales, seguros y financieros	EJE	398,982
clasificación / diseño	SUS	199,682
		S/.187,985.00

6.2 RESUMEN DE COSTOS

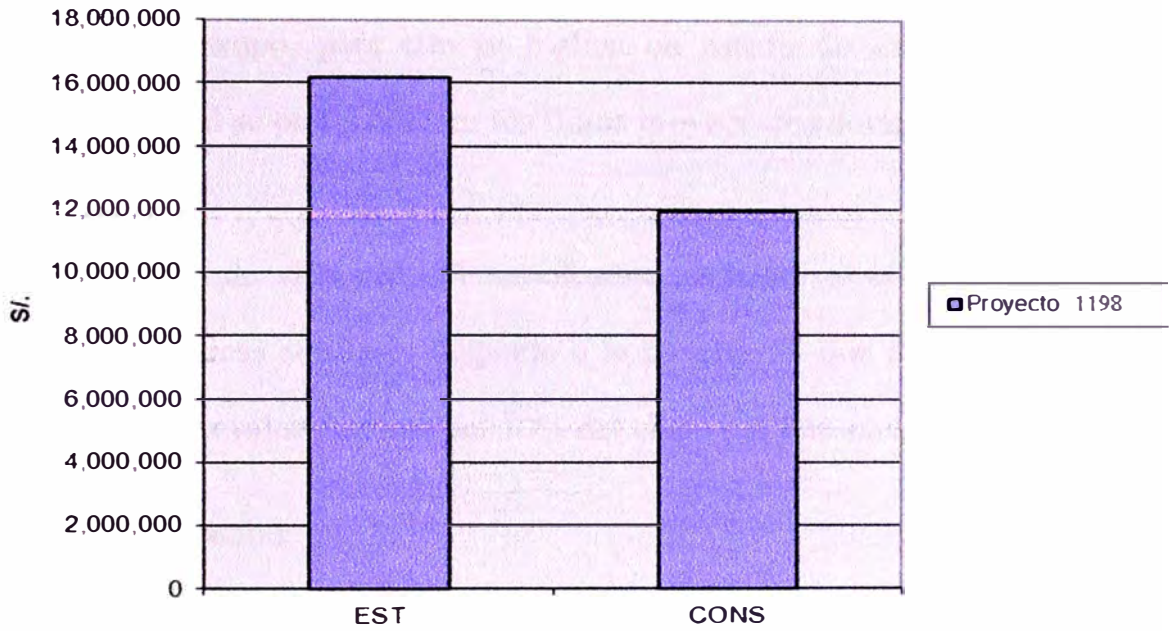
Ciente: ultratug					
PROYECTO CN-1198-SC REMOLCADOR 60 TONS BP					
O.T.	PRECIO	COSTO ESTIMADO			
ESTADO	VENTA	M.O.	MAT.	SER.	OTROS
PRG	6,039,083	0.00	3,080,751.59	0.00	639,848.41
TER	4,355,546	0.00	3,038,216.57	0.00	52,743.43
TER	334,609	0.00	308,224.80	0.00	0.00
EJE	827,974	0.00	0.00	762,687.49	0.00
PRG	265,288	0.00	203,466.90	0.00	21,563.10
PRG	863,153	0.00	770,398.22	0.00	24,694.78
PRG	401,162	0.00	186,382.17	0.00	153,902.83
EJE	475,245	0.00	202,265.17	133,155.00	67,705.44
EJE	578,473	0.00	182,777.46	207,130.00	100,781.02
SUS	171,987	0.00	0.00	145,888.08	0.00
PRG	239,958	0.00	164,192.36	39,351.64	0.00
SUS	199,682	29,641.50	0.00	129,858.00	9,880.50
EJE	126,032	12,898.20	32,934.36	30,710.00	30,364.11
EJE	232,277	93,139.20	24,340.18	0.00	79,549.34
EJE	454,637	118,898.50	114,862.04	103,390.00	48,494.16
EJE	191,147	0.00	0.00	162,140.00	0.00
EJE	1,276,524	655,613.00	291,616.93	76,796.00	58,783.07
EJE	217,168	3,998.40	12,744.01	131,661.60	35,807.99
EJE	398,982	0.00	0.00	338,436.00	0.00
EJE	324,778	0.00	91,852.03	0.00	183,639.94
EJE	509,041	32,512.80	0.00	228,160.00	171,120.00
	18,482,74	946,702	8,705,025	2,489,364	1,678,878

6.3 COSTOS INDIRECTOS

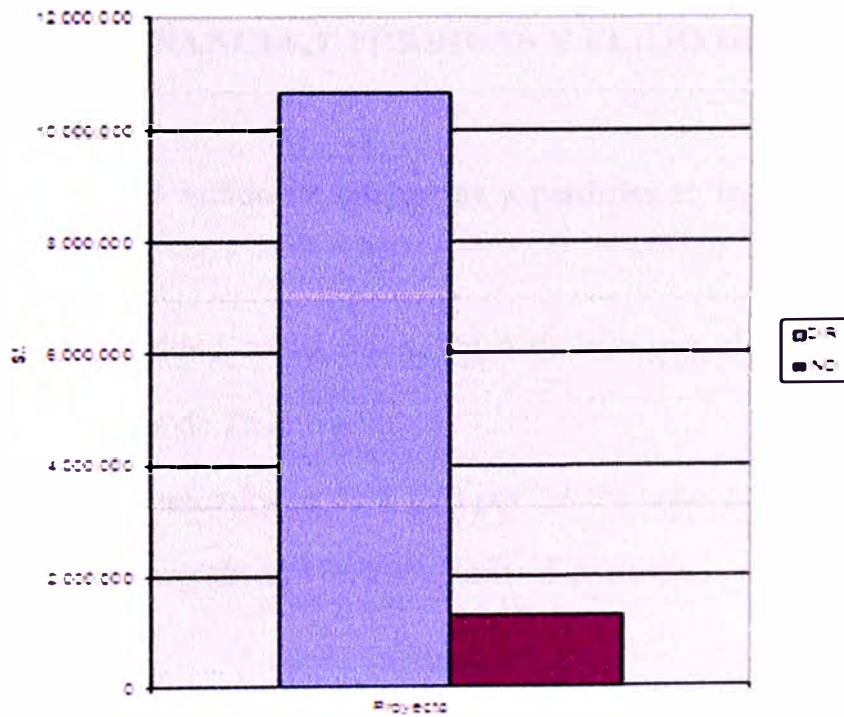
Precio Venta S/.		16,145,724		
Utilidad Estimada S/.		994,517.03		
COSTO EJECUTADO				
M.O. DIR	MAT. DIR.	SER. DIR.	TOTAL DIR.	IND
	2,968,048.50	5,736.44	2,973,784.94	25,642.08
	3,094,200.00		3,094,200.00	32,100.98
	336,654.00		336,654.00	4,307.31
		307,295.38	307,295.38	47,280.68
	173,175.87	10,358.79	183,534.66	33,470.20
	596,707.04		596,707.04	83,810.27
	228,594.03	8,451.61	237,045.64	16,678.58
	261,694.72	46,446.66	308,141.38	59,306.95
	230,372.83	54,779.26	285,152.09	66,411.97
		147,679.76	147,679.76	69,127.42
	179,321.62	0.00	179,321.62	2,055.91
40,926.1 2	577.20	122,926.65	164,429.97	53,082.37
429.25	33,924.53	20,490.24	54,844.02	12,354.47
67,600.0 1	42,600.93		110,200.94	80,253.71
12,468.0 7	14,123.59	599.19	27,190.85	14,006.56
		136,819.39	136,819.39	48,553.28
670,065. 79	217,195.05	92,124.57	979,385.41	810,734.4 1
0.00	0.00	20,851.04	20,851.04	7,160.94
		98,396.28	98,396.28	16,660.95
3,578.60	155,560.60	3,702.40	162,841.60	80,082.40
33,676.7 4	58,033.44	16,326.37	108,036.55	42,675.75
828,745	8,590,784	1,092,984	10,512,512.56	1,605,757

Costo Ejecutado		S/.12,118,270
Venta - Costo Eject		S/.4,027,454
COSTO EJECT DIR. + IND.	COSTO EST-CONS	%Ind/ Cost Real
2,999,427.02	1,039,656.34	0.85%
3,126,300.98	229,245.20	1.03%
340,961.31	-6,352.46	1.26%
354,576.06	473,397.48	13.33%
217,004.86	48,283.01	15.42%
680,517.31	182,635.65	12.32%
253,724.22	147,437.78	6.57%
367,448.33	107,796.46	16.14%
351,564.06	226,908.60	18.89%
216,807.18	-44,819.73	31.88%
181,377.53	58,580.49	1.13%
217,512.34	-17,830.26	24.40%
67,198.49	58,833.78	18.39%
190,454.65	41,822.50	42.14%
41,197.41	413,439.15	34.00%
185,372.67	5,774.19	26.19%
1,790,119.82	-513,596.30	45.29%
28,011.98	189,155.55	25.56%
115,057.23	283,924.96	14.48%
242,924.00	81,853.50	32.97%
150,712.30	358,328.24	28.32%
12,118,270	3,364,474.12	13.25%

6.4 **GRAFICO DE COSTO ESTIMADO DE OTS Y COSTO EJECUTADO**



Proyecto 1198 Costos Directos & Indirectos



6.2 EVALUACION ECONOMICA

Se analiza los flujos proyectados para determinar la viabilidad del proyecto y su rentabilidad en el tiempo, para ello se realiza un estado de ganancia y pérdida proyectada con el cual se podrá obtener los flujos proyectados durante 10 años.

Se obtuvo el tiempo de vida útil del remolcador mediante el análisis de diversos proxy con características similares llegando a la conclusión que tendría 15 años de vida útil y presenta un valor residual del 10% del costo del Remolcador de Altura

Calculo de la depreciación:

Costo	S/. 18360,825.00
Valor residual	S/. 1836082.50
Vida	20 años
Depreciación	S/. 826,237.125

6.2.1 ESTADO DE GANANCIA Y PÉRDIDAS Y FLUJO DE CAJA PROYECTADO

Previa a la realización del estado de ganancias y pérdidas se tendrá en cuenta a la siguiente información:

Según el análisis de actividad comercial se ha estimado que el periodo de trabajo continuo del remolcador es de 16 hr diario.

Precio de alquiler del Remolcador es de \$ 850 por hr. En caso que el tiempo exceda las 2.5 hr la tarifa será recargada con un 10% cada 15 minutos.

Precio de costo de combustible que utiliza el remolcador para un funcionamiento de 24 hr de sus generadores y de sus motores un promedio de 16hr, junto con los costes adicionales de operación, administración y otros es de \$ 2.12 por hr. Consumo de 2000 litros diarios. Aproximado 12.5 galones

Actividad comercial	16hr	diarias
Alquiler	\$ 500 por hr	
Tipo de cambio	1 dólar	S/.2,559
Precio de barril de petróleo	\$ 95.3	S/.244
Consumo diario	2.5 barriles	\$ 238.25

El mantenimiento del remolcador se hace cada mes, con un costo de \$400, se obtendrán los siguientes cálculos, los cuales se usaran en el estado de ganancia y pérdidas.

Descripción	2 meses	1mes
Ingreso por Alquiler	\$480,000.00	\$240,000.00
Costo insumo	\$15,095.00	\$7,547.00
Ganancia comercial	\$464,906.00	\$232,453.00

El estado de ganancias y pérdidas y el flujo de caja descontados serán proyectados para 10 años, se asume lo siguiente:

El ingreso por alquiler presenta un crecimiento de 5% anual.

El costo de insumos por mantenimiento y consumo de petróleo presenta un crecimiento de 8% anual.

El costo fijo y la depreciación se mantienen constantes.

Se ha tomado como tasa de impuesto a la renta de 30%, sobre las utilidades.

La tasa de descuento base utilizada es de 10%.

La inversión total es de S/.187,985.00

PERIODOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos por Alquiler		2880000	3024000	3168000	3312000	3456000	3600000	3744000	3888000	4032000	4176000
egresos		2433679.4	2440924.52	2448169.64	2455414.76	2462659.88	2469905	2477150.12	2484395.2	2491640.4	2498885.5
costos por mantenimiento		90564	97809.12	105054.24	112299.36	119544.48	126789.6	134034.72	141279.84	148524.96	155770.08
costos fijos		228774.6	228774.6	228774.6	228774.6	228774.6	228774.6	228774.6	228774.6	228774.6	228774.6
depreciación		2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8
utilidad antes de impuestos		446320.6	583075.477	719830.357	856585.237	993340.117	1130095	1266849.88	1403604.8	1540359.6	1677114.5
impuestos(30%)		133896.18	174922.643	215949.107	256975.571	298002.035	339028.499	380054.963	421081.43	462107.89	503134.36
UTILIDAD NETA		312424.42	408152.834	503881.25	599609.666	695338.082	791066.498	886794.914	982523.33	1078251.7	1173980.2
FLUJO DE CASH											
inversión	7175000										
utilidad neta		312424.42	408152.834	503881.25	599609.666	695338.082	791066.498	886794.914	982523.33	1078251.7	1173980.2
depreciación		2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8	2114340.8
FLUJO A DESCONTAR	7175000	2426765.22	2522493.64	2618222.05	2713950.47	2809678.88	2905407.3	3001135.72	3096864.1	3192592.5	3288321

Se aprecia que todos los flujos son positivos lo cual es un buen indicador

6.2.2 VALOR ACTUAL NETO

La tasa de descuento utilizada es del 10% y representa el costo de oportunidad del capital el valor neto actual es la sumatoria del valor presente de los 10 flujos analizados y al considerar los costos iniciales para la construcción del proyecto se tiene el valor actual neto que es la diferencia entre el VNA y el valor de inversión

Se obtuvo VNA es de \$ 2426765 siendo positivo y mayor que cero, lo que significa que debe aceptarse el proyecto ya que genera rentabilidad.

Tasa de descuento	10%
Inversión	7175000
VNA	14434440.76
VAN	\$ 7259440.76

6.4.3 TASA INTERNA DE RETORNO

EL TIR del proyecto es 36% siendo positiva y mayor que la tasa de descuento 10% lo que asegura la rentabilidad del proyecto por lo cual debe aceptarse la realización del mismo.

CONCLUSIONES.

- 1.-El remolcador de altura, cumple con los requerimientos de estabilidad estática y dinámica y además los criterios de estabilidad para remolcadores según ABS, IACS y GL.
- 2.-El diseño tiene aplicación directa por haber sido remolcador, fabricado y puesto en servicio
- 3.-El diseño asido sometido a evaluación estructural cumpliendo con los requerimientos de cálculo estructural, así como las reglas de clasificación ABS.
- 4.-El informe tiene por finalidad mostrar el diseño de remolcadores de altura tipo azimutales permitiendo comparar los resultados con los valores que se obtienen aplicando las reglas de sociedades clasificadoras ABS, ya que los valores obtenidos de módulos de sección y momento de inercia están dentro de los rangos, por lo que se da por valido los cálculos realizados.

BIBLIOGRAFIA.

Reglamentos de la construccion y la clasificacion de buques de acero A.B.S.

Dimensionamiento de remolcadores. Manuel Arnaldos Ing. Naval (articulo).

Estabilidad de remolcadores. Subsecretaria de la marina mercante no 2/79.

Teoria del buque y sus aplicaciones. Carlos Godino Gil.

Tecnicas de construccion naval. Primitivo B. Gonzalez Lopez.

El proyecto basico del buque mercante. R. Aliano, J. Aspirez y M. Meisozo.

Constroccion naval y servicios. A Bonilla.

Teoria del buque. Prof: A. Guzman y P. Gallardo.

Equipos y servicios. Prof: J.J. Escribano y R.M. De la Villa.

Calculo de estructura. Prof: A. Barrios.

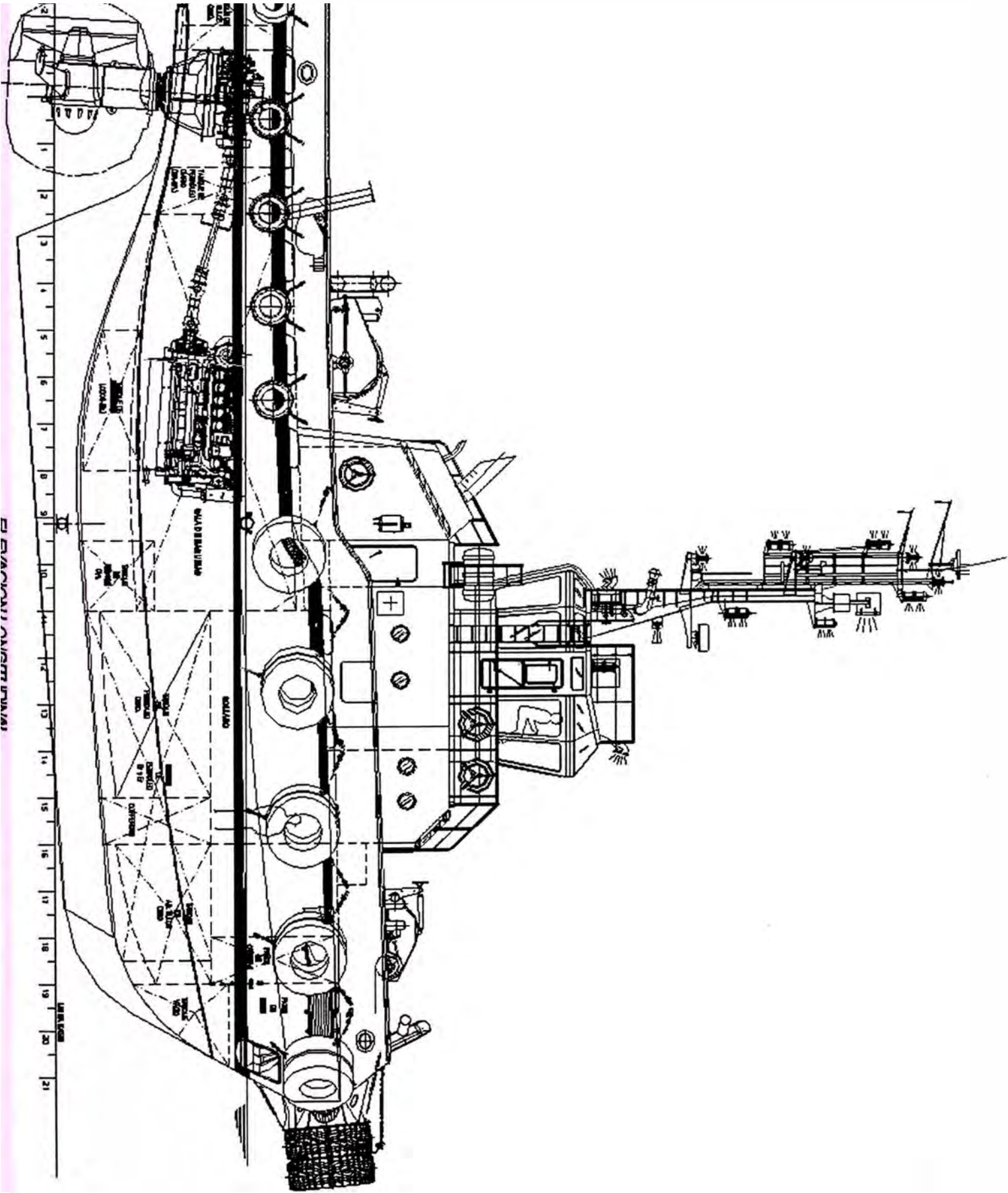
Manuales

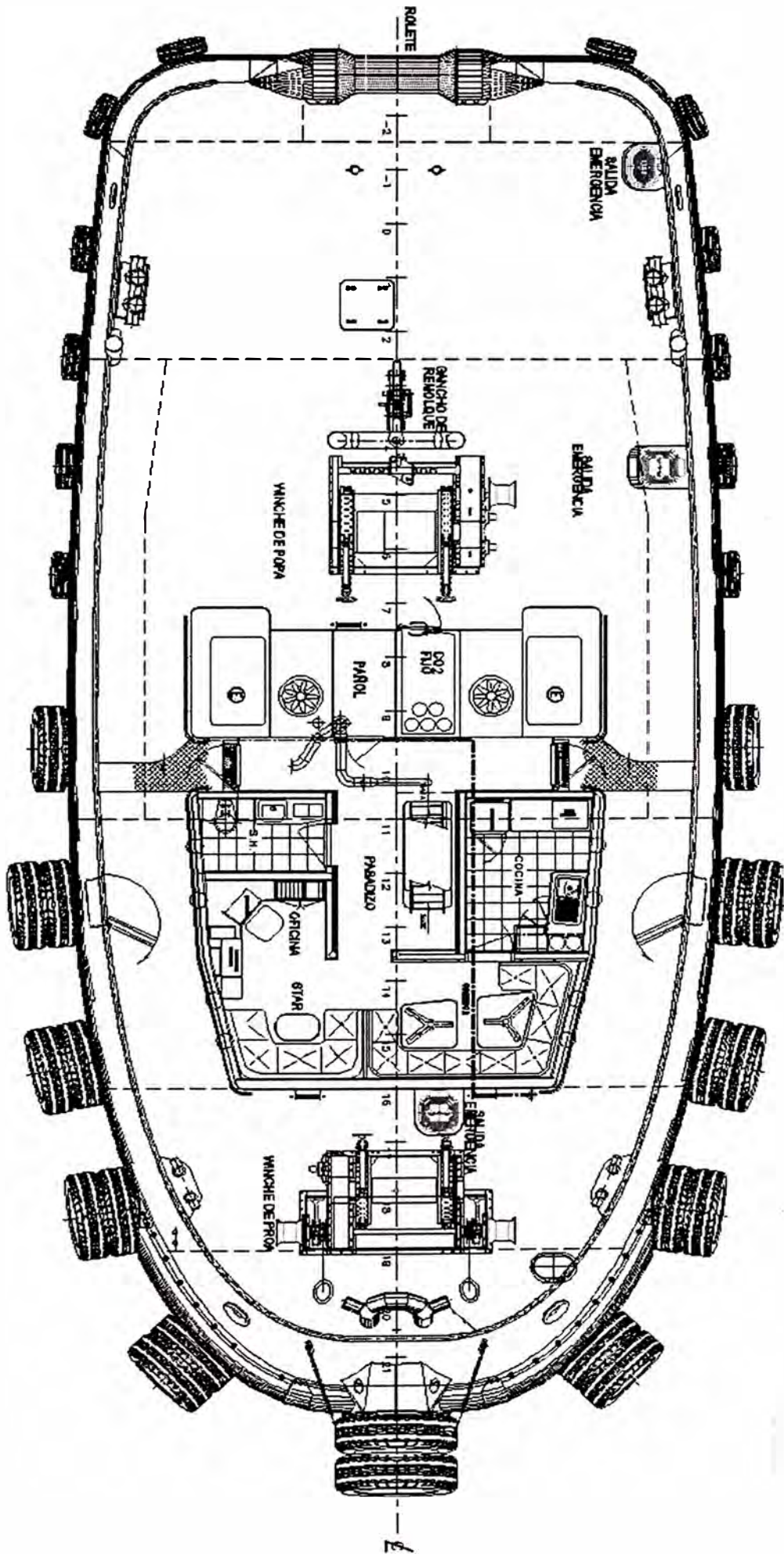
Maxsurf.

Autoship

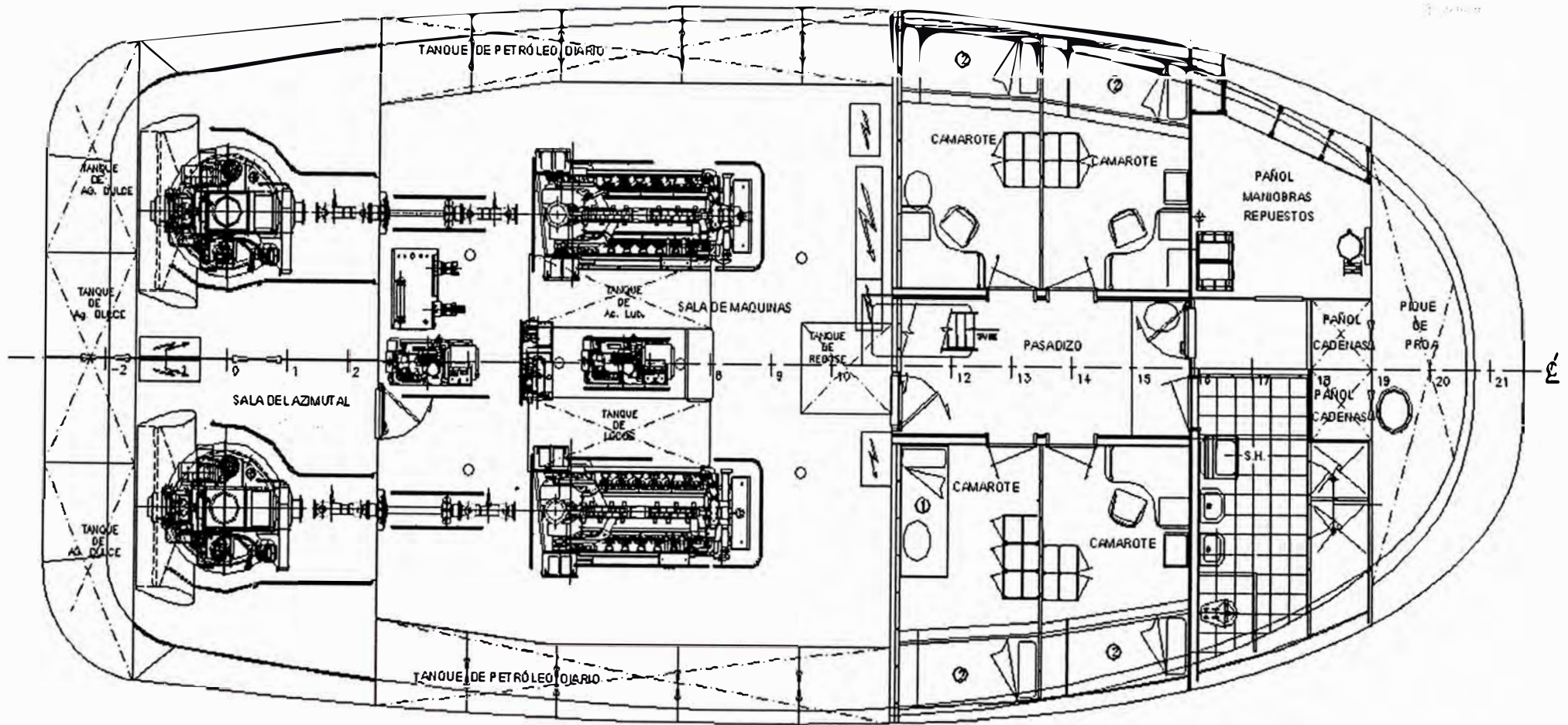
Modelmaker

autohydro

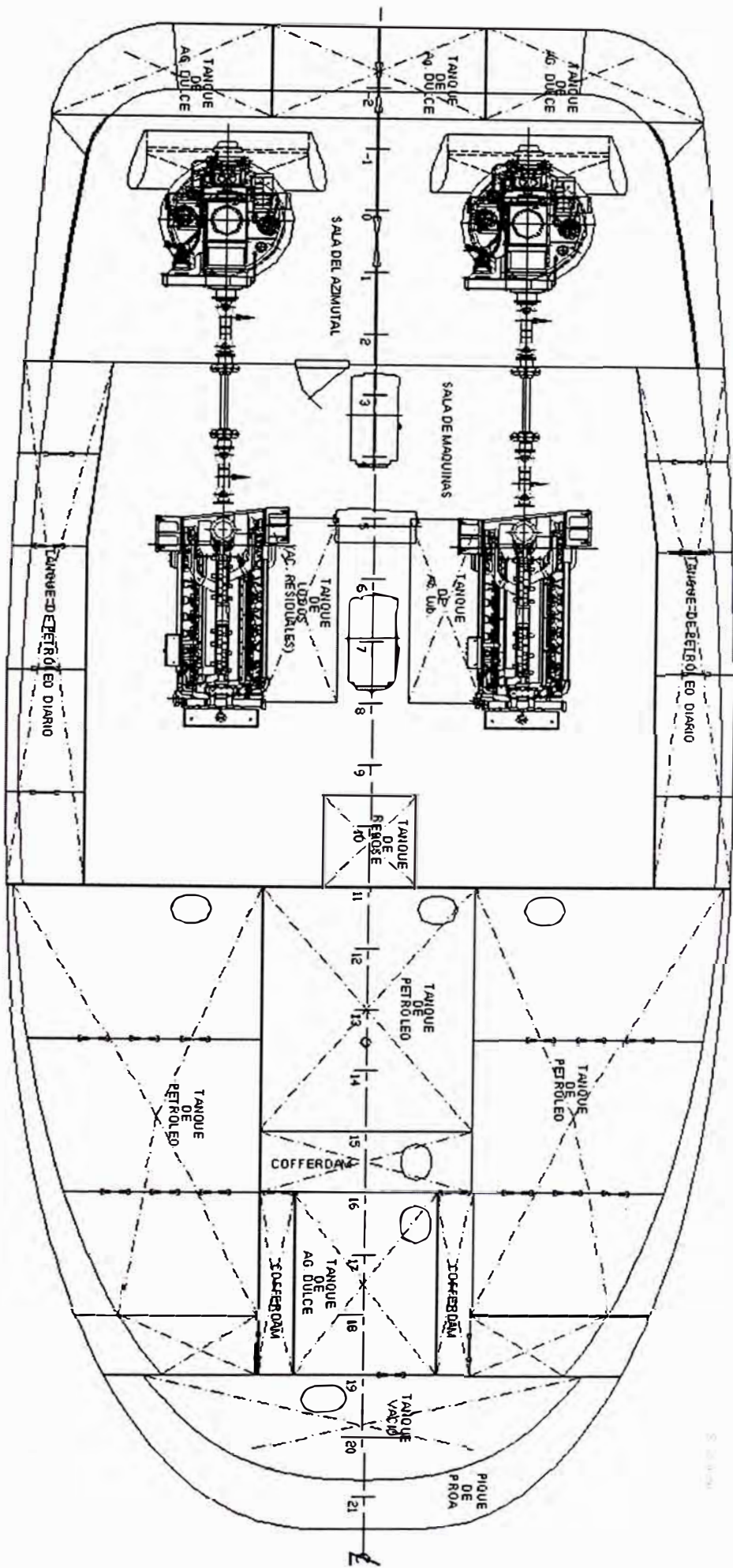




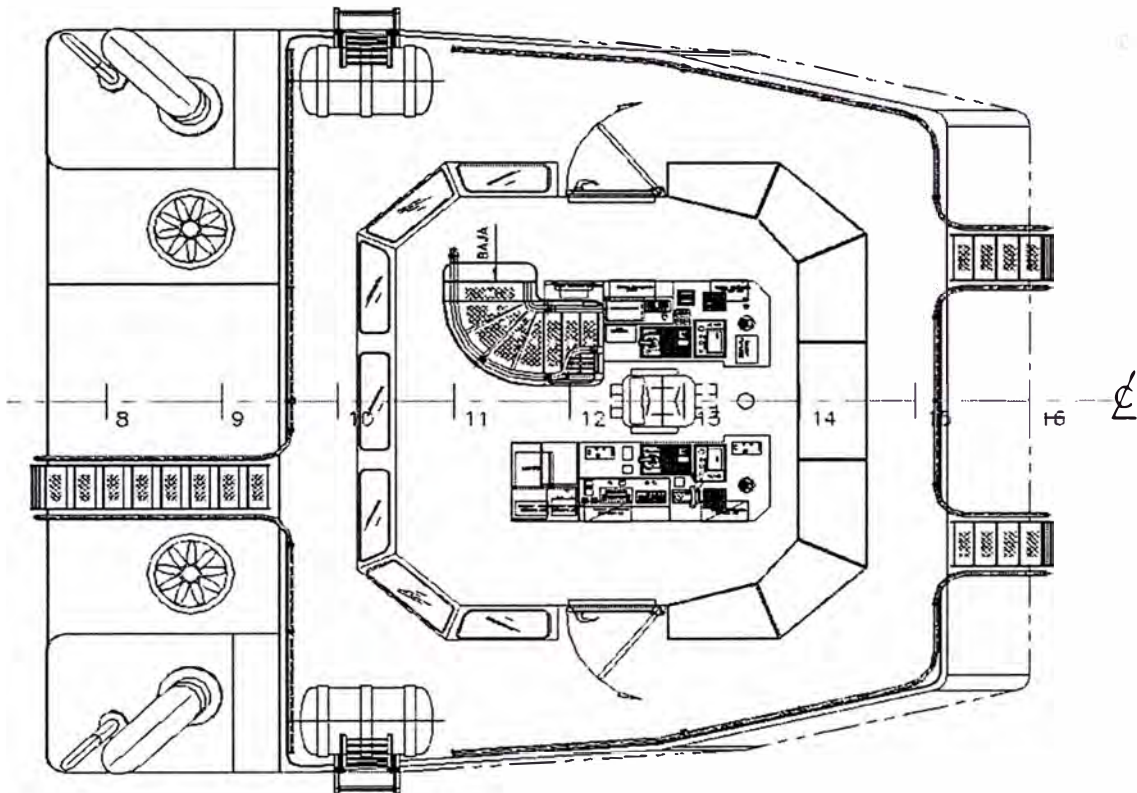
PLANTA CUBIERTA PRINCIPAL



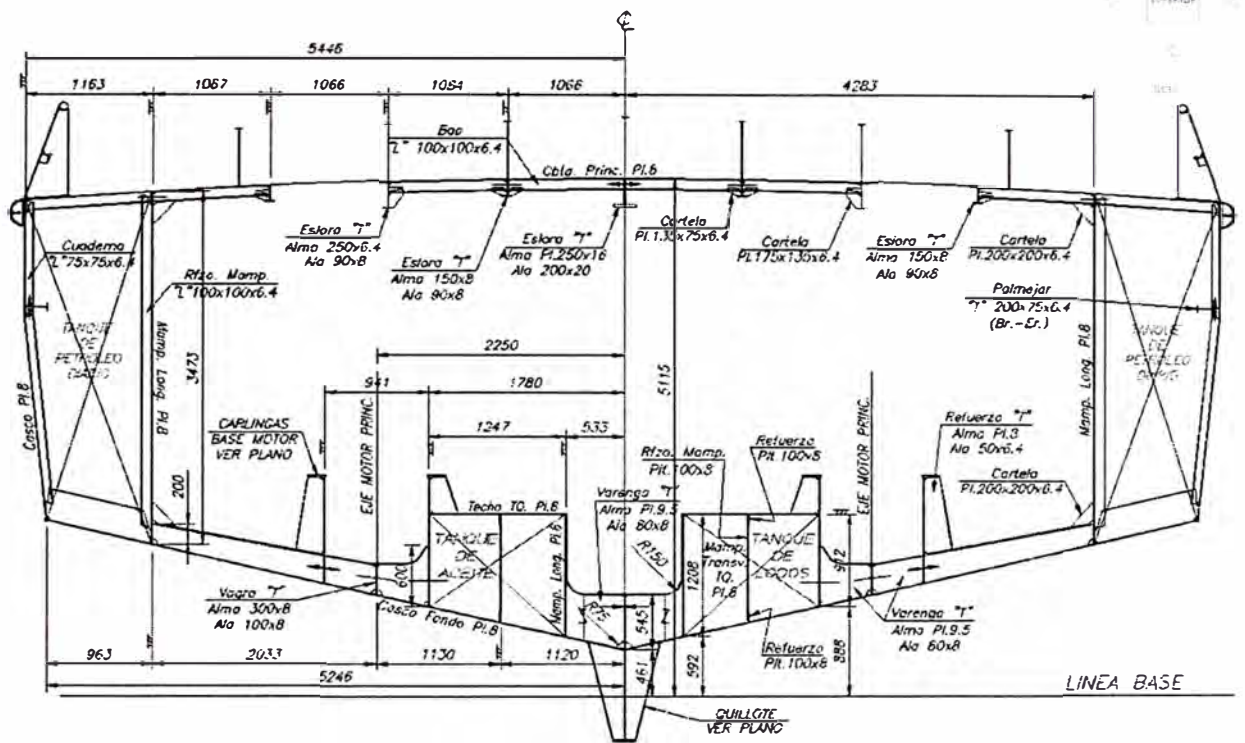
BAJO CUBIERTA PRINCIPAL



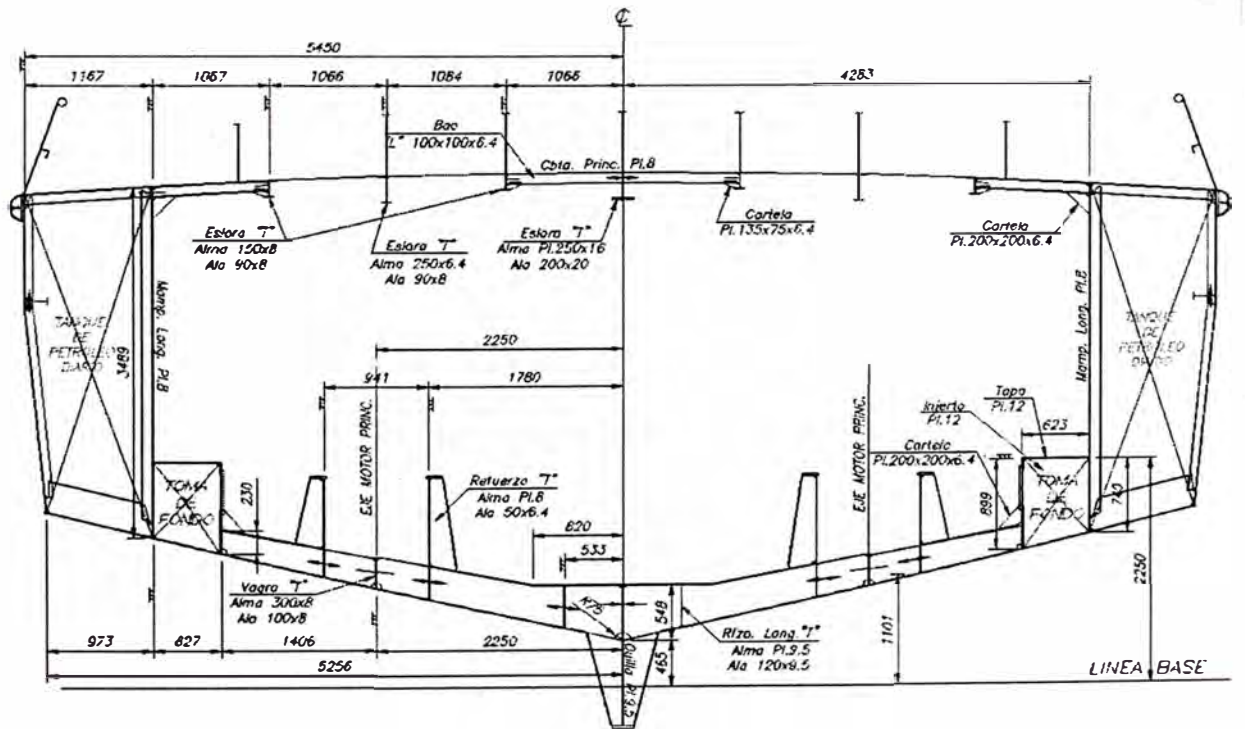
TANQUES DE DOBLE FONDO



PUENTE DE MANDO



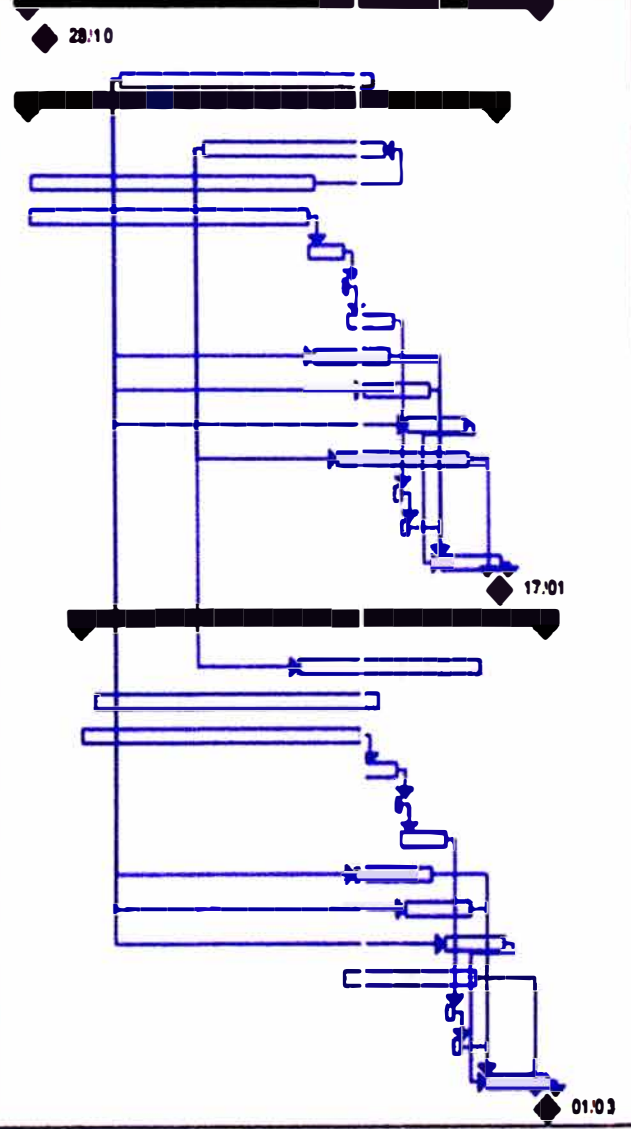
CUADERNA 8
MIRANDO A PROA



CUADERNA 8.5
MIRANDO A PROA

APENDICES

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Gantt Chart						
					P 4 2010	P 1 2011	P 2 2011	P 3 2011	P 4 2011	P 1 2012	P 2 2012
1	Construcción Remolcadores	308 días	lun 11/10/10	jue 01/03/12	[Gantt bar for task 1]						
2	Firma de Contrato	3 días	je 23/10/10	je 29/10/10	[Gantt bar for task 2]						
3	Diseño de Ingeniería	250 días	lun 15/01/11	ve 18/09/11	[Gantt bar for task 3]						
4	Remolcador 60 BP 1198 ULTRATUG	464 días	lun 11/10/10	mar 17/01/12	[Gantt bar for task 4]						
6	Fabricación de Casco	180 días	ve 01/04/11	mar 27/09/11	[Gantt bar for task 6]						
5	Suministro Motor - CAT 3516B	290 días	mar 12/10/10	lun 18/07/11	[Gantt bar for task 5]						
7	Suministro Fiannda Propulsor US 205 - RR	275 días	lun 11/10/10	mar 12/07/11	[Gantt bar for task 7]						
18	Navegación de propulsor	35 días	mé 13/07/11	mar 19/08/11	[Gantt bar for task 18]						
20	Desaduanaje de propulsor	4 días	mé 17/08/11	sáb 20/08/11	[Gantt bar for task 20]						
19	Instalación de propulsor	46 días	dom 21/08/11	mar 04/10/11	[Gantt bar for task 19]						
10	Sistema de Tuberías	75 días	lun 19/07/11	ve 30/09/11	[Gantt bar for task 10]						
12	Sistema Eléctrico	55 días	lun 05/09/11	mar 08/11/11	[Gantt bar for task 12]						
13	Sistema Electrónico	55 días	lun 15/10/11	mé 14/12/11	[Gantt bar for task 13]						
14	Acabados	130 días	mé 10/09/11	sáb 17/12/11	[Gantt bar for task 14]						
15	Lavado de remolcador	7 días	mé 05/10/11	mar 11/10/11	[Gantt bar for task 15]						
16	Lanzamiento	7 días	mé 12/10/11	mar 18/10/11	[Gantt bar for task 16]						
17	Puebas	30 días	sáb 15/11/11	mar 13/01/12	[Gantt bar for task 17]						
19	Entrega	3 días	mar 13/01/12	mar 17/01/12	[Gantt bar for task 19]						
21	Remolcador 60 BP 1198 ULTRATUG	459 días	lun 20/11/10	jue 01/03/12	[Gantt bar for task 21]						
34	Fabricación de Casco	180 días	ve 01/07/11	mar 27/12/11	[Gantt bar for task 34]						
22	Suministro Motor - CAT 3516B	290 días	dom 12/12/10	sáb 17/09/11	[Gantt bar for task 22]						
23	Suministro Fiannda Propulsor US 205 - RR	275 días	lun 25/11/10	mar 30/09/11	[Gantt bar for task 23]						
24	Navegación de propulsor	35 días	mé 31/09/11	mar 04/10/11	[Gantt bar for task 24]						
25	Desaduanaje de propulsor	4 días	mé 05/10/11	sáb 08/10/11	[Gantt bar for task 25]						
35	Instalación de propulsor	46 días	dom 09/10/11	mar 22/11/11	[Gantt bar for task 35]						
26	Sistema de Tuberías	75 días	je 25/09/11	lun 07/11/11	[Gantt bar for task 26]						
27	Sistema Eléctrico	55 días	je 13/10/11	ve 18/12/11	[Gantt bar for task 27]						
28	Sistema Electrónico	55 días	lun 21/11/11	je 19/01/12	[Gantt bar for task 28]						
29	Acabados	130 días	dom 14/09/11	mé 21/12/11	[Gantt bar for task 29]						
30	Lavado de remolcador	7 días	mé 23/11/11	mar 29/11/11	[Gantt bar for task 30]						
31	Lanzamiento	7 días	mé 30/11/11	mar 06/12/11	[Gantt bar for task 31]						
32	Puebas	30 días	lun 02/01/12	je 01/03/12	[Gantt bar for task 32]						
33	Entrega	3 días	je 01/03/12	jue 01/03/12	[Gantt bar for task 33]						



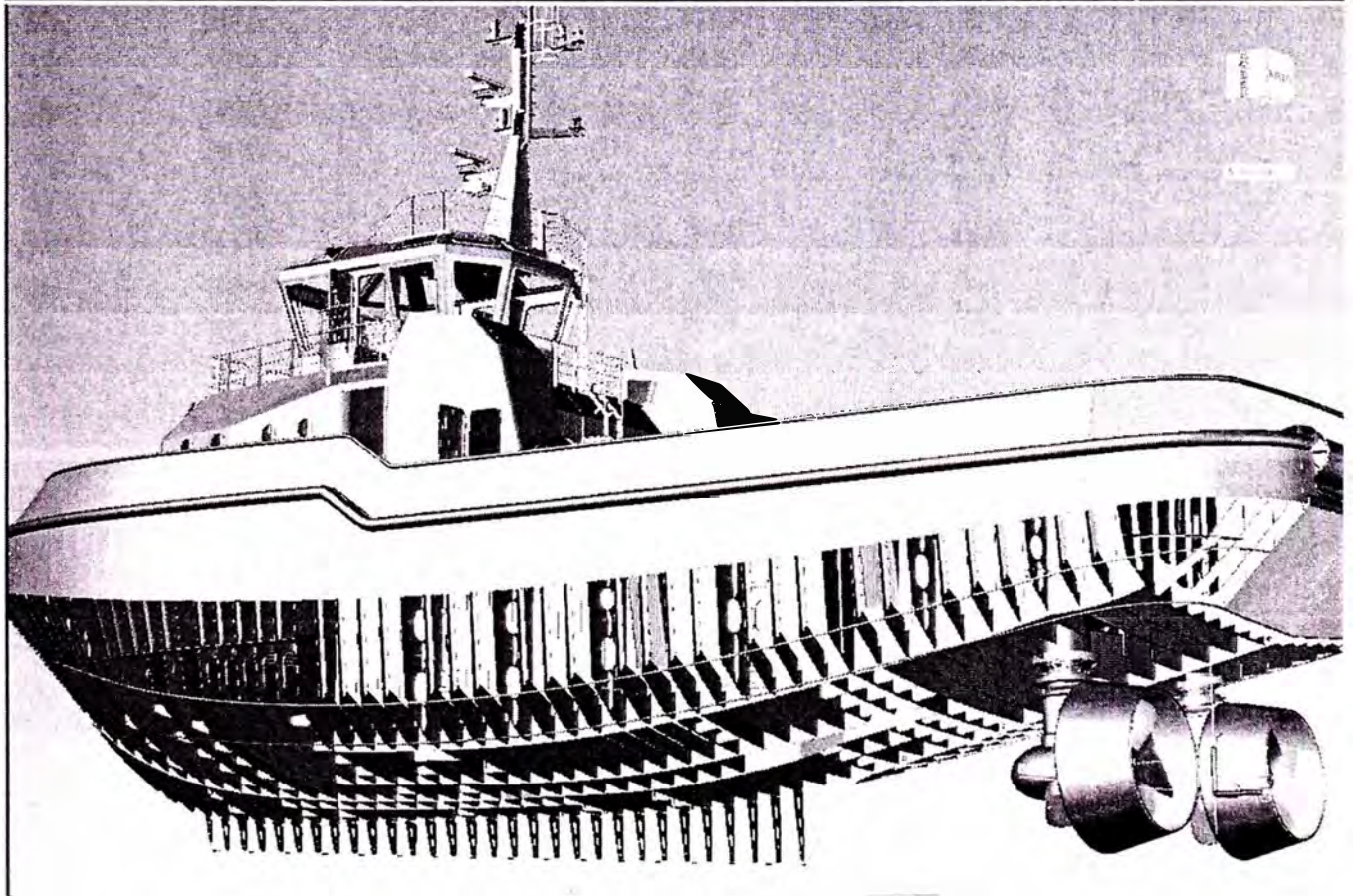
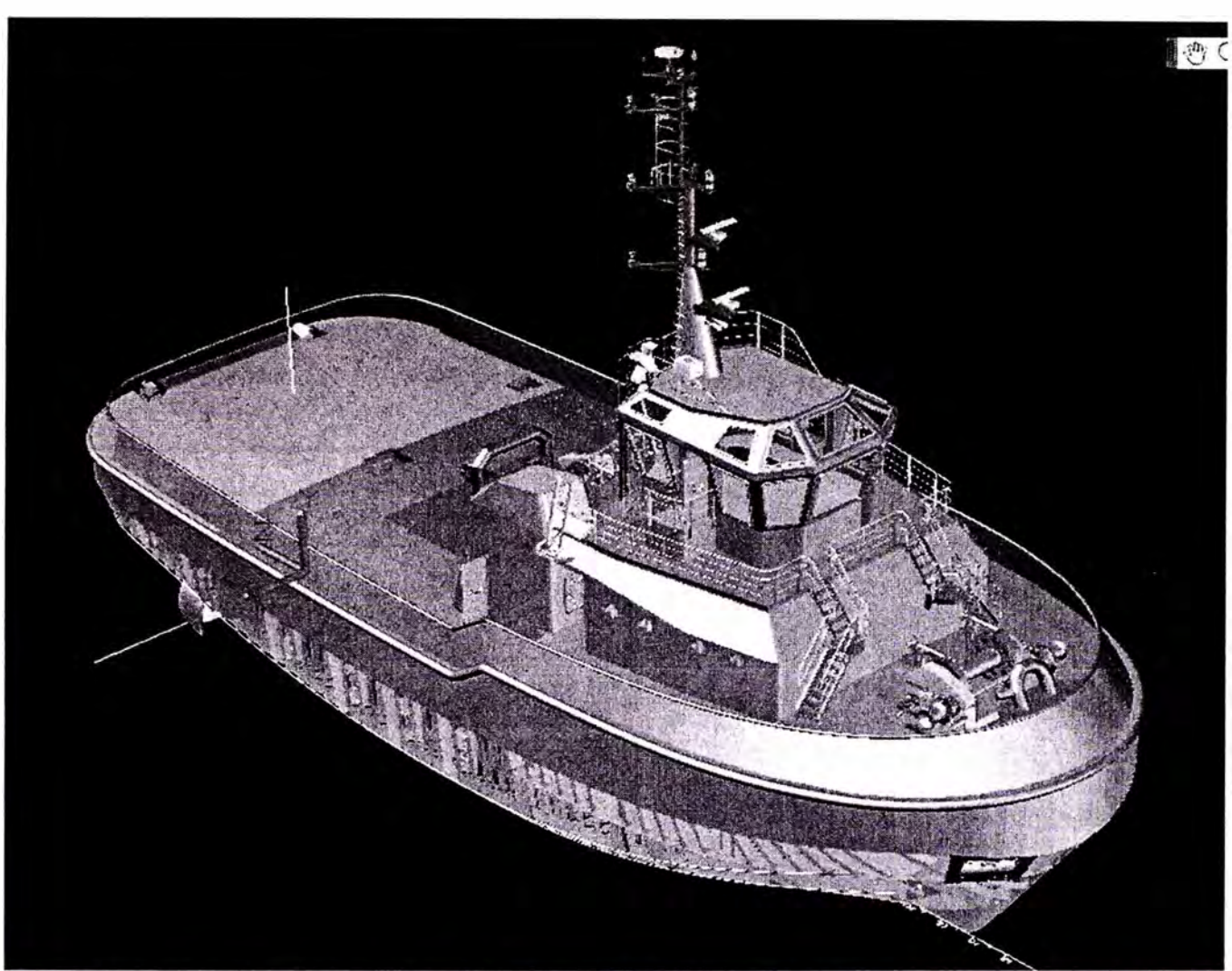


TABLA B

Tabla de francobordo para buques de tipo "B"

Eslora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)	Eslora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)	Eslora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)
24	200	58	544	92	1116
25	208	59	559	93	1135
26	217	60	573	94	1154
27	225	61	587	95	1172
28	233	62	601	96	1190
29	242	63	615	97	1209
30	250	64	629	98	1219
31	258	65	644	99	1250
32	267	66	659	100	1271
33	275	67	674	101	1293
34	283	68	689	102	1315
35	292	69	705	103	1337
36	300	70	721	104	1359
37	308	71	738	105	1380
38	316	72	754	106	1401
39	325	73	769	107	1421
40	334	74	784	108	1440
41	344	75	800	109	1459

PREDICCIÓN DE LA POTENCIA

Procederemos a calcular la potencia mediante el modulo "HULLSPEED" del software "MAXSURF", en el usaremos el método de "Van Oortmeersen" y "Holtrop", indicados para el caso de remolcadores.

El rango de validez de la regresión de G. Van Oortmerssen, se entrega a continuación

Tabla n° 19
Rango de Validez

Variable	Rango
Lwl (m)	8 a 80
Vsum (m³)	5 a 3000
L/B	3 a 6.2
B/T	1.9 a 4.0
Cp	0.5 a 0.73
Cm	0.7 a 0.97
LCB	7 a 2.8
½ ang.de entrd.	10 a 46

Del programa obtenemos los siguientes datos en función de la velocidad

RESISTENCIA DEL CASCO DESNUDO $R_r + R_f$

Los datos a ingresar para condición de prueba en bollard Pull son:

The image displays two screenshots from the MAXSURF software interface. The left screenshot shows the "Frame Of Reference" window, which contains a plot of the hull cross-section and several input fields: DWL (3.975 m), Baseline (0 m), Aft Peep (0.5 m), and Fwd Peep (23.75 m). The right screenshot shows the "Select methods to be computed" dialog box, which has checkboxes for Planing (Savitky pre-planing, Savitky planing, Leifhøjs), Displacement (Holtrop, Compton, Fung, van Oortmeersen, Series 60), Yachts (Delt I, II, Delt III), and Analytical (Slender Body). The Form factor (1+k) is set to 1, and the Method is set to "User specified value".

LWL	24.009 m
Beam	10.9 m
Draft	4.732 m
Displaced volume	507.697 m ³
Area de la sup. mojada casco	439.613 m ²
Prismatic coeff.	0.68
Waterplane area coeff. C _{wp} =A _{wp} /L.B	0.893
1/2 angle of entrance	40.26 deg.
LCG from midships(+ve for'd)	-0.141 m
area del esp de popa sum	9 m ²
Transom wl beam	5.055 m
Transom draft	4.732 m
Max sectional area	31.099 m ²
Bulb transverse area	0 m ²
Bulb height from keel	0 m
Draft at FP	4.732 m
Astilla muerta 50% LWL	13.71 deg.
Hard chine or Round bilge	Round bilge

Escogemos el método de G. Van Oortmerssen debido a que es para remolcadores pequeños:

Resistencia del Casco desnudo 126.18 kN

RESISTENCIA CONSIDERANDO EL VIENTO Y APENDICES

Resistencia por Apéndices R_{app}

Resistencia del Viento sobre la obra muerta y superestructura para la condición de servicio. R_{viento}

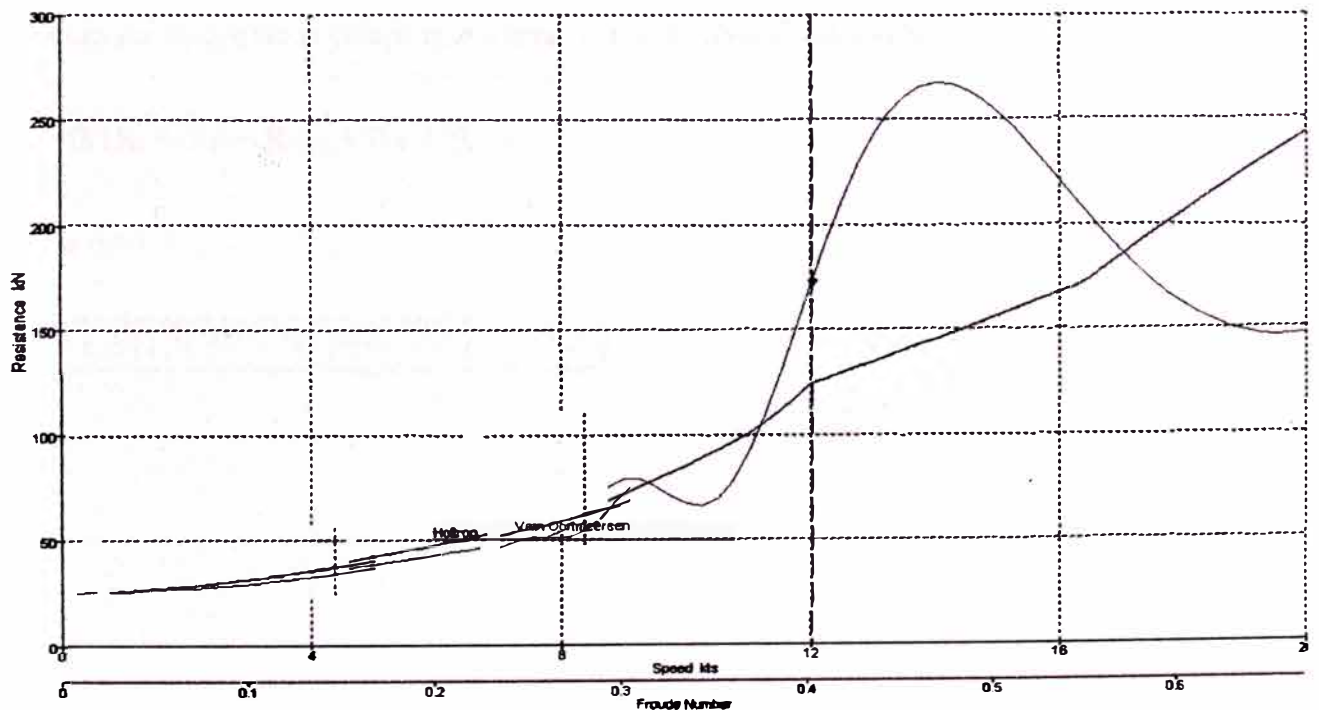
Los datos a ingresar para condición de prueba en bollard Pull son:

Frontal Area	90 m ²
Headwind	40 kts
Drag Coefficient(0.8-1.2)	1
Air density	0.001 tonne/m ³
Appendage Area	30 m ²
Nominal App. length	5 m
Appendage Factor(1.0-3.0)	2.5
Correlation allow.	0.0004
Kinematic viscosity	1.1883E-06 m ² /s
Water Density	1.026 tonne/m ³

Escogemos el método de G. Van Oortmerssen debido a que es para remolcadores pequeños:

$$R_{App} + R_v = 45.39 \text{ kN}$$

$$R_r + R_f + R_{App} + R_v = 171.57 \text{ kN}$$



Grafica de Resistencia ($R_r + R_f + R_{App} + R_v$) - velocidad

RESISTENCIAS EN CONDICION DE SERVICIO (Rcs)

Ya que el software no las calcula para remolcadores de altura se considera:

Resistencia por olas.-R_o

Resistencia Fouling.-R_{fouling}

Resistencia por inestabilidad direccional.-R_{ID}

Esta resistencia se considera el 10-30% de la resistencia al casco desnudo.

$$R_{cs} = 0.3 (126.18) = 37.854 \text{ kN}$$

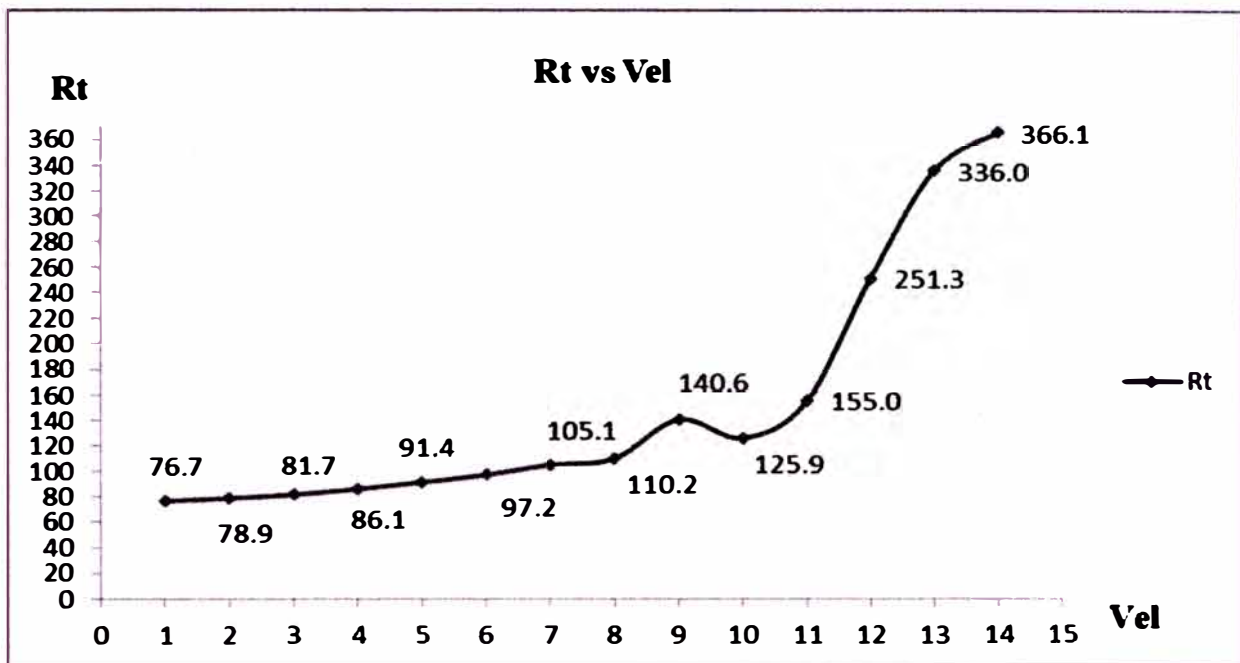
RESISTENCIA TOTAL

Añado un factor de servicio que varía (1.1-1.3) para remolcadores de altura.

$$R_t = f_s (R_r + R_F + R_{App} + R_v + R_{cs})$$

Para $f_s = 1.2$

$$R_t = 1.2 (171.57 + 37.854) = 251.31 \text{ kN}$$



POTENCIA ESTIMADA EHP

$$EHP = Rt \cdot V / 75 \quad \text{HP}$$

Rt (Kg) ; V(m/s)

POTENCIA INSTALADA BHP

$$BHP = EHP / \eta_p$$

η_p : rendimiento propulsivo.

$$\eta_p = \eta_H \times \eta_h \times \eta_{mec}$$

$\eta_{mec} = (90-97) \%$ debido a las partes mecánicas de la transmisión.

$\eta_h =$ rendimiento de la hélice que para el sistema azimutal puede variar (40-60) %

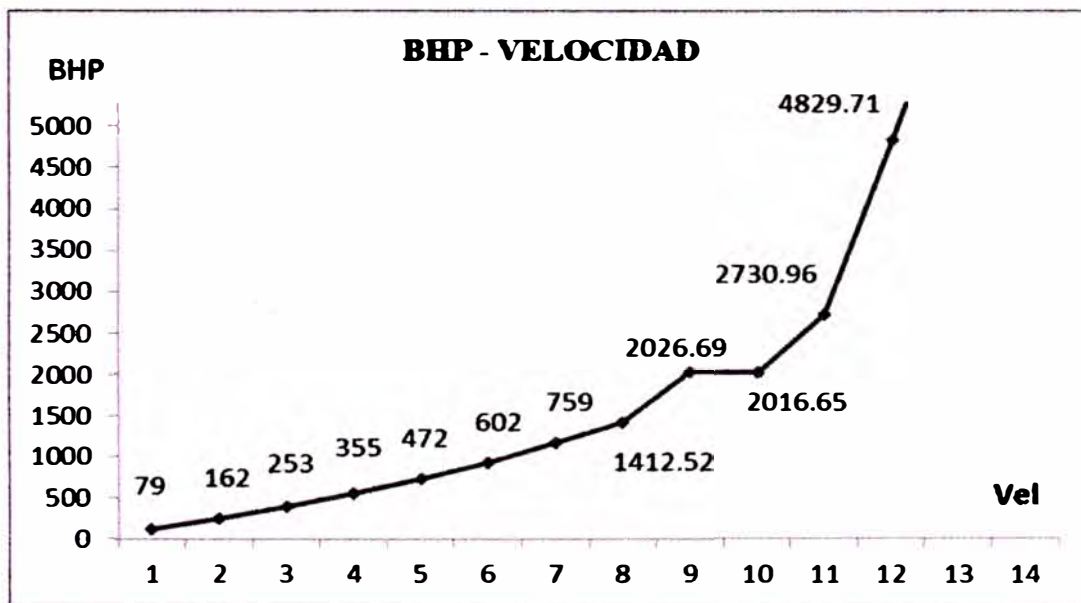
$\eta_H =$ rendimiento del casco varia (98-115) %

Para nuestro caso los valores considerados son:

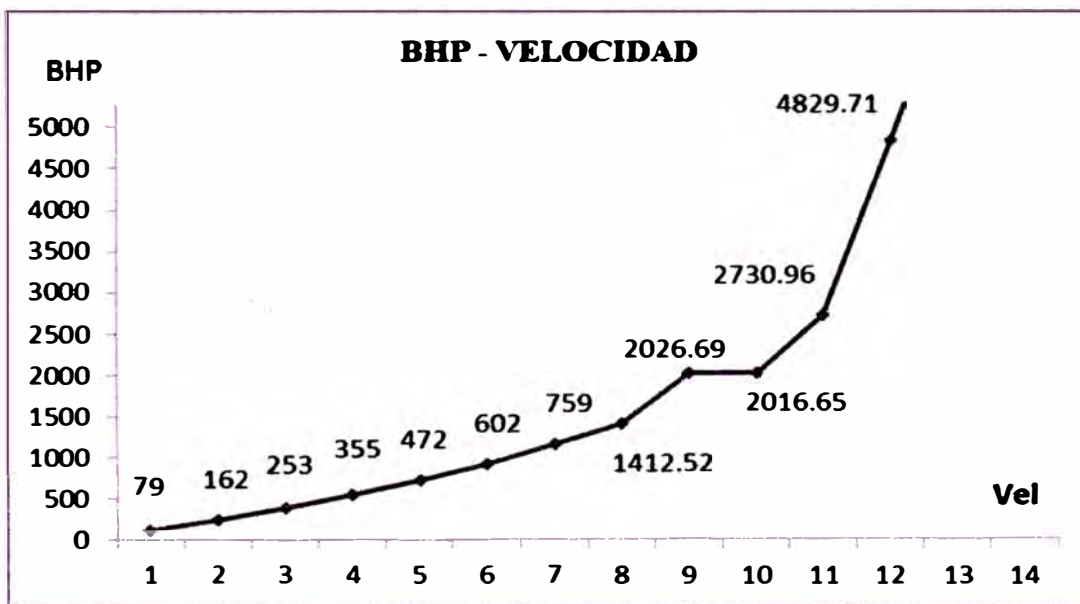
$$\eta_p = 1.15 \times 0.4 \times 0.95$$

$$\eta_p = 0.44$$

velocidad kts	resistencia kN	EHP (HP)	BHP (HP)	BHP (HP) x MOTOR
1	76.7	53.69	122.87	61.43
2	78.9	110.38	252.58	126.29
3	81.7	171.64	392.77	196.38
4	86.1	241.11	551.75	275.87
5	91.4	319.99	732.25	366.13
6	97.2	408.33	934.40	467.20
7	105.1	514.84	1178.11	589.06
8	110.2	617.27	1412.52	706.26
9	140.6	885.66	2026.69	1013.34
10	125.9	881.27	2016.65	1008.32
11	155.0	1193.43	2730.96	1365.48
12	251.3	2110.58	4829.71	2414.86
13	336.0	3056.61	6994.54	3497.27
14	366.1	3587.09	8208.45	4104.22



velocidad kts	resistencia kN	EHP (HP)	BHP (HP)	BHP (HP) x MOTOR
1	76.7	53.69	122.87	61.43
2	78.9	110.38	252.58	126.29
3	81.7	171.64	392.77	196.38
4	86.1	241.11	551.75	275.87
5	91.4	319.99	732.25	366.13
6	97.2	408.33	934.40	467.20
7	105.1	514.84	1178.11	589.06
8	110.2	617.27	1412.52	706.26
9	140.6	885.66	2026.69	1013.34
10	125.9	881.27	2016.65	1008.32
11	155.0	1193.43	2730.96	1365.48
12	251.3	2110.58	4829.71	2414.86
13	336.0	3056.61	6994.54	3497.27
14	366.1	3587.09	8208.45	4104.22



Se conoce la potencia instalada $4829.71\text{hp} = 3602.96\text{kW}$

Para $k1=60$

$$3602.96 = 60.TPF$$

$$TPF = 60.05\text{ton}$$

Usando el tipo propulsor de 2 hélices con tobera azimutal y con la potencia calculada se alcanza el tiro a punto fijo.

De la siguiente tabla se selecciona las características del azimutal:

Unit size		US 155							
Power train		P12		P14		P12		P14	
		Ducted FP + CP				Open FP + CP		CRP	
D	mm	1800	1800	1800	2200	Max 2100	Max 2300	Max 2100	Max 2300
L	mm	2500		2500		2500	2500	2500	2500
M	tons	9.9	10.8	11.5	12.5	9.9	11.0	9.0	10.8
N	rpm	750 - 2000							
P	kW	904	1255	1165	1280	904	1280	880	1090
T	tons	29	35	37	42	-	-	-	-

Unit size		US 205							
Power train		P18		P20		P18		P20	
		Ducted FP + CP			Open FP + CP		CRP		
D	mm	2200	2300	2400	Max 2500	Max 2700	Max 2700		
L	mm	3000	3300		3000	3300			
M	tons	17.8 - 18.4	17.8 - 19.1	19.2 - 20.9	15.3 - 15.4	15.2 - 17.3	15.0		
N	rpm	750 - 1800							
P	kW	1500	1840		1500	1840	1500		
T	tons	57	50	57	-	-	-		

Unit size		US 255		US 295		US 305				
Power train		P20		P25		P40				
		Ducted FP + CP		Open FP + CP		Ducted FP + CP				
D	mm	2800	2800	Max 2900	3100	2800	3000	Max 3200	3000	3200
L	mm	3800		3970		4100	3970	4100	4100	4200
M	tons	28	29.5	24	38	40	35	41	41	43
N	rpm	500 - 1800		750 - 1200		750 - 1200		500 - 1200		
P	kW	2420		2780		2780		3050		
T	tons	77	87	-	85	93	-	94	99	

DIMENSIONS

- D Propeller diameter
- L Nominal stem length
- M Weight dry**
- N Nominal input speed
- P Nominal input power***
- T Board plating****

CONSTRUCTION

- FP Fixed Pitch Propeller
- CP Controllable Pitch Propeller
- CRP Controllable Pitch Propeller with Nozzle
- Ducted with Nozzle
- Open without Nozzle

NOTES

- * Dry weight in metric tons of welded installation FP + CP propeller
- ** The power figures on table are for shafts using hardcoatings driven by diesel
- *** The actual power figures are defined according to the application prime mover class
- **** Estimated metric tons per volume 2 units
- ***** Speed class 3525mm is allowed to use with 2.5 m/gross and 1 m3/diesel power
- Actuals are subject to change without prior notice
- Max. Max. 2000

2 x US 205 FP

Tipo Rolls-Royce azimuth thruster US 205 FP

Prime Mover Direct diesel drive (Yard's supply)

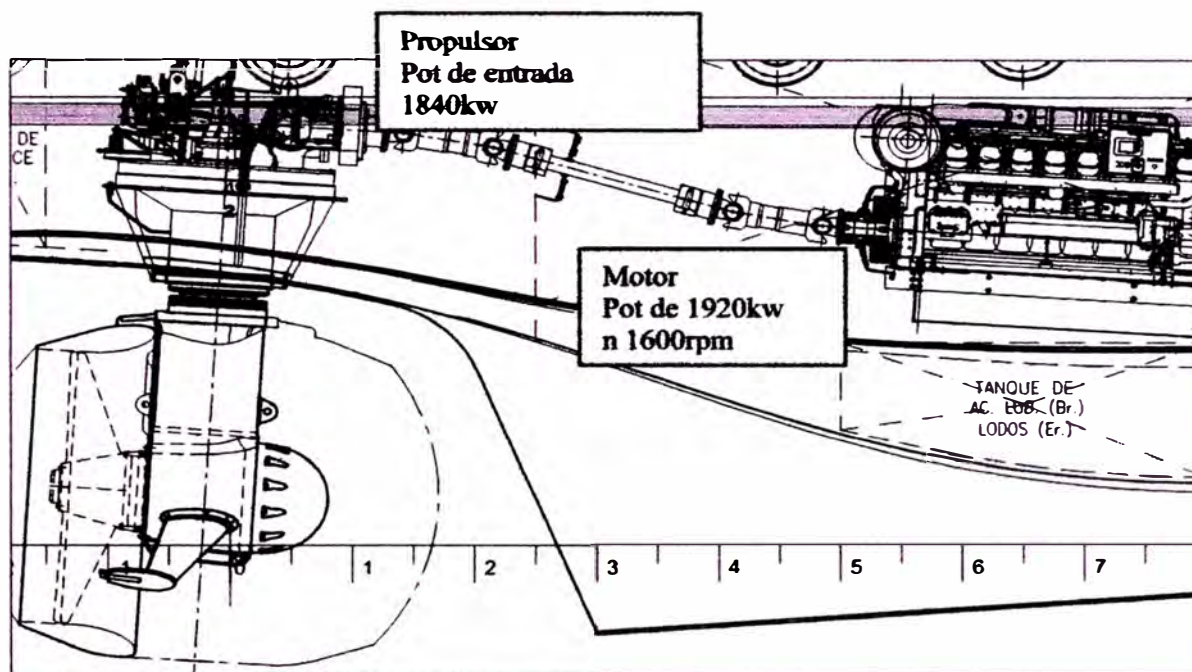
Potencia máx. 1840 kW

Prime mover speed 1600 rpm

Prop. diameter, ducted 2400 mm

Nominal stem length 3305 mm

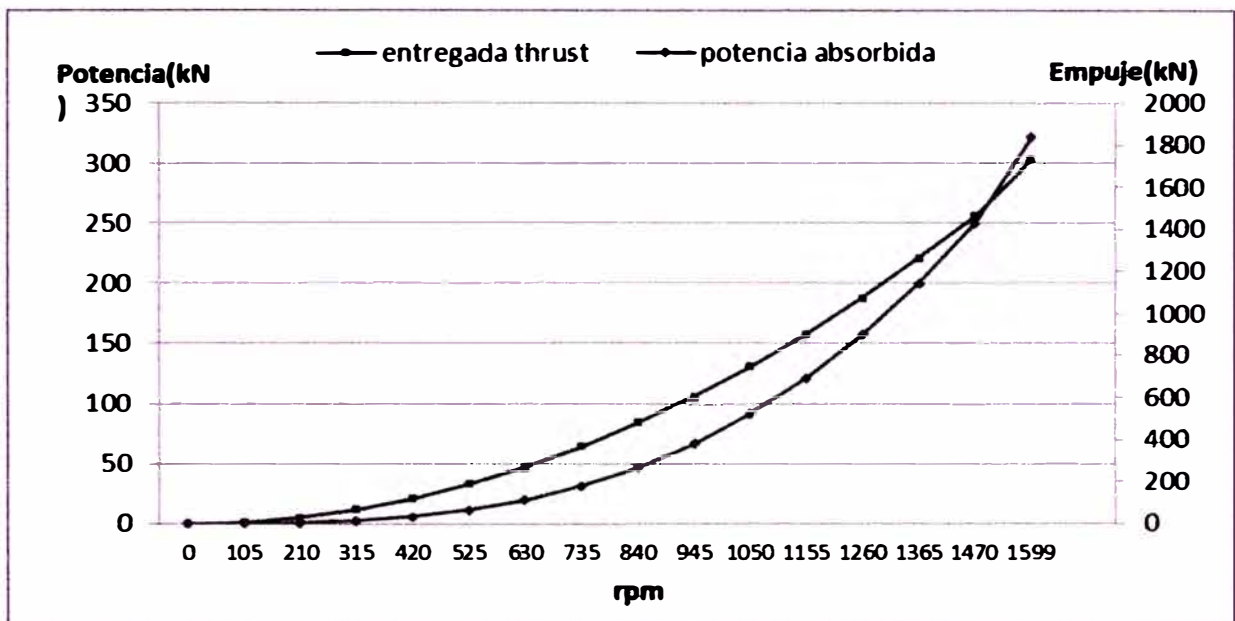
Classification society ABS



Curvas proporcionadas por Rolls-Royce:

AZIMUTH PROPULSION UNITS

rpm	potencia absorbida	entregado thurst
	kW	kN
0	0	0
105	1	1
210	4	5
315	14	12
420	33	21
525	65	33
630	113	47
735	179	64
840	267	84
945	380	106
1050	521	131
1155	693	158
1260	900	188
1365	1144	221
1470	1429	256
1599	1838	303



Curvas proporcionadas por Caterpillar:

CATERPILLAR

3516B

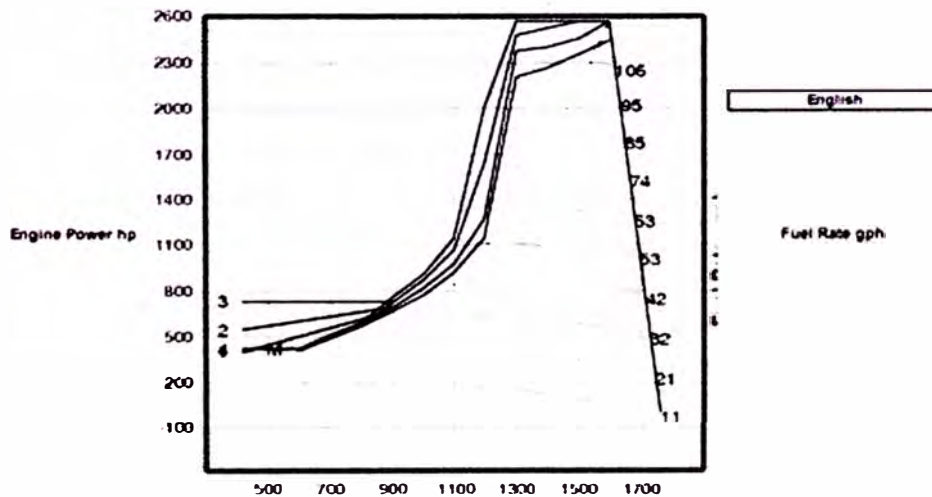
MARINE PROPULSION

2611 mhp (2575 bhp) 1920 kW

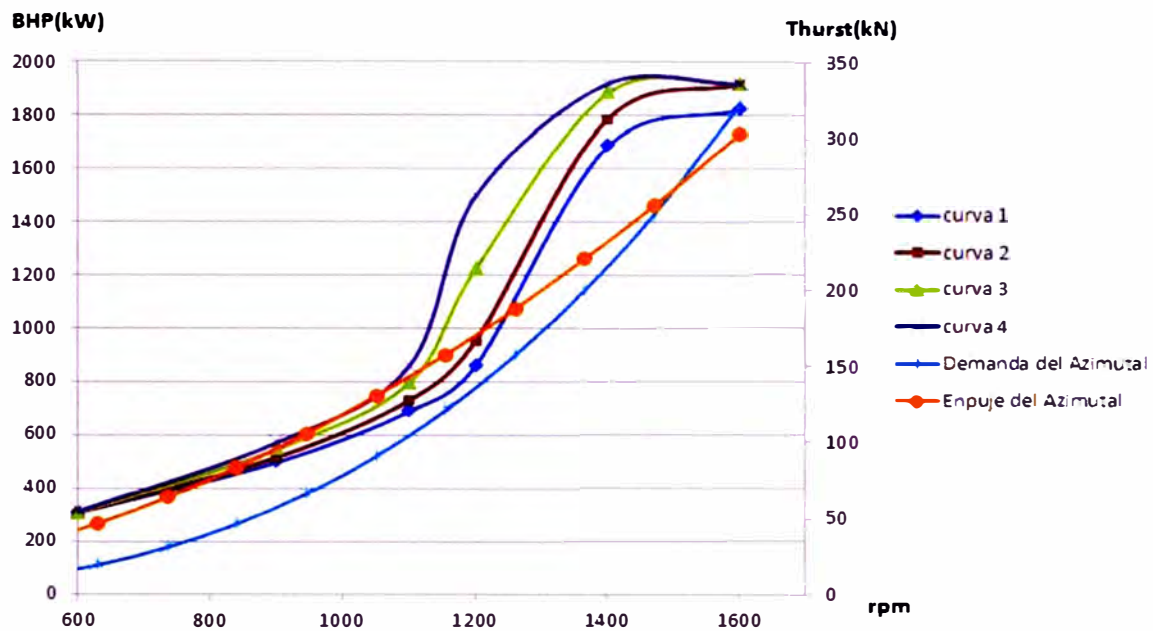
PERFORMANCE CURVES

B-RATING - DM6993-01

Aftercooler Temperature 60° C (140° F)



Intersectando con la curva demanda de propulsión del sistema azimutal



Se observa que el motor siempre va a suministrar una carga mayor a la requerida por el propulsor azimutal.

MANIOBRABILIDAD

La teoría convencional ya no podría ser aplicada al tipo de gobierno y propulsión debido a la diferencia marcante entre los mecanismos de control.

Si se quisiera simular las maniobras de un remolcador con sistema de propulsión azimutal se tendría que modificar las ecuaciones de maniobra en la **propulsión** y en lo que respecta al sistema de **gobierno** que también es de propulsión también se modificaría, todo lo demás permanece constante.

Las derivadas hidrodinámicas del **casco** siguen siendo las mismas

La maniobrabilidad del remolcador de altura se ve desde dos aspectos

a.-la estabilidad direccional

b.-la capacidad de mudar el rumbo

a.-LA ESTABILIDAD DIRECCIONAL

Un remolcador tiene la característica de tener poca estabilidad direccional.

b.-LA CAPACIDAD DE MUDAR EL RUMBO

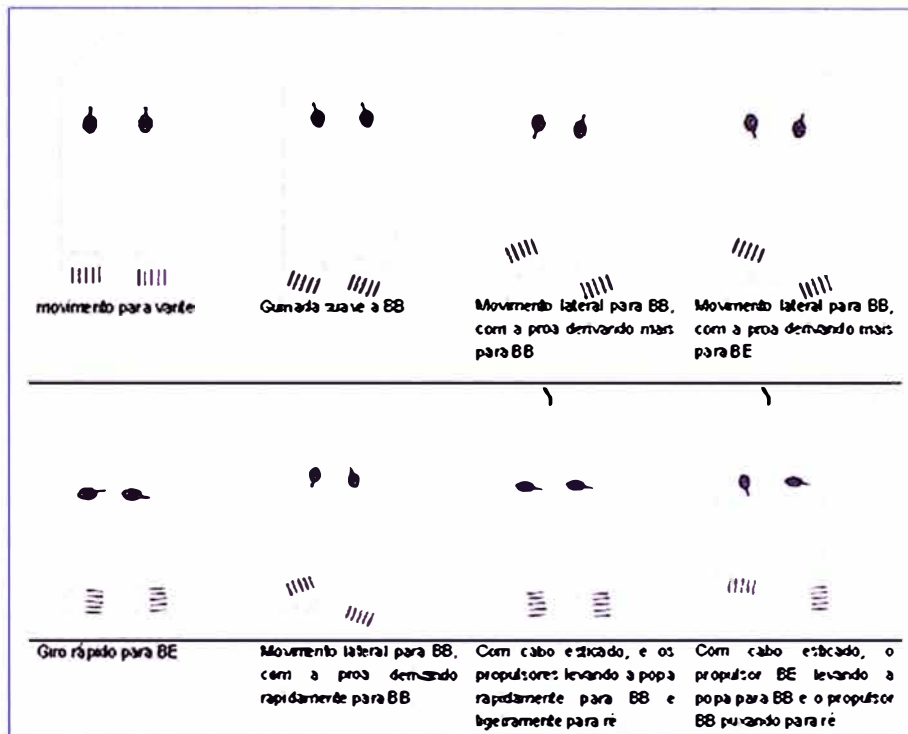
Un remolcador tiene la característica de tener bastante capacidad para mudar el rumbo, lo que importa más es la capacidad de mudanza de rumbo y no mucho la estabilidad direccional.

Ya que un remolcador necesita cambiar el curso rápidamente para remolcar.

Una de las características principales del remolcador es su capacidad de maniobra, especialmente cuando se trata de remolcadores con propulsión azimutal. Estos controladores permiten al remolcador una excelente maniobrabilidad y es esencial para evitar accidentes y permitir en puertos la entrada y la salida de las grandes naves.

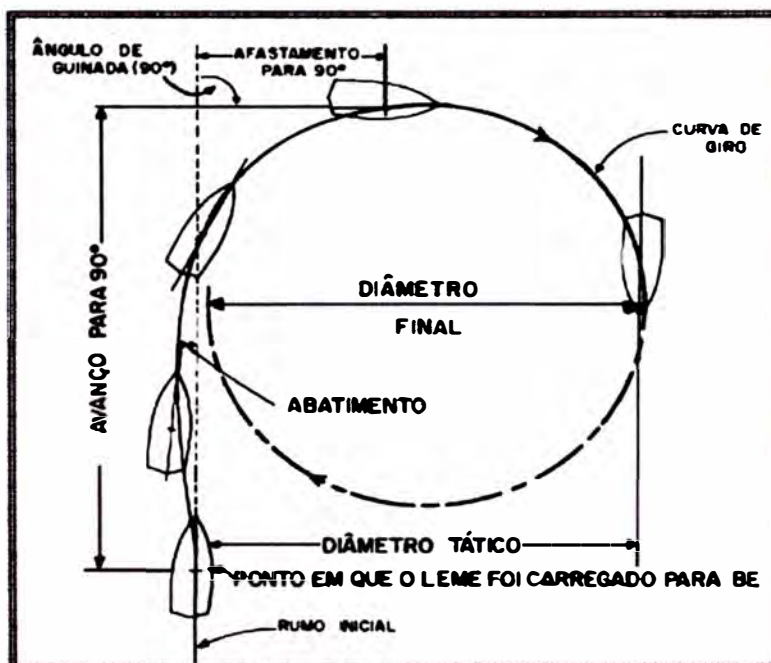
Analizar la maniobrabilidad del remolcador con propulsión azimutal utilizará el paquete de software Hydromax paquete del Maxsurf para comprobar la maniobra de giro de la embarcación.

La maniobra de giro consiste en girar ambos propulsores para un mismo borde, de modo que permita a la curva de giro, sea lo más inferior posible. A continuación se puede ver la configuración de los 2 propulsores para una maniobra de giro y para otras maniobras del remolcador.

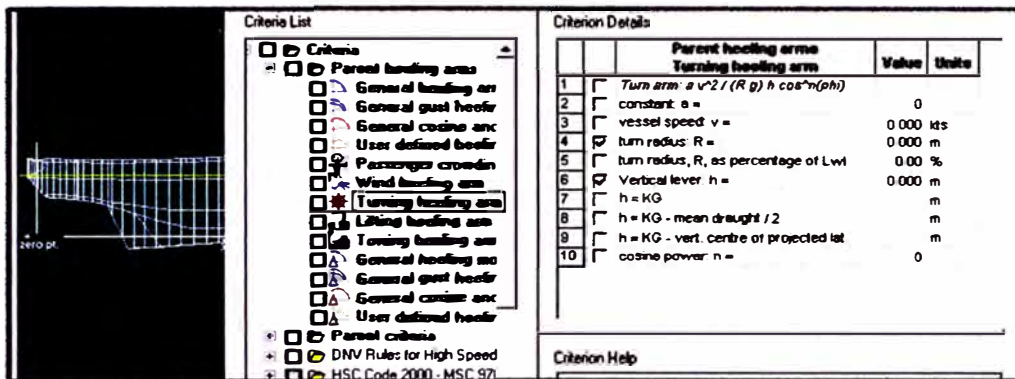


Manobrabilidade

A continuación podemos ver algunas de las características principales que deben medirse en una maniobra de giro.



Curva de giro



Condición de partida

A.749 (18) 3.1.2.6: Angulo de Equilibrio	Pass	
Turn Arm : $a \cdot \frac{v^2}{Rg} h \cdot \cos^n(\phi)$		
Constante: a =	1	
Velocidad del buque: v =	12kts	
Radio de giro, R, es porcentaje de LWL	510%	
h= KG - mean draft	0.743 m	
cosine power: n=	1	
shall not be greater than (<=)	10 deg	0.3 Pass
Valores intermedios		
Heel arm amplitude	m	0.03

Condición de llegada

A.749 (18) 3.1.2.6: Angulo de Equilibrio	Pass	
Turn Arm : $a \cdot \frac{v^2}{Rg} h \cdot \cos^n(\phi)$		
Constante: a =	1	
Velocidad del buque: v =	12kts	
Radio de giro, R, es porcentaje de LWL	510%	
h= KG - mean draft	1.102 m	
cosine power: n=	1	
shall not be greater than (<=)	10 deg	-1.8 Pass
Valores intermedios		
Heel arm amplitude	m	0.04

Se muestra en los resultados de este análisis, el remolcador fue capaz de realizar la maniobra como se define en la regla propuesta. Por lo tanto, esta evaluación fue positiva.