

T  
623.8  
MIR



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar**

“Modificaciones Técnicas para Alcanzar **Mayor** Velocidad en una Lancha para Carga General y Pasajeros, Clase Corvina, Construida y Diseñada en ASTINAVE”

**TESIS DE GRADO**

Previa la obtención del Título de:

**INGENIERO NAVAL**

Presentada por:

Livinstong Alexis Miranda Delgado

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2002



D-31025

# **AGRADECIMIENTO**

**Al Ing. Jorge Faytong  
por el tiempo invertido,  
y al Ing. Fernando  
Rodas y Arq. Ana Luisa  
Pin por el empuje,  
apoyo y facilidades  
ofrecidas para la  
culminación de este  
informe.**

# **DEDICATORIA**

**A MIS PADRES**

**A MIS HERMANOS**

## DECLARACIÓN EXPRESA

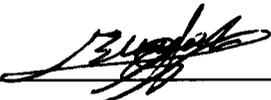
“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”



---

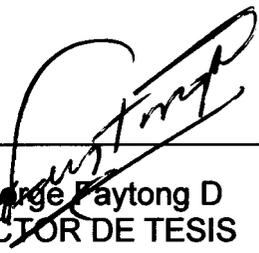
**Livinstong Miranda D.**

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

Ing. Bolívar Vaca R.  
PRESIDENTE TRIBUNAL



---

Ing. Jorge Faytong D  
DIRECTOR DE TESIS



---

Ing. Miguel Fierro S.  
MIEMBRO PRINCIPAL

## **JMEN**

En este informe tecnico, se **expone** la experiencia en la construcción naval, cuando a una lancha de carga general y pasajeros se le mejora el diseño en **areas como *la distribución de pesos y el sistema propulsor, para poder construir dos nuevas lanchas del mismo tipo, sin que varíe la capacidad de carga*** y a la vez aumente su regimen de velocidades.

Se realiza una comparacion entre los resultados teoricos obtenidos para realizar los cambios al diseño original, con los obtenidos cuando la lancha con los cambios realizados fue probada en navegacion, y las acciones que se tomaron para poder obtener como resultado final, en el campo de traba, valores cercanos a los calculados en forma teorica.

# INDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
INDICE GENERAL.....	II
INDICE DE FIGURAS .....	VI
INDICE DE TABLAS .....	VII
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO 1	
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMBARCACION.....	2
1.1 Generalidades.....	2
1.2 Características principales.....	3
1.2.1 Dimensiones.....	3
1.3 Estructurales.....	4
1.3.1 Casco Estructural.....	5
1.3.2 Detalles Estructurales.....	6
1.3.3 Estructurales Aluminio Marino.....	7

1.3.4 Superestructura.....	9
1.3.5 Bases de Máquinas.....	9
1.3.6 Arbotantes.....	10
1.4 Sistema de propulsión.....	10
1.4.1 Motor Propulsor .....	10
1.4.2 Línea de Eje.....	12
1.4.3 Helices .....	12
1.5 Distribución de pesos.....	12

## CAPITULO 2

2. COMPORTAMIENTO DE LA LANCHAS EN LA NAVEGACIÓN.....	14
2.1 Condiciones de navegacion.....	14
2.1.1 Introducción.....	14
2.1.2 Condiciones de La Embarcacion.....	15
2.1.3 Condiciones del Motor.....	16
2.1.4 Lugar donde se realizo la prueba de mar.....	16
2.1.5 Condiciones de Viento y Marea Durante la Prueba De Mar... 18	18
2.2 Condiciones de carga.....	19
2.3 Pruebas de mar.....	19

## CAPITULO 3

## 3. ANÁLISIS PARA LA ELECCIÓN DE LAS MODIFICACIONES

REALIZADAS .....	21
3.1 Aumento de potencia .....	21
3.1.1 Método de Savistky .....	22
3.1.2 Calculo de la resistencia y de la potencia .....	24
3.2 Redistribución de pesos .....	26
3.2.1 Calculos realizados para el movimiento del centro de gravedad Longitudinal (LCG).....	27
3.3 Cambios en el sistema propulsor.....	29
3.3.1 Modificación del eje propulsor.....	29
3.3.2 Cambios en el propulsor.....	30
3.3.3 Elección del propulsor.....	34
3.4 Colocacion del keel cooler dentro del casco.....	35
3.5 Presentación de las modificaciones realizadas en base al análisis teorico .....	37

## CAPITULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	39
4.1 Pruebas de mar.....	39
4.1.1 Pruebas de velocidad preliminares.....	39

4.1.2 Prueba de milla medida de la segunda lancha construida.....	42
4.1.3 Prueba de milla medida para la tercera lancha construida....	43
4.2 Comparacion de los resultados antes y despues de las modificaciones.....	45
4.3 Análisis teorico Vs. resultados de pruebas de muelle y mar .....	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	48
ANEXOS .....	50

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	ZONA DONDE SE REALIZO PRUEBA DE MILLA MEDIDA .	17
FIGURA 2	CÁLCULO DE RESISTENCIA POR EL METODO DE SAVITSKY.....	25
FIGURA 3	CALCULO DE LA POTENCIA POR EL METODO DE SAVISTKY.....	26
FIGURA 4	VARIACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD LONGITUDINAL (LCG) CON LA POTENCIA EFECTIVA (EHP) PARA UNA VELOCIDAD DE 18 NUDOS.....	28
FIGURA 5	CURVA DE EMPUJE Vs. RESISTENCIA.....	31
FIGURA 6	EFICIENCIA PROPULSIVA - DETROIT DIESEL 8V-71. ....	33
FIGURA 7	ANALISIS PROPULSIVO .....	34
FIGURA 8	NAVEGACIÓN DE SEGUNDA IANCHA CONSTRUIDA .....	43
FIGURA 9	NAVEGACIÓN DE TERCERA IANCHA CONSTRUIDA .....	45

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1	DISTRIBUCIÓN DE PESOS DE PRIMERA LANCHA.....	13
TABLA 2	RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA DE MILLA MEDIDA .....	20
TABLA 3	LIMITACIONES DEL METODO DE SAVISTKY .....	22
TABLA 4	DATOS PARA UN CASCO PLANEADOR.....	23
TABLA 5	RESISTENCIA DEL CASCO CON KEEL COOLER INTERNO ..... Y KEEL COOLER EXTERNO.....	36
TABLA 6	PRUEBA DE VELOCIDAD CON MOTOR DETROIT DIESEL 8V- 71,295 SHP, 2100 RPM ASOCIADO CON HELICE DE 30"x34", RELACIÓN DE AREA 0.65, 4 ASPAS.....	40
TABLA 7	PRUEBA DE VELOCIDAD CON MOTOR DETROIT DIESEL 8V- 71,295 SHP, 2100 RPM ASOCIADO CON HELICE DE 30.5"x28", RELACIÓN DE AREA 0.65, 4 ASPAS .....	41
TABLA 8	PRUEBA DE VELOCIDAD CON MOTOR DETROIT DIESEL 8V- 71,295 SHP, 2100 RPM ASOCIADO CON HELICE DE 30"x26.5", RELACION DE AREA 0.65, 4 ASPAS. ....	42
TABLA 9	RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA DE MILLA MEDIDA PARA LA SEGUNDA LANCHA CONSTRUIDA .....	43
TABLA 10	RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA DE MILLA MEDIDAPARA LA TERCERA LANCHA CONSTRUIDA .....	44
TABLA 11	RESULTADOS OBTENIDOS ANTES Y DESPUES DE LA MODIFICACIONES.. .....	46
TABLA 12	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS TEORICOS CON LOS OBTENIDOS DESPUES DE LAS PRUEBAS. ....	47

## INTRODUCCIÓN

Este informe tiene como objetivo hacer una presentación de las modificaciones realizadas en una lancha de carga general y pasajeros, diseñada y construida por **ASTINAVE**, para alcanzar una mayor velocidad.

Para mediados de 1997, **ASTINAVE** construye una lancha de carga y pasajeros para la Flota Petrolera Ecuatoriana, y la necesidad de realizar un mejoramiento continuo dentro de la lancha ya construida, nace del compromiso del astillero de construir una segunda lancha, para la Superintendencia de Balao, con el mismo casco, **pero** mejorando la velocidad y sin que varíe la capacidad de carga útil y sus características principales.

Este informe abarcará los pasos seguidos para conseguir un aumento de alrededor del 20% en la velocidad de la lancha clase "Corvina".

# CAPITULO 1

## 1. INFORMACION GENERAL DE LA EMBARCACION.

### 1.1 Generalidades.

Este capítulo describe una Lancha que fue construida por ASTINAVE, para el transporte de pasajeros y carga, clasificada por Bureau Veritas para el transporte de pasajeros y cargas en el area del Terminal Petrolero de Balao, bajo condiciones de mar 4, correspondiente a la escala de Beaufort [1].

El casco y la superestructura es de aluminio marino completamente soldado, posee dos motores propulsores y existen cuatro compartimentos separados por tres mamparos estancos, el diseño estructural de la embarcacion se realizó según las normas del Coast

Guard para embarcaciones menores de aluminio sub-capitulo “ T [1].

La embarcacion tiene la necesaria resistencia estructural, para soportar los esfuerzos originados por el servicio que prestara y además deberá satisfacer los requerimientos de seguridad y estabilidad en la mar.

## 1.2 Características principales.

### 1.2.1 Dimensiones.

<b>Eslora Mhxima</b>	16.00m.
<b>Manga Mhxima</b>	5.00m.
<b>Puntal Moldeado</b>	2.00 m.
<b>Calado Medio Total</b>	0.85 m.
<b>Desplazamiento Total</b>	26.00Ton.
<b>Calado Medio Ligero</b>	0.76 m.
<b>Desplazamiento Ligero</b>	18.80 Ton.
<b>Velocidad a Desp. Ligero</b>	16 Nudos (29.23km/h)
<b>Autonomia de Navegacion</b>	300 millas nauticas (555.600km)

<b>Dotación</b>	03 Tripulantes.
<b>Propulsión</b>	<b>Dos</b> (02) motores marinos: marca Detroit Diesel modelo 8V-71. 240 BHP (178.97 KW) a 1800 R.P.M. Rango Continuo
<b>Reductor</b>	<b>Dos</b> (02) Reductores marca Twin disc modelo MG-509 Relación de Reducción 2:1.
<b>Auxiliares</b>	Un (01) Generador Marino de 6 Kw; marca KOHLER  Seis (06) Baterias de 12V DC, 180 AMP/H y de 27 placas.
<b>Capacidades</b>	
<b>Combustible</b>	450 Glns. (1.70 m <sup>3</sup> )
<b>Agua</b>	150 Glns. (0.57 m <sup>3</sup> )
<b>Pasajeros</b>	18 Personas.

### 1.3 Estructurales.

El diseño estructural de la embarcacion se realizo de acuerdo al las normas del Cost Guard, para embarcaciones pequeñas de aluminio, sub-capitulo "T. En la construccion se utilizara aluminio marino 5086 H111, 5086 H116, y 6061 T6.

El tipo de construccion es longitudinal, asociado con cuadernas reforzadas, en el fondo, costado y cubierta, lo cual garantiza la resistencia transversal, puesto que las bularcamas o cuadernas reforzadas forman anillo con los baos.

### **1.3.1 Casco Estructural.**

El forro del casco esta completamente soldado en sus costuras, uniéndose igualmente por soldadura a la quilla.

El forro exterior esta protegido en las zonas de tomas de mar mediante planchas de mayor espesor, con el objeto de reforzar estas areas.

- ✓ Si la plancha es de 5/16" (7.9375mm) la placa es de 1/2" (12.7mm).
- ✓ Si la plancha es de 1/4" (6.35mm) la placa es de 5/16" (7.9375mm).
- ✓ Si la plancha es de 3/16" (4.7625mm) la placa es de 1/4" (6.35mm).

En los elementos estructurales que atraviesan cordones de soldadura del planchaje del forro, se practicaran las correspondientes escotaduras, para evitar la concentracion de esfuerzos. El método de soldadura aplicado fue el proceso MIG (metal inert gas), el cual es semiautomático, rápido, con protección de gas argon y/o helio, utiliza material de aporte, ideal para espesores de 1/8" o mas.

Se dispusieron los refuerzos necesarios para obtener la resistencia local suficiente contra los efectos de golpes por las bandas (costados), y para distribuir convenientemente la concentracion de cargas durante las maniobras de varamiento.

### **1.3.2 Detalles Estructurales.**

Se hicieron aberturas en los elementos transversales del fondo con las dimensiones necesarias para que puedan atravesar libremente los refuerzos longitudinales.

Así mismo los refuerzos verticales de todos los mamparos forman una sola estructura con los refuerzos longitudinales. El planchaje del fondo como de la cubierta esta unido por medio de escuadras a los refuerzos.

El casco tiene cuatro (04) compartimentos estancos, separados por tres (03) mamparos transversales.

Las características de los elementos estructurales del casco son como se indican a continuación.

### 1.3.3 Estructurales Aluminio Marino.

#### Planchaje

Fondo	Plancha de 5/16" (7.94 mm) y 1/2" (12.70 mm), aluminio 5086-H116
Costados	Plancha de 3/16" (7.46 mm) y 5/16" (7.94 mm), aluminio 5086-H116
Cubierta	Plancha de 3/16 (4.76 mm) corrugada, aluminio 6061-T6
Mamparos	Plancha de 3/16 (4.76 mm), aluminio 5086-H116
Espejo	Plancha de 1/4" (6.35 mm), aluminio 5086-H116
Mamparo de Colision	Plancha de 1/4" (6.35 mm), aluminio 5086-H116
Estiba	Plancha de 3/16" (4.76 mm) corrugada, aluminio 6061-T6

Escuadras Plancha de 3/16 (4.76 mm), aluminio 5086-H116

### **Refuerzos longitudinales**

Longitudinales Tees de 3" x 1½" x 3/16 (76.2x38.1x4.76

Fondo mm),aluminio 5086-H111

Longitudinales Tees de 3" x 1½" x 3/16 (76.2x38.1x4.76 mm),

Costado aluminio 5086-H111

Longitudinales Tees de 3" x 1½" x 3/16" (76.2x38.1x4.76 mm),

Cubierta aluminio 5086-H111

Refuerzos de Tees de 3" x 1½" x 3/16 (76.2x38.1x4.76 mm),

Mamparos aluminio 5086-H111

Esloras de Fondo Tees de 4" x 2" x 1/4" (101.6x50.8x6.35

mm),aluminio 5086-H111

Quilla Platina de 4" x 3/4" (101.6x19.05 mm), aluminio

5086-H111

### **Cuadernas**

Fondo Tees de 4" x 2" x 1/4" (101.6x50.8x6.35 mm),

aluminio 5086-H111

Costado Tees de 4" x 2" x 1/4" (101.6x50.8x6.35 mm),

aluminio 5086-H111

Baos Tees de 4" x 2" x 1/4" (101.6x50.8x6.35 mm),

aluminio 5086-H111

La estiba instalada en la sala de máquina y en el pañol de contra maestre se confecciono con plancha corrugada de 3/16" (4.76 mm), empernadas sobre ángulos de 2" x 2" x 3/16" (50.8x50.8x4.76 mm).

#### **1.3.4 Superestructura.**

La superestructura fue construida con planchas de aluminio marino 5086 H116, con espesor de 3/16 (4.76 mm), como refuerzos se utilizarán ángulos de 2"x2"x3/16" (50.8x50.8x4.76 mm) de aluminio marino 5086 H111, los mismos que garantizan la necesaria rigidez de la estructura. La secuencia de los cordones de soldadura es de 3"x9" (76.2x228.6 mm).

#### **1.3.5 Bases de Máquinas.**

Las bases de maquinas fueron confeccionadas con plancha de aluminio de 1/2" (12.7 mm), tanto para el alma como para las escuadras.

### 1.3.6 Arbotantes.

Los arbotantes de sección en I, son pasantes al casco y forman una sola estructura con los refuerzos del fondo en esa area.

Para su confección se utilizo una platina con perfil hidrodinámico de aluminio de 12"x1½" (304.8x38.1 mm), en su extremo inferior se soldó una barra maquinada de aluminio que aloja en su interior un bocin de bronce y caucho.

Los arbotantes fueron protegidos por una estructura de aluminio para evitar ser golpeados por objetos flotantes.

## 1.4 Sistema de propulsión.

### 1.4.1 Motor Propulsor .

La embarcacion cuenta con **dos** (02) motores marinos a Diesel marca Detroit Diesel de 8 cilindros en V, con una potencia de 240 BHP (178.96 KW), 230 SHP (171.51 KW) a 1800 R.P.M, con rango Intermitente. A cada motor se le

acoplará un reductor reversible con razón de reducción 2:1, marca Twin Disc modelo MG-509.

Los motores son enfriados por agua de mar mediante intercambiadores de calor de quilla (Keel Cooler).

Cada motor tiene todos los accesorios necesarios, incluyendo: bomba de combustible, filtros o separadores de agua, bomba de aceite, alternador de 12V DC. Además los motores contarán con un sistema de protección de paro automático por: Baja presión de aceite de y alta temperatura de agua.

Las plantas propulsoras serán controladas desde el puente de gobierno mediante un sistema de cable MORSE.

Los paneles de control de las máquinas principales son cuatro (04), dos (02) se localizarán en la consola de gobierno del puente y dos (02) junto a los motores principales en sala de máquinas.

Los instrumentos de medidas principales son:

- Tacómetro
- Horómetro
- Manómetro

- Amperimetro
- Termometro

#### **1.4.2 Línea de Eje.**

La línea de ejes esta compuesta por dos (02) ejes de acero inoxidable AQUAMET 17 de diámetro  $2 \frac{1}{4}$ " (57.15 mm) . En el extremo posterior de cada eje se acopla la hélice de las características descritas en el subcapitulo 1.4.3. Cada eje cuenta con una brida y **está** apoyado en tres bocines de bronce caucho. Para dar la estanqueidad necesaria al sistema de ejes se acopla un prensa estopa por eje.

#### **1.4.3 Hélices .**

Se instalaron dos (02) helices de bronce, de cuatro (04) aspas cada una, de un diametro de 30" y un paso de 30". La helices son de giro izquierdo y derecho.

#### **1.5 Distribución de pesos.**

La distribución de pesos de la lancha es detallada a continuación :

**Tabla 1**  
**DISTRIBUCIÓN DE PESOS DE PRIMERA LANCHA**

Item	Descripción	Peso [lbs]	Kg [m]	<sup>1</sup> Lcg [m]
1	Desplazamiento en rosca	21560	1.28	0.22
2	Motores	7642	1.05	1.80
3	Generador	775	0.92	5.00
4	Ejes	540	0.50	4.60
5	Hélices	300	0.10	7.20
6	Pala	200	0.10	7.65
7	Equipo A/A	150	3.40	-0.38
8	Ancla y cadena	130	2.30	-7.20
9	Boyas	264	3.42	-1.00
10	Circuitos y accesorios	2240	0.78	2.30
11	Bomba	120	0.65	1.20
12	Baterías	200	0.65	4.94
13	Ventilador	80	2.20	0.30

La distribución general de la primera lancha construida es presentada en el plano No 1 del anexo A.

---

<sup>1</sup> LCG = centro de gravedad longitudinal, medido desde seccion media (+) a popa de seccion media, (-) a proa de seccion media

# CAPITULO 2

## 2. COMPORTAMIENTO DE LA LANCHAS EN LA NAVEGACIÓN.

### 2.1 Condiciones de navegacion.

#### 2.1.1 Introducción.

Toda embarcacion navega teoricamente en base a una velocidad supuesta y a un consumo de combustible previamente calculado. Una vez terminada la construcción de la misma lo mas lógico es establecer la velocidad y consumo reales mediante una prueba de velocidad.

Una prueba de velocidad completa no solo servira para determinar la velocidad máxima, ya que puede extenderse a un programa completo de mediciones de velocidades

progresivas, con sus valores consecuentes; regimen de revoluciones y consumo de combustible. La medición efectuada a velocidades progresivas proporciona los datos necesarios para estudiar el radio de acción a cualquier regimen del motor, como tambien para la economia de navegacion.

### **2.1.2 Condiciones de La Embarcación.**

La primera lancha clase “Corvina” para FLOPEC, estaba completamente construida, con el fondo limpio, el casco estanco, sin agua en la sentina, los tanque de combustibles completamente llenos y contaba con los siguientes instrumentos de navegacion:

- ✓ Un (01) Pito eléctrico con todos sus accesorios
- ✓ Tres (03) Limpiaparabrisas con todos sus accesorios
- ✓ Un (01) Radar de navegacion FORUNO mod. 1931C
- ✓ Un (01) Indicador de angulo de caña
- ✓ Un (01) Compas magnético marca RITCHIE modelo FD-500
- ✓ Un (01) Ecosonda LX 3000 SYSTEM DIGITAL.
- ┘ Un (01) GPS FORUNO, mod. P50 MK3

### **2.1.3 Condiciones del Motor.**

Los dos motores eran completamente nuevos, y su aspecto funcional era completamente optimo, estos fueron sometidos a 25 horas de marcha antes de realizar la prueba de velocidad.

El combustible utilizado estaba completamente limpio y adecuado para fluir libremente, el aceite lubricante de la misma manera, y la temperatura del agua de enfriamiento daba como resultado que el motor expulse a la misma a una temperatura aproximada a los 80° centigrados.

La helices eran completamente nuevas y no tenian melladuras, fueron compradas a Michigan Propeller, los materiales utilizados fue una aleacion de Cobre Níquel, la cual es totalmente resistente al flujo de agua marina.

### **2.1.4 Lugar donde se realizó la prueba de mar.**

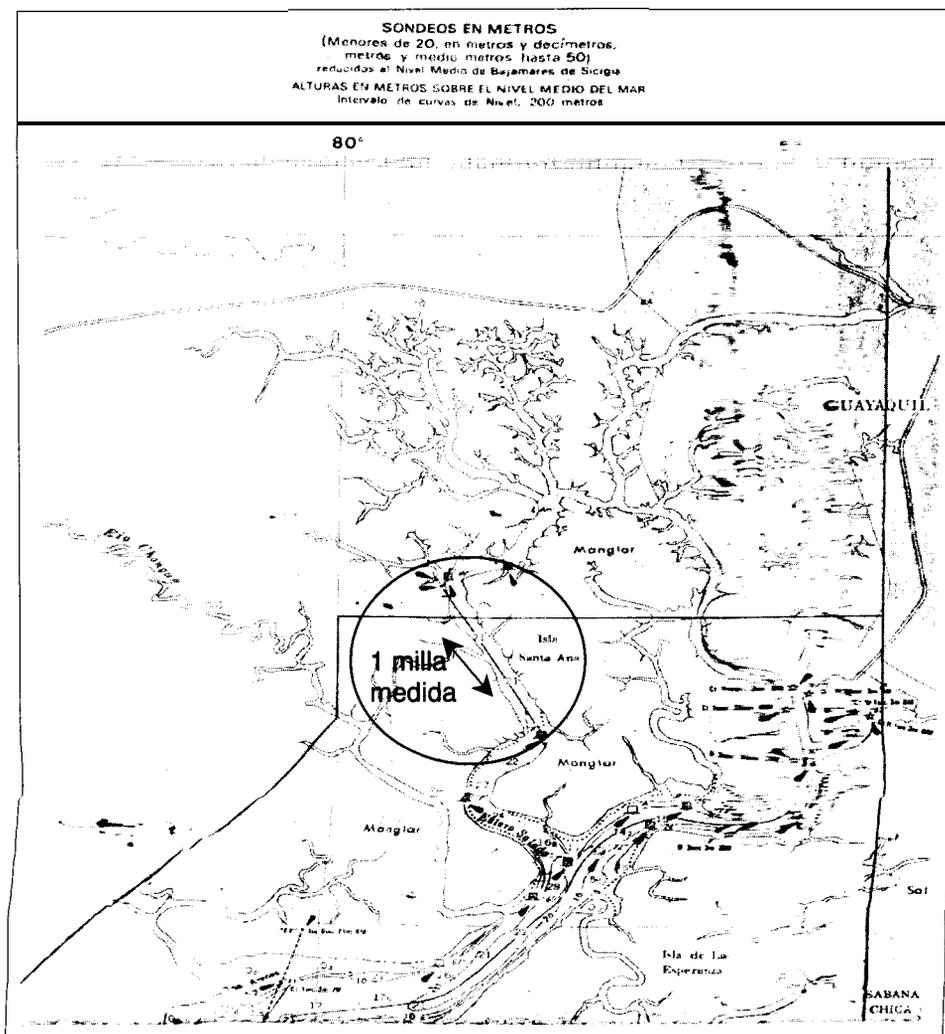
No es posible realizar pruebas de velocidad con alguna exactitud sin disponer de un lugar que posea una marcacion exacta. Es comun observar que tales mediciones se efectuen entre boyas de demarcación de canales navegables, o a lo largo de un muelle cuya extension se ha obtenido de un

mapa, o bien simplemente sobre distancias conocidas. La única forma de efectuar una medición exacta es sobre una distancia establecida con toda exactitud, con preferencia un kilómetro (1000 mts.), o una milla marina (1852 mts.).

Para nuestro caso en particular se realizó la prueba sobre una milla medida en el lugar descrito en la figura 1 [3].

Figura 1

### ZONA DONDE SE REALIZO PRUEBA DE MILLA MEDIDA



### **2.1.5 Condiciones de Viento y Marea Durante la Prueba De Mar.**

Aparte de la existencia de una distancia verificada, es indispensable tener en cuenta la profundidad de la zona donde se realiza la prueba. La resistencia al avance de una embarcacion puede aumentar insospechadamente por la influencia de una profundidad limitada. No existe una profundidad ideal salvo la ilimitada, cualquier profundidad practica ejercera su influencia en determinadas circunstancias, por eso se hace necesario elegir una zona que ofrezca la mayor profundidad posible.

La corriente, viento y marejada son tambien inconvenientes que deben evitarse. Si la corriente del río es moderada y constante su influencia queda anulada al efectuar mediciones en contra y a favor de la corriente, **pero** la anulacion no es matematicamente inobjetable, pues la resistencia del viento y marejada son factores que deben evitarse decididamente, pues para obtener valores comparables, todas las pruebas de velocidad deben realizarse en dias calmos y con agua lisas.

Durante las pruebas de mar realizadas el 9 de Julio de 1997 la velocidad del viento era de 4 nudos hacia el oeste, el estado de la mar era 01, y la profundidad de la marea fue 24 mts. Estos datos fueron tomados del INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE LA ARMADA [4].

## **2.2 Condiciones de carga.**

Las condiciones de carga a la cual se realizo la prueba de navegacion son las siguientes:

- o Sin carga (ligera)
- o Con 4000 libras de carga sobre cubierta principal
- o Con 8000 libras de carga sobre cubierta principal

## **2.3 Pruebas de mar.**

A continuación se presenta un cuadro resumen de los resultados obtenidos durante la realización de la prueba de la milla medida [5]

**Tabla 2**  
**RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA DE MILLA MEDIDA**

Condition de carga	Revoluciones [R.P.M.]		Distancia Recorrida [millas]	Tiempo Corriente a favor [seg.]	Tiempo Corriente en contra [seg.]	Tiempo Prom. [seg.]	Velocidad Media [nudos]
	Maq. Bb.	Maq. Eb.					
Sin carga	1800	1750	1.0	215	235	225.00	16.00
4000 lib.	1800	1780	1.0	223	242	232.50	15.48
8000 lib.	1800	1800	1.0	227	248	237.50	15.06

## **CAPÍTULO 3.**

### **3. ANÁLISIS PARA LA ELECCIÓN DE LAS MODIFICACIONES REALIZADAS.**

#### **3.1 Aumento de potencia.**

El cálculo de la potencia requerida por este casco para poder alcanzar 18 nudos a calado ligero, fue realizado mediante el software AUTOPOWER, el cual es el modulo de cálculo de prediccion de poder del paquete para el diseño de embarcaciones AUTOSHIP, el cual es desarrollado por la AUTODESK.

Este modulo de prediccion de poder AUTOPOWER, cuenta con varios metodos de cálculo para resistenciay potencia, de acuerdo al tipo de casco, los cuales estan programados y por supuesto tienen

las mismas limitaciones de los métodos teóricos de los cuales provienen. Para este caso en particular se utilizó el método de Savitsky para cascos planeadores [6].

### 3.1.1 Método de Savitsky.

La aplicación de este método tiene las siguientes limitaciones:

**Tabla 3**  
**LIMITACIONES DEL METODO DE SAVISTKY**

Parámetro	Min.	Max.	Valor obtenido por la forma de la lancha
Número de Froud (Fn).	0.60	1.79	0.43a 0.79
Numero volumen de Froud (Fv).	>1		1.01 a 2.03
Angulo de trimado (TR)	3.00	7.00	3.50
Angulo de adrizamiento (DR).	10.00	30.00	11.96
Relación Eslora/ manga (L/B).	3.00	5.00	3.41

La resistencia y el trimado son calculados en el régimen de preplanamiento cuando  $1.00 < F_v < 2.00$ , y en el régimen de planeamiento cuando  $F_v \geq 2.00$ . La resistencia adicionada por la ola no es considerada por este programa.

La ecuación utilizada para la programación de este método es la siguiente [7]:

$$\text{Regimen de preplaneamiento} \quad : R_T/\Delta = A_1 F_1 + \dots A_{27} F_{27}$$

Donde:

**A1 ...A27:** Coeficientes tabulados

F1 ...F27 : f(ángulo de entrada, manga máxima china, V)

Regimen de planeamiento :  $R_T = \Delta \tan(TR) + f(\text{parámetros del casco, TR, Speed})$

Este modulo de predicción de poder AUTOPOWER, es alimentado por el modulo AUTOHULL, que es donde se desarrolla la forma del casco. Los datos iniciales que solicita el programa, para un casco planeador, son mostrados en la tabla 4.

**Tabla 4**  
**DATOS PARA UN CASCO PLANEADOR**

Parámetro	Rango
Nombre del proyecto	N.A.*
Longitud de la línea de agua (LWL)	N.A.
Calado	N.A.
Manga máxima de la china	N.A.
Máximo coeficiente de sección media (Cx)	0 – 1
Desplazamiento	N.A.
Centro de gravedad longitudinal medido desde la mitad del buque (+ hacia proa) (LCG)	N.A.
Ángulo medio de entrada	0 – 60"
Ángulo de adrizamiento	N.A.
Superficie mojada del casco	N.A.
Tipo de arbotante	0 simple 1 en V
Inclinación del eje	N.A.
Longitud del eje	N.A.
Diámetro del eje	N.A.
Área transversal proyectada del	N.A.

\* N.A. = No aplicable al parámetro

**Tabla 4 (Continuación)**  
**DATOS PARA UN CASCO PLANEADOR**

<b>Parámetro</b>	<b>Rango</b>
Número de enfriadores externos del motor (Ingresar solo si existen)	N.A.
Área frontal proyectada del enfriador externo	N.A.
Tipo de timon	1 Parabólico 2 Platina 3 Soldado
Area de la superficie total del timon	N.A.
Longitud de aleta de estabilizadora (Ingresar si existe)	N.A.
Relación ancho aleta estabilizadora/manga(Ingrese si existe)	0 - 1
Angulo de deflexion de aleta estabilizadora (Ingrese si existe)	0 - 5 <sup>0</sup>
Resistencia marainal	0 - 50%
Resistencia por apendices	0 - 50%

### 3.1.2 Cálculo de la resistencia y de la potencia.

Los resultados obtenidos al calcular la resistencia y la potencia mediante el método de Savistky, descrito en el sub-capitulo 3.1 - I, son mostradas en las figuras 2 y 3.

Segun estos graficos para poder alcanzar 18 nudos necesitamos instalar 02 motores de 265 SHP.

Los motores elegidos son presentados en el sub-capitulo 3.5.

Los calculos obtenidos al correr el programa son presentados en el anexo B.

Figura 2

## CÁLCULO DE RESISTENCIA POR EL MÉTODO DE SAVITSKY

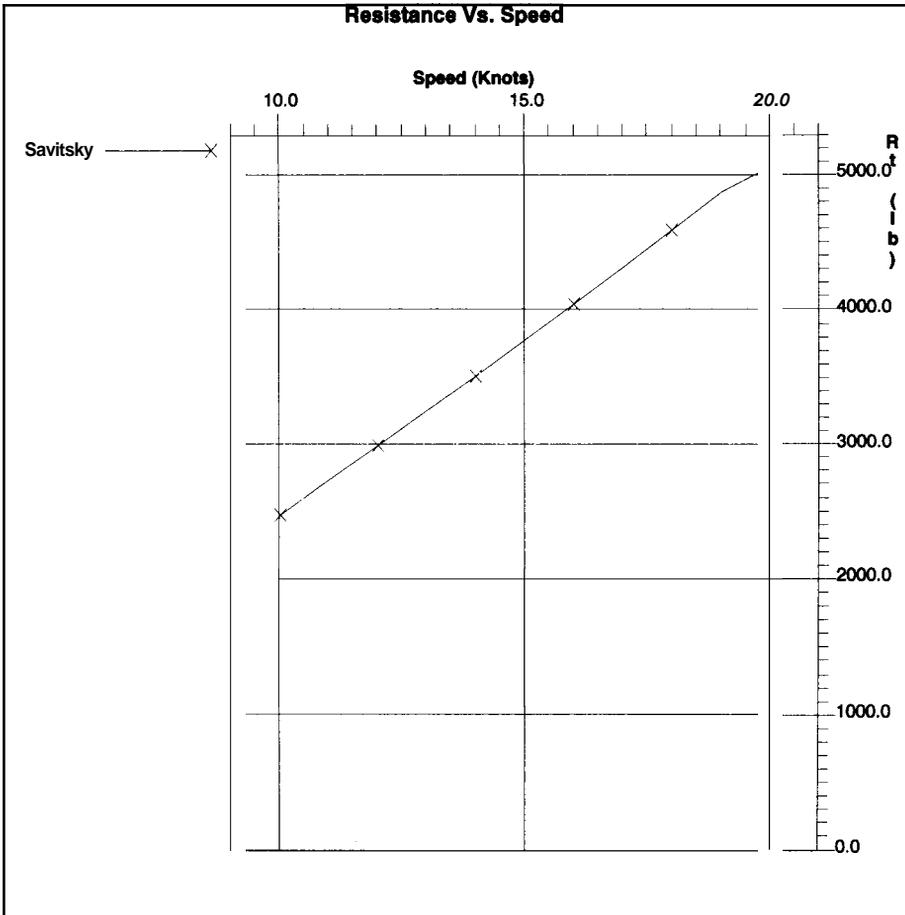
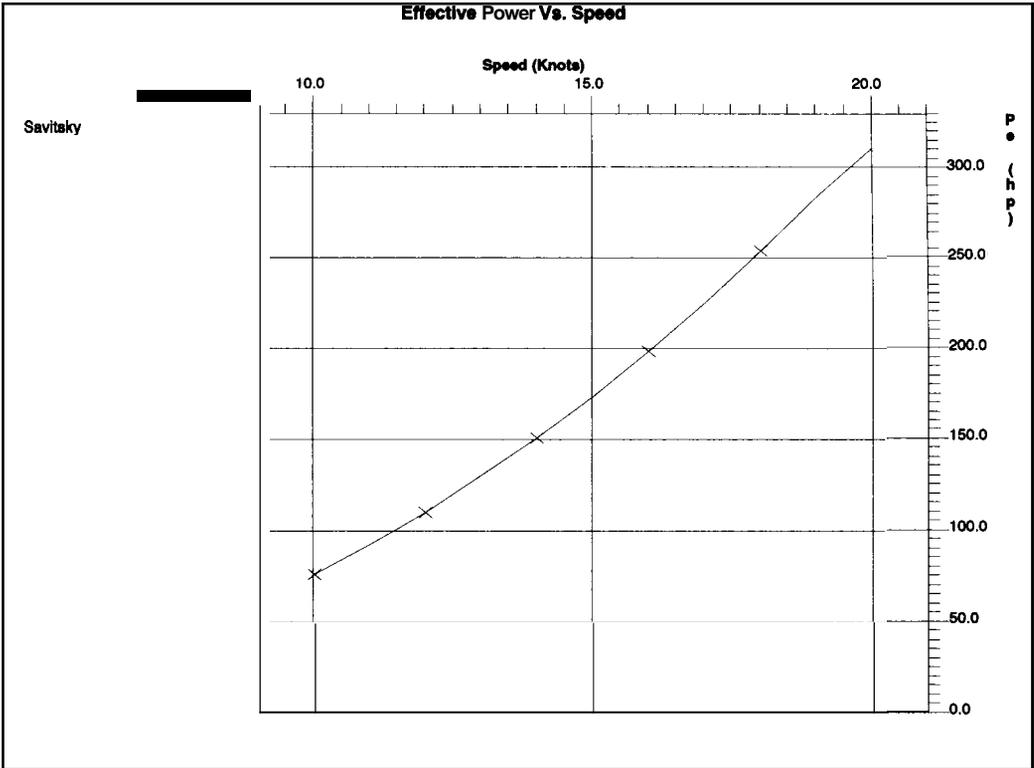


Figura 3

## CALCULO DE LA POTENCIA POR EL METODO DE SAVITSKY



### 3.2 Redistribución de pesos

La necesidad de realizar una distribución de pesos nació de la premisa que la primera lancha estaba encabuzada, es decir tenía el centro de gravedad longitudinal (**LCG**) un poco hacia proa, y esto se lo pudo comprobar cuando al realizar la prueba de inclinación se obtuvo como resultado que la primera lancha construida tuvo los siguientes resultados [5] :

Calado en proa	0.75 mts.
Calado en popa	0.55 mts.
Centro de gravedad longitudinal	9.20 mts.

Debido a la naturaleza del casco planeador, estos necesitan mayor calado por popa para mejorar la entrada de agua en los motores, lo cual se trato de corregir con el cambio de distribucion de pesos.

### **3.2.1 Cálculos realizados para el movimiento del centro de gravedad Longitudinal (LCG).**

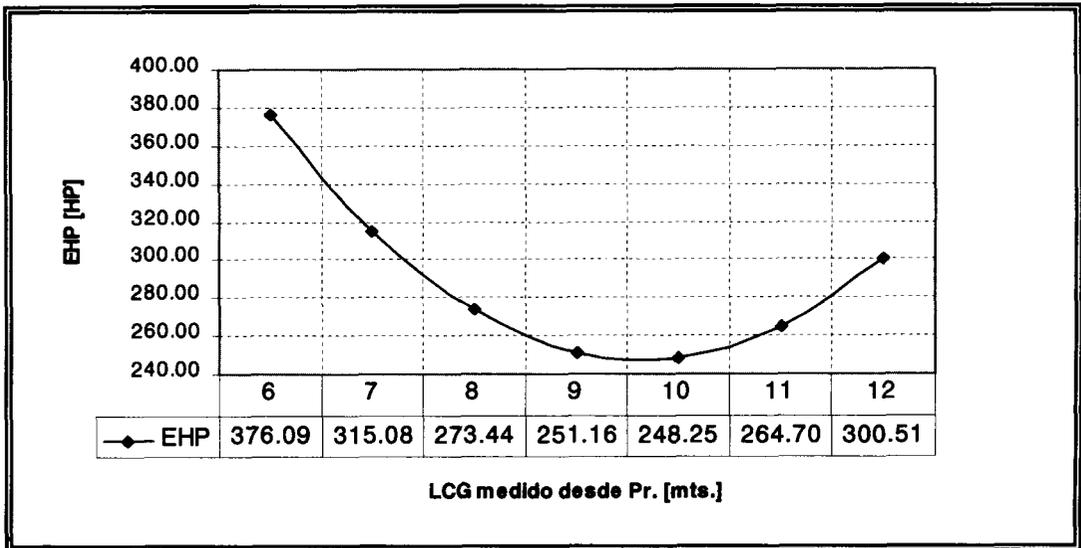
En la figura 3111 se presenta una variación para diferentes posiciones del LCG a una velocidad de 18 nudos. Se puede observar que el minimo EHP (potencia efectiva) se encuentra a 9.5 mts. medidos desde la proa. Para una lancha de 16 mts. es complicado cambiar el LCG desde 9.20 mts. a una mejor posicion sin generar un cambio en el arreglo y la distribucion de pesos.

En muchos de los casos el LCG esta delante de la posicion minima que puede tener, sin embargo, podemos tratar de acercarnos hacia ella modificando ya sea las formas del buque o la distribucion de pesos. Es necesario destacar que la posicion minima del LCG mostrada en la figura 4 varia en

funcion de la velocidad, y en este caso se estaba analizando puntualmente a la velocidad considerada crítica, es decir 18 nudos, pero sin embargo esta posición no es la mejor para otras velocidades.

**Figura 4**

**VARIACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD LONGITUDINAL (LCG) CON LA POTENCIA EFECTIVA (EHP) PARA UNA VELOCIDAD DE 18 NUDOS**



Los cambios realizados para poder mover el centro de gravedad longitudinal son presentados en el sub-capítulo 3.5.

### 3.3 Cambios en el sistema propulsor.

A continuación se presenta el análisis realizado para las modificaciones en el eje propulsor y en las helices:

#### 3.3.1 Modificación del eje propulsor.

El eje con que se construyó la primera lancha fue un eje de acero Aquamet 17 de  $2\frac{1}{4}$  pulgadas de diámetro, el cual trabajaba en conjunto con un motor Detroit Diesel 8V-71 de rango continuo con 240 SHP a 1800 R.P.M., sin embargo, para las dos nuevas lanchas se instaló un motor Detroit Diesel 8V-71 de rango intermitente con 295 SHP a 2100 R.P.M. Estos cambios aumentaron las revoluciones a las que trabajaba el primer eje propulsor, por lo tanto se volvió a recalcular las dimensiones del eje propulsor.

El nuevo diámetro del eje propulsor se lo calculo con la siguiente formula [8]:

$$d = 92 \sqrt[3]{\frac{Pe(1+K)}{n}} \text{ (mm)}$$

Donde:

$$Pe = 295 \text{ HP}$$

$$N = 1050 \text{ RPM.}$$

$$K = q(a-1)$$

$$q = 0.4 \text{ (motor de 4 tiempos)}$$

$$a = 1.2$$

De esta formula obtenemos que el diametro del eje debe ser de 65.6 mm.

El eje propulsor seleccionado es presentado en el subcapitulo 3.5.

### 3.3.2 Cambios en el propulsor.

Para el cambio de las dimensiones del nuevo propulsor, se realizaron los siguientes cálculos:

1. Resultados obtenidos al correr el modulo de predicción de poder Autopower, el mismo que ya fue descrito en el subcapitulo 3.1.

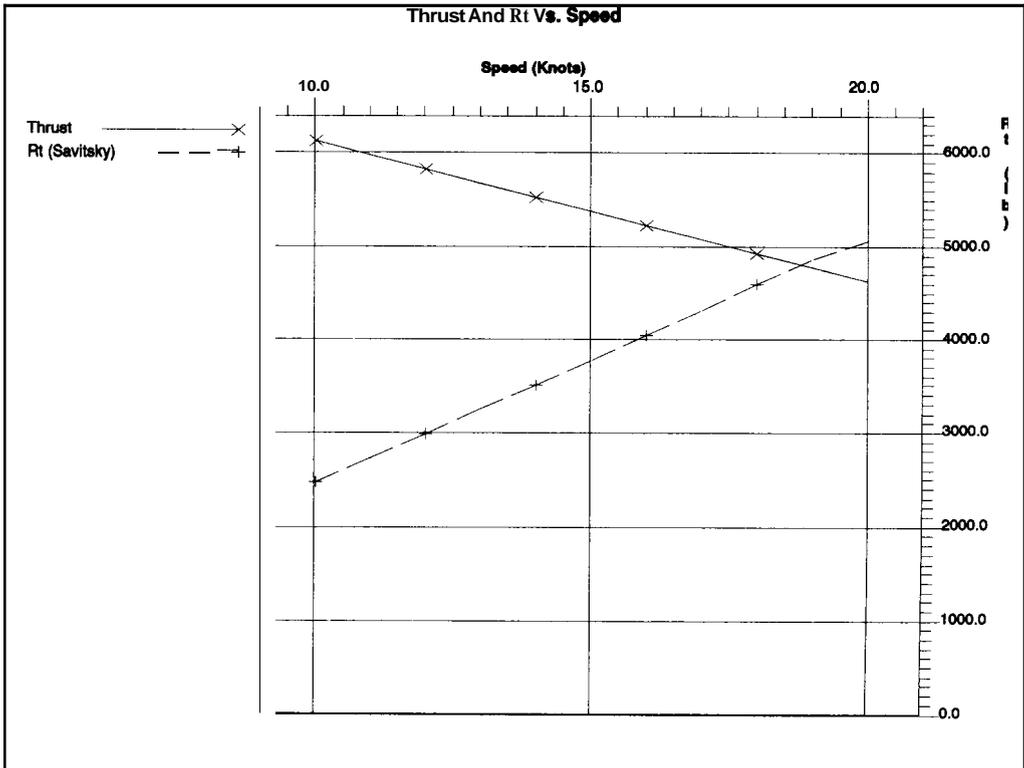
Las características del sistema motor-reductor-propulsor, obtenidas a partir de la corrida del programa son las siguientes:

Numero de propulsores	:	02	und
Diametro	:	26.5	Pulgadas
Paso	:	29.0	Pulgadas
Numero de aspas	:	04	

Relación de área : 0.66  
 RPM : 1050 al eje  
 SHP : 295 HP  
 Velocidad : 18.5 Nudos

**Figura5**

**CURVA DE EMPUJE Vs. RESISTENCIA**



Los datos obtenidos al correr el programa son mostrados en el anexo B.

2. Debido a la necesidad de mejorar la velocidad de la lancha, y a la vez de mejorar la velocidad para poder firmar el

contrato de construcción de dos lanchas mas, ASTINAVE procedio a contratar los servicios del Ph. D. Jose Marin y de la asesora internacional brasileña TECNICAS, para realizar un estudio del mejoramiento del sistema propulsor de las lanchas tipo "Corvina".

- ✓ Los resultados presentados por el Ph. D. José Marin son los siguientes[9]:

#### OPCIÓN No 1

Número de propulsores	:	02 und
Diámetro		33 Pulgadas
Paso	:	22.77 Pulgadas
Numero de aspas		04
Relación de area		0.64
RPM		900
Velocidad	:	11.70 Nudos

#### OPCIÓN No 2

Numero de propulsores	:	02 und
Diametro		30 Pulgadas
Paso		25.2 Pulgadas
Numero de aspas		04



RPM

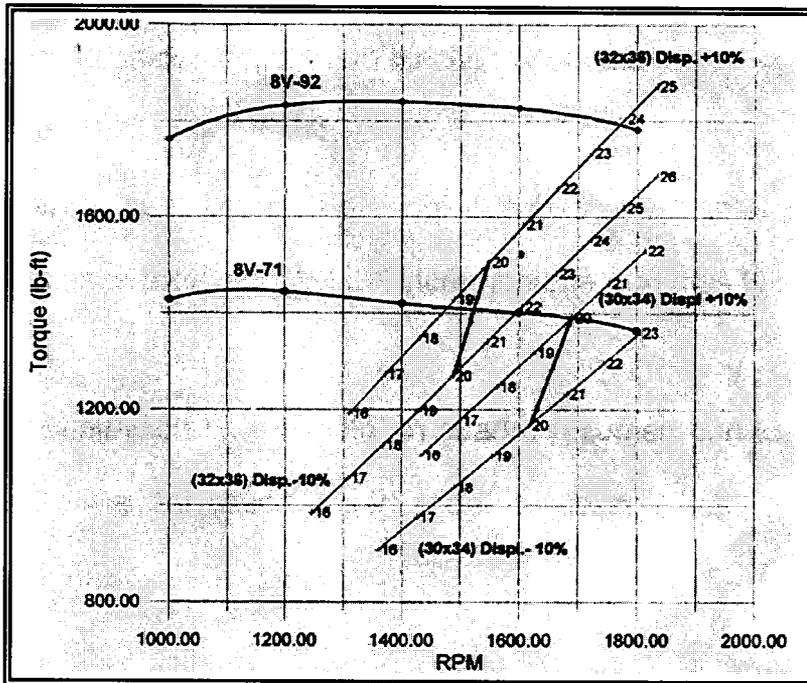
850

Velocidad

19 Nudos

Figura 7

## ANALISIS PROPULSIVO



## 3.3.3 Elección del propulsor.

De las tres opciones expuestas anteriormente se escogió la recomendación de TECNICAS, por ser la hélice que mejor resultado teórico ofrecía, es decir una hélice de 30"x34", 4 aspas, razón de área de 0.68.

### **3.4 Colocación del keel cooler dentro del casco.**

Para que esta embarcación pueda navegar a mayor velocidad se decidió reducir la resistencia del casco originada por apéndices, es así que el keel cooler fue colocado dentro del casco tanto en la segunda como en la tercera lancha construida.

Tener el keel cooler fuera del casco además implicaba que el mismo sea protegido, lo cual incrementaba aun más la resistencia.

A continuación se presenta un cuadro resumen con los valores de resistencia del casco limpio y del casco con keel cooler (vease anexo B).

**Tabla 5**  
**RESISTENCIA DEL CASCO CON KEEL COOLER INTERNO**  
**Y KEEL COOLER EXTERNO**

<b>Velocidad [nudos]</b>	<b>Resistencia [libras]</b>	
	<b>Keel cooler dentro del casco</b>	<b>Keel cooler fuera del casco</b>
10	2480.41	3062.21
11	2736.11	3439.74
12	2993.22	3830.10
13	3258.99	4240.52
14	3520.04	4657.55
15	3787.41	5092.19
16	4052.09	5535.33
17	4324.52	5997.41
18	4599.97	6473.63
19	4878.58	6964.19
20	5067.42	7376.12

### 3.5 Presentación de las modificaciones realizadas en base al análisis teórico

Las modificaciones realizadas a la primera lancha, en base al análisis teórico presentado en este capítulo, son las siguientes.

- Aumento de la potencia de los motores principales, de dos Detroit Diesel rango intermitente de 240 SHP a 1800 RPM., a dos Detroit Diesel rango intermitente de 295 SHP a 2100 RPM (Véase figuras 1, 2 del anexo C).
- Aumento del diámetro del eje de 2.25 a 2.5", debido al aumento del torque producido por los motores principales (vease plano No 6 del anexo A).
- Disminucion del angulo del eje propulsor de 6° a 4° (Véase 6 del anexo A).
- Mover los motores principales 0.5 mts. hacia popa de la posición actual, para mover el centro de gravedad longitudinal (Vease plano No 6 del anexo A).
- Mover las hélices 0.44 mts. hacia proa, por que la salida del chorro de agua no era normal. (Vease plano No 6 del anexo A).
- Disminucion de la longitud del eje de 5.02 mts. a 3.48 mts., debido al movimiento de los motores principales y de las helices (Véase planos No 5,6 del anexo A).

- Disminucion del numero de bocines de 3 a 2 (Véase planos No 5,6 del anexo A).
- Colocacion de un túnel falso para protección del eje (vease planos No 5,6 del anexo A y figuras No 3,4 del anexo C)
- Reubicacion de los tanques de combustible y aumento de la capacidad de los mismos para no afectar la autonomía de la lancha debido al cambio de motor (Vease planos No 1,2 del anexo A).
- Movimiento del tanque de agua dulce desde su posición en el Mamparo 3 hasta el Mamparo 5 (vease planos 1,2 del anexo A)
- Reubicacion del Keel Cooler dentro del casco para disminuir resistencia (vease planos No 3,4 del anexo A y figuras 5,6 del anexo C).
- Cambio de propulsores de 30"x30" a dos helices de 30" de diametro x 34" de paso, con 0.68 de razon de area, porque en los calculos teóricos era aparentemente la más eficiente (vease figuras No 7, 8 del anexo C).

# CAPITULO 4

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 4.1 Pruebas de mar.

#### 4.1.1 Pruebas de velocidad preliminares.

Una vez realizados las modificaciones descritas en el subcapítulo 3.5, se realizo una prueba de velocidad para la segunda lancha construida. **Los** resultados obtenidos son presentados a continuación:

Tabla 6

**PRUEBA DE VELOCIDAD CON MOTOR DETROIT DIESEL 8V-71, 295 SHP, 2100 RPM ASOCIADO CON HÉLICE DE 30"x34", RELACIÓN DE AREA 0.65, 4 ASPAS**

Condición de carga	Hélice			Revoluciones CR.P.M.I		Velocidad GPS [nudos]	Velocidad Milla medida [nudos]
	P	D	No Aspas	Motor en vacío	Motor con carga		
Sin carga	30"	34"	4	1975	1440	12.5	13

Debido a los resultados obtenidos se solicitó asesoramiento a Michigan Propellers , la misma que aconsejo instalar dos helices de 27" de diametro x 2 8 de paso, de 4 aspas, con una razon de paso de 0.68.

Estas helices fueron completamente forjadas en los talleres de ASTINAVE, como resultado de esta fundicion se obtuvieron dos hélices de 28" de diámetro x 30.5" de paso, con una relación de área de 0.65. Además se afinaron los motores para que en vacío la velocidad de rotación sea de 2100 RPM.

Los resultados al realizar la prueba de velocidad fueron los siguientes:

Tabla 7

**PRUEBA DE VELOCIDAD CON MOTOR DETROIT DIESEL 8V-71, 295 SHP, 2100 RPM ASOCIADO CON HÉLICE DE 30.5"x28", RELACIÓN DE AREA 0.65, 4 ASPAS**

Condición de carga	Hélice			Revoluciones [R.P.M.]		Velocidad GPS [nudos]	Velocidad Milla medida [nudos]
	P	D	No Aspas	Motor en Vacío	Motor con carga		
Sin carga	30.5	28"	4	2100	1900	17.3	17.8

Sin embargo las hélices anteriores no cumplían aun con los requerimientos del contrato, es decir 18 nudos a calado ligero, y además el motor aun no desarrollaba completamente sus revoluciones, es así que la Unidad de Diseño de ASTINAVE aconsejo fundir dos helices con los datos obtenidos en los calculos presentados en el subcapitulo 3.3, con el modulo de predicción de poder Autopower, es decir una hélice de 26 de diametro x 28" de paso, con una relacion de area de 0.65.

Como resultado de la fundicion realizada en los talleres de ASTINAVE se obtuvieron dos helices de 30" de paso x 26.5" de diametro, con una relacion de área de 0.65. Además, con la aprobacion del fabricante se le aumento las revoluciones del motor en vacío de 2100 RPM. a 2250 RPM.

Los resultados obtenidos en la prueba de velocidad son los siguientes:

Tabla 8

PRUEBA DE VELOCIDAD CON MOTOR DETROIT DIESEL 8V-71, 295 SHP, 2100 RPM ASOCIADO CON HÉLICE DE 30"x26.5", RELACIÓN DE AREA 0.65, 4 ASPAS.

Cond. de carga	Hélice			Revoluciones [R.P.M.]		Velocidad GPS [nudos]	Velocidad Milla medida [nudos]
	P	D	No Aspas	Motor en Vacío	Motor con carga		
Sin carga	30"	26.5"	4	2250	2090	18.00	18.4

4.1.2 Prueba de milla medida de la segunda lancha construida.

Tomando como base los resultados obtenidos en la prueba de velocidad con una hélice de 30"x26.5", se procedió a realizar la prueba de milla medida en el mismo lugar descrito en el subcapítulo 2.1.

Durante las pruebas de mar realizadas el 29 de Septiembre de 1998 [10], la velocidad del viento era de 5 nudos hacia el oeste, el estado de la mar era 01, y la profundidad de la marea fue 24 m. [4].

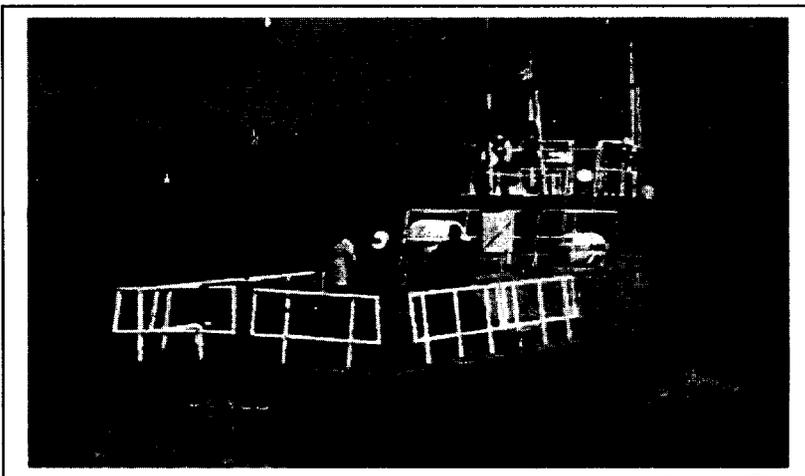
Los resultados obtenidos en la prueba de milla de medida de la segunda lancha fueron los siguientes [11]:

**Tabla 9**  
**RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA DE MILLA MEDIDA**  
**PARA LA SEGUNDA LANCHA CONSTRUÍDA**

Condición de carga	Revoluciones [R.P.M.]		Distancia Recorrida [millas]	Tiempo Corriente a favor [seg.]	Tiempo Corriente en contra [seg.]	Tiempo Promedio [seg.]	Velocidad Media [nudos]
	Maq. Bb.	Maq. Eb.					
Sin carga	2050	2050	1.0	201	185	193	18.65
4000 lbs	2050	2050	1.0	208	191	<b>199.5</b>	<b>18.05</b>
8000 lbs	2000	2000	1.0	212	196	204	17.65

**Figura 8**

**NAVEGACIÓN DE SEGUNDA LANCHA CONSTRUÍDA**



#### 4.1.3 Prueba de milla medida para la tercera lancha construida.

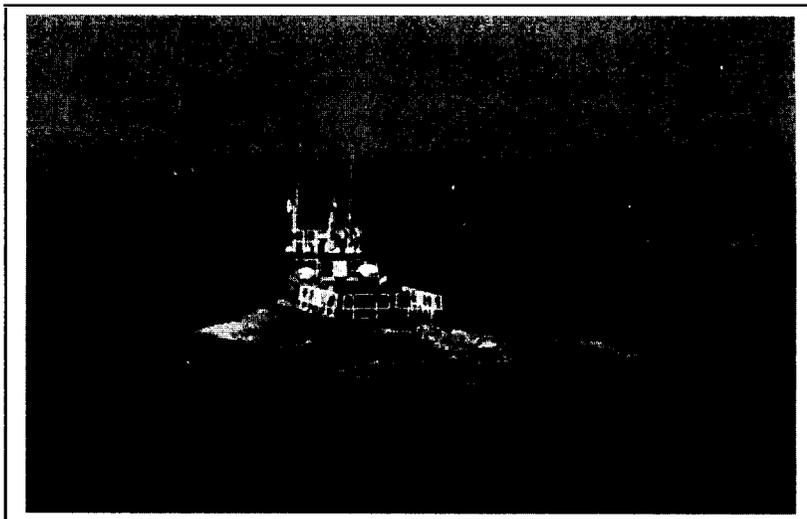
Con los resultados obtenidos al realizar la prueba de milla medida de la segunda lancha, se decidió que los propulsores para la tercera lancha deberían ser los mismos, para lo cual se fundieron dos hélices mas de 30"x26.5".

Durante las prueba de milla medida realizada el 17 de Diciembre do 1998, entre las 10h00 y las 12h00, la velocidad del viento era de 4.5 nudos hacia el oeste, el estado de la mar era 01, y la profundidad de la marea fue 24 m [4].

Los resultados obtenidos en la prueba de milla de medida de la tercera lancha fueron los siguientes [12]:

**Tabla 10**  
**RESUMEN DE RESULTADOS DE PRUEBA DE MILLA MEDIDA**  
**PARA LA TERCERA LANCHA CONSTRUIDA**

Condición de carga	Revoluciones [RPM]		Distancia Recorrida [millas]	Tiempo Corriente a favor [seg.]	Tiempo Corriente en contra [seg.]	Tiempo Promedio [seg.]	Velocidad Media [nudos]
	Maq. Bb.	Maq. Eb.					
Sin carga	2000	2100	1.0	208	192	200	18.01
8000							

**Figura 9****NAVEGACIÓN DE TERCERA LANCHA CONSTRUÍDA****4.2 Comparación de los resultados antes y después de las modificaciones.**

A continuación se presentará una comparación de los resultados obtenidos entre la primera lancha construida, con los obtenidos en la segunda y tercera lancha construida, una vez realizadas las modificaciones descritas en el subcapítulo 3.5.

**Tabla 11**  
**RESULTADOS OBTENIDOS ANTES Y DESPUES DE LA**  
**MODIFICACIONES**

ITEM		1 <sup>ra</sup> LANCHAS		2 <sup>da</sup> LANCHAS		3 <sup>ra</sup> LANCHAS	
1	Longitud del centro de gravedad	9.25	mts.	9.42	mts.	9.43	mts.
2	Velocidad a desplazamiento ligero	16.00	nudos	18.4	nudos	18.0	nudos
3	Revoluciones del motor en vacio	1800	RPM.	2250	RPM.	2250	RPM.
4	Revoluciones del motor con carga	1700	RPM.	2050	RPM.	2050	RPM.
5	Autonomia	300	millas	300	millas	300	millas

#### 4.3 Análisis teórico Vs. resultados de pruebas de muelle y mar

Muchas veces es muy complicado unir los resultados teóricos que se plasman en una papel, con los que se obtienen en el campo, es así que a continuación se presentara una comparacion de los resultados teóricos realizados en el capítulo 3, con los resultados finales obtenidos al realizar las pruebas de muelle y mar, así como los obtenidas al realizar el experimento de inclinacion, tanto de la segunda como de la tercera lancha [10], [11].

**Tabla 12**  
**COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS TEÓRICOS CON LOS**  
**OBTENIDOS DESPUES DE LAS PRUEBAS.**

ITEM		TEORIA	2 <sup>da</sup> LANCHA		3 <sup>ra</sup> LANCHA	
1	Longitud del centro de gravedad	Mover LCG. muy cercano a 9.5 mts. desde proa	9.42	mts.	9.43	mts.
2	Hélice de 34"x30", EAR: 0.65	19.00 nudos	13.0	nudos	No se realizo	
3	Hélice de 30.5"x28", EAR: 0.65	18.50 nudos	17.3	nudos	No se realizo	
4	Hélice de 30"x26.5", EAR: 0.65	18.20 nudos	<del>18.4</del>	nudos	18.0	nudos

---

\* EAR = razon de área

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez culminada la presentación de las modificaciones realizadas a la lancha clase Corvina, y tomando en cuenta los resultados obtenidos se puede destacar los siguientes puntos:

1. No siempre lo que se obtiene mediante la aplicación de cálculos teóricos y fórmulas es lo que sucede en el campo, hay que tomar en cuenta que cuando se realizan análisis teóricos se asumen varios parámetros, lo cual hace que el cálculo teórico no siempre tenga un alto grado de exactitud.
2. En general, en la construcción naval de nuestro país, se va directamente desde los cálculos teóricos a su implantación en el campo de trabajo, pasando por alto las pruebas de modelos, que nos dan una clara idea del comportamiento de las formas del casco en el agua.
3. Es muy complicado conseguir una hélice que proporcione un buen rendimiento del conjunto motor – reductor - hélice, ya que a pesar de obtener una hélice teóricamente eficiente mediante cálculos o catálogos

proporcionados por el fabricante del motor, en el mercado nacional e inclusive en el internacional, no se tiene una referencia de la información teórica calculada como la curva de torque por ejemplo, siendo así difícil comprobar que tipo de helice es el que estamos colocando como propulsor.

4. Deben realizarse más estudios sobre la influencia de los parámetros teóricos, así como el de vientos y mareas, en los resultados finales que se obtienen en el campo, de tal manera, que se reduzca al máximo las diferencias obtenidas entre lo bosquejado en el diseño inicial hasta lo obtenido en el producto final.
5. Debería normalizarse o exigirse que se realicen pruebas de modelos, dando así al diseñador – constructor la opción de observar el comportamiento del buque modelizado en el agua, y en base a los resultados obtenidos poder realizar las modificaciones necesarias para su posterior construcción.
6. Debería realizarse un estudio del que se pueda obtener la curva de torque de las hélices existentes en el medio, lo cual sería de una gran ayuda en el momento de seleccionar una hélice que tenga características muy parecidas a las obtenidas en el cálculo teórico.

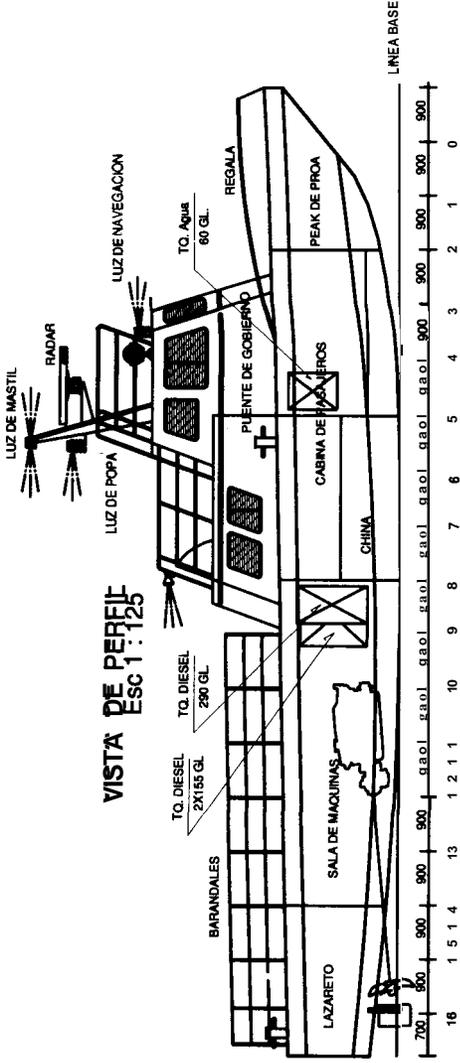
# **ANEXOS**

# ANEXO A

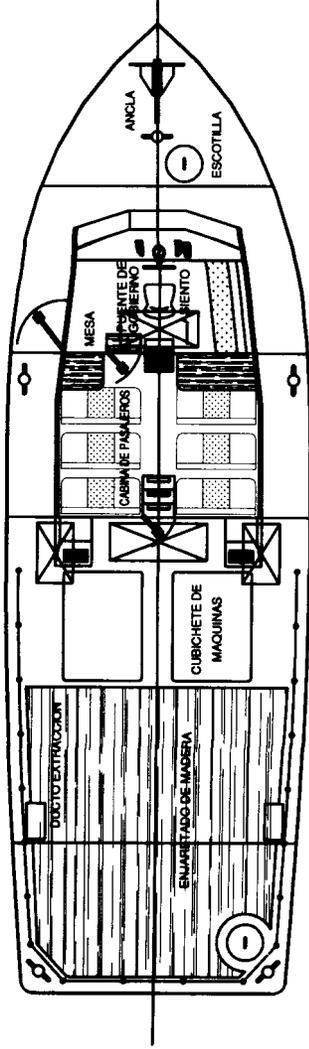
## CONTENIDO

<b>No Plano</b>	<b>Descripción</b>
1	Distribucion general de primera lancha construida
2	Distribucion general de segunda lancha construida
3	Protector del keel cooler de primera lancha construida
4	Instalacion del keel cooler de segunda lancha construida
5	Sistema Propulsor de primera lancha construida
6	Sistema Propulsor de primera lancha construida



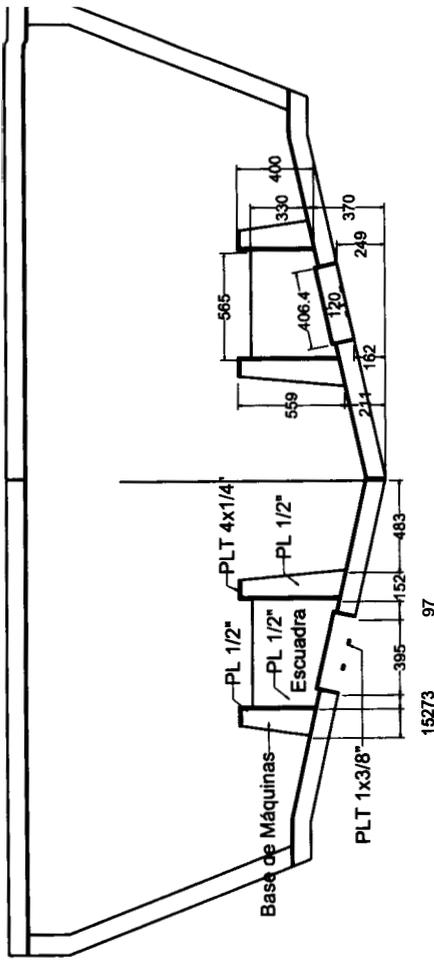


VISTA EN PLANTA



PLANO No 2: Distribución general de segunda lancha construida

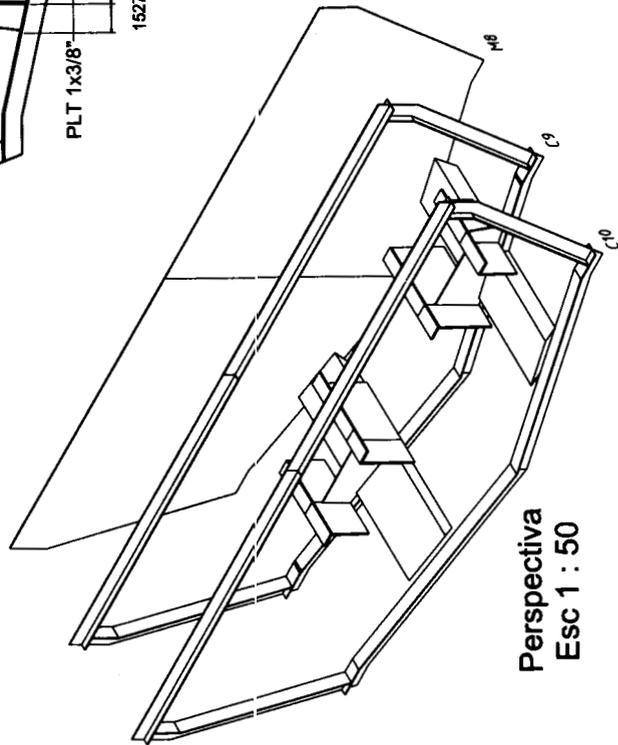




**Cuadema 9**  
**Esc 1 : 40**

**LISTADO DE MATERIALES**

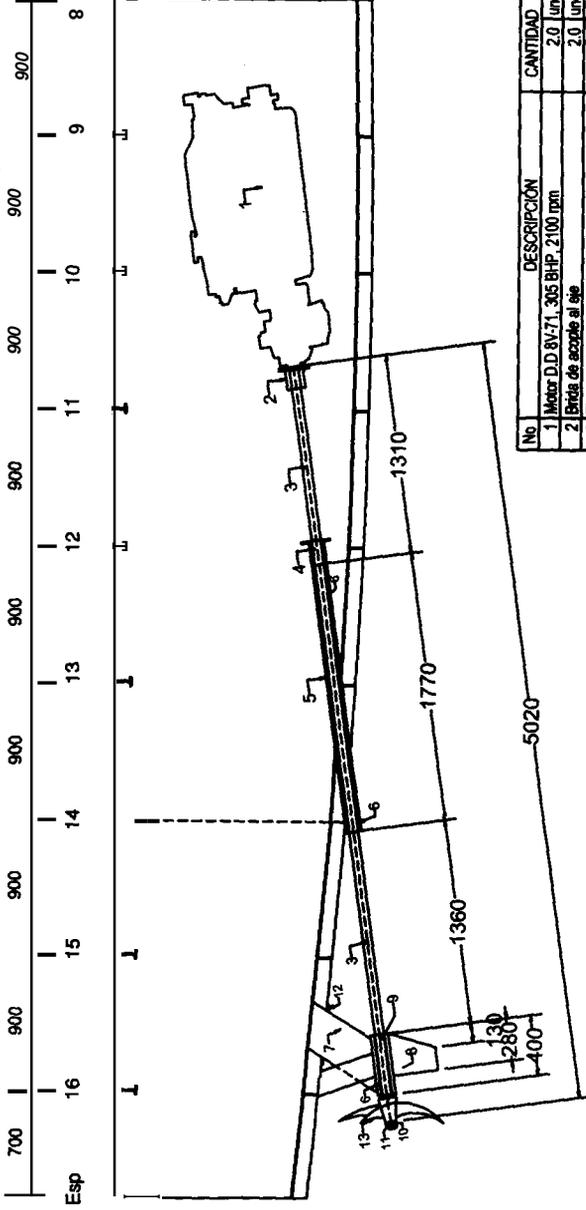
ITEM	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	PL 3/16"	AL. 5086 H-111	0.91 m. <sup>2</sup>
2	PLY 1/8"	AL. 5086 H-111	0.23 m. <sup>2</sup>
3	PLT 1x3/8"	AL. 5086 H-111	3.5 m.



**Perspectiva**  
**Esc 1 : 50**

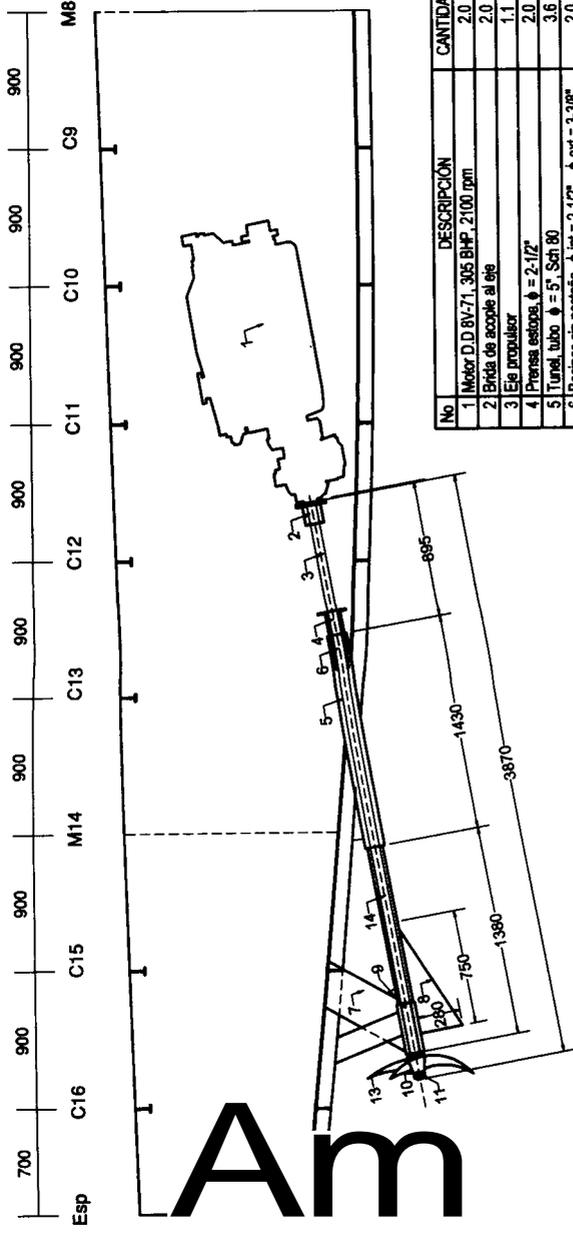
**PLANO No 4: Protector de keel cooler para segunda lancha construida**

# CORTE EN LÍNEA DE EJE (Esc. 1:50)



No	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MATERIAL
1	Motor D.D. 8V-71, 305 BHP, 2100 rpm	2.0 und	---
2	Brida de acople al eje	2.0 und	Acero de transmisión
3	Eje propulsor	1.1 trms	Acero Aqualmet 17
4	Preña estopa, $\phi = 2-1/2"$	2.0 und	Bronca Aasm B-21
5	Tunel, tubo $\phi = 5"$ , Sch 80	3.6 trms	Aluminio 5086-H111
6	Bocinas sin pesata, $\phi int = 2-1/2"$ , $\phi ext = 3-3/8"$	2.0 und	Bronca - Caucho
7	Arbotante, PL 1/2"	1.0 m2	Aluminio 5086-H111
8	Protector de hélice, PL 1/2"	0.5 m2	Aluminio 5086-H111
9	Barni, $\phi int = 2-1/2"$ , $\phi ext = 3-3/8"$	1.6 trms	Aluminio 5086-H111
10	Tuerca	2.0 und	Acero Aqualmet 17
11	Contratuercas	2.0 und	Acero Aqualmet 17
12	Placa refuerzo, PL 1/2"	1.0 m2	Aluminio 5086-H111
13	Hélice de 30" x 30"	2.0 und	NIBRAL

PLANO No 5: Sistema de propulsión de primera lancha construida



No	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MATERIAL
1	Motor D.D 8V-71, 305 BHP, 2100 rpm	2.0 und	-----
2	Brida de acople al eje	2.0 und	Acero de transmisión
3	Eje propulsor	1.1 mts	Acero Aquamet 17
4	Prrensa estopos, $\phi = 2-1/2"$	2.0 und	Bronce Astm B-21
5	Tunel, tubo $\phi = 5"$ , Sct 80	3.6 mts	Aluminio 5086-H111
6	Bocinas sin pestaña, $\phi$ int = 2-1/2", $\phi$ ext = 3-3/8"	2.0 und	Bronce - Caucho
7	Anclamiento, PL, 1/2"	1.0 m2	Aluminio 5086-H111
8	Protector de hélices, PL, 1/2"	0.5 m2	Aluminio 5086-H111
9	Barril, $\phi$ int = 2-1/2", $\phi$ ext = 3-3/8"	1.6 mts	Aluminio 5086-H111
10	Tuerca	2.0 und	Acero Aquamet 17
11	Contratuercas	2.0 und	Acero Aquamet 17
12	Placa refuerzo, PL, 1/2"	1.0 m2	Aluminio 5086-H111
13	Hélice de D=30 x P= 34"	2.0 und	NIBRAL
14	Tunel falso	0.4 m2	Aluminio 5086-H111

PLANO No 6: Sistema de propulsión de segunda y tercera lancha construída

## **ANEXO B**

### **CONTENIDO**

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	<b>Predicción de poder y elección del propulsor utilizando software Autopower con keel cooler instalado dentro del casco.</b>
<b>2</b>	<b>Resistencia al avance con keel cooler fuera del casco.</b>

# **ANEXO B-1**

**PREDICCIÓN DE PODER Y ELECCION DEL PROPULSOR UTILIZANDO  
SOFTWARE AUTOPOWER CON KEEL COOLER INSTALADO DENTRO  
DEL CASCO.**

**Autopower 2.0**  
**Resistance and Power Prediction from Autopower V2.0**

Project: L/ Clase Corvina sin keel cooler exterior  
Date: 09 Jul 02  
Hull Type: Planing

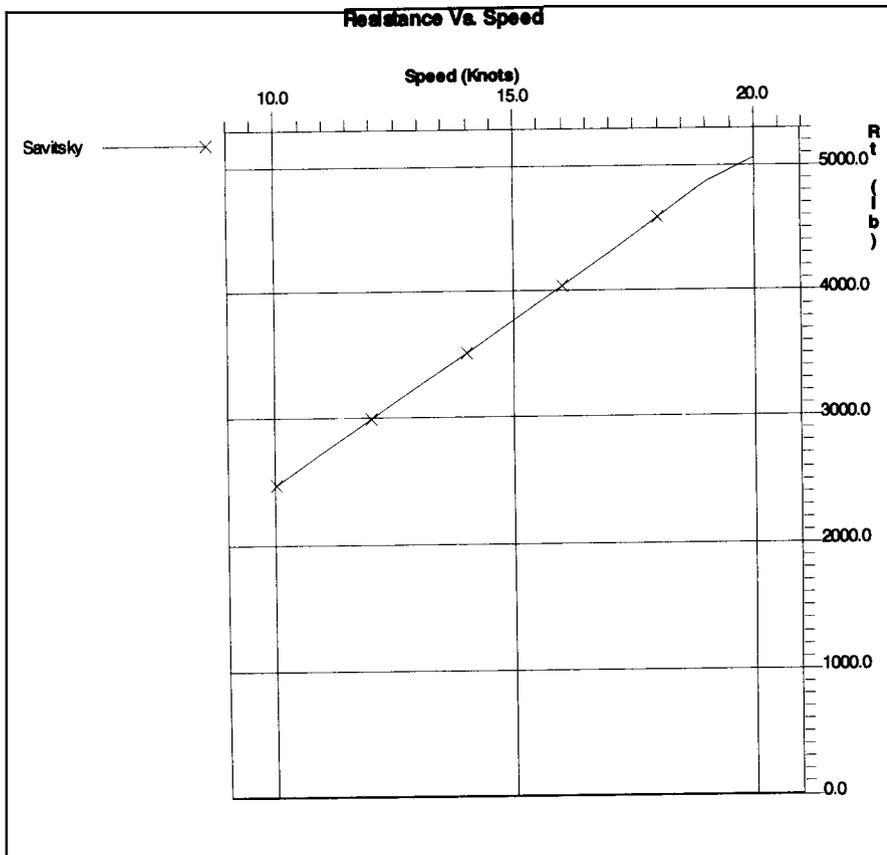
**Hull Data**

LWL	47.38ft
Breadth	13.91ft
Draught	2.30ft
Chine Beam	13.65ft
Chine Length	37.93ft
CX	0.660
Displacement	18.1LT
LCG	21.42ft
Half Angle of Entrance	26.26deg
Deadrise Angle	12.0deg
Wetted Hull Area	605.2ft <sup>2</sup>
Wetted Transom Area	7.8ft <sup>2</sup>
Strut Type	V
Shaft Angle	4.0deg
Shaft Length	4.1ft
Shaft Diameter	0.1ft
Projected Skeg Area	0.0ft <sup>2</sup>
Number of Sea Inlets	0
Projected Area of Inlets	0.0ft <sup>2</sup>
Rudder Type	3-Wedge
Rudder Surface Area	0.7ft <sup>2</sup>
Flap	NO
Service Margin	12.00%
Appendage Allowance	12.00%
Service Speed	18.0knots

### Autopower 2.0

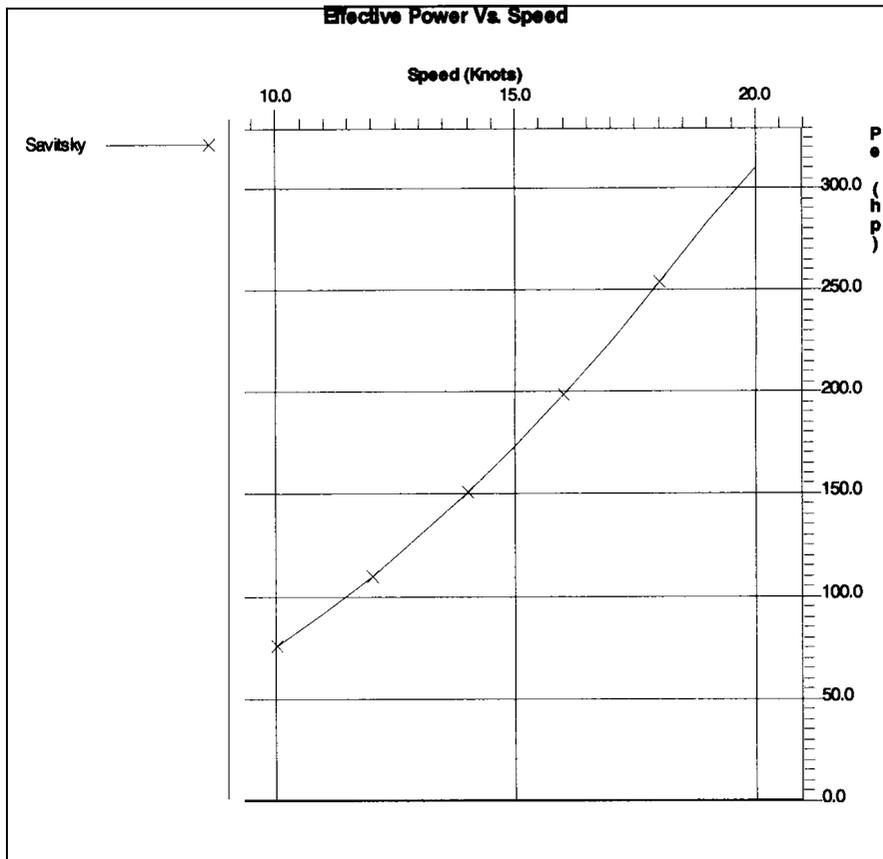
#### Total Resistance, Rt (lb)

Speed (kt)	Fn	Savitsky
10.00	0.43	2480.41
11.00	0.48	2736.11
12.00	0.52	2993.22
13.00	0.56	3258.99
14.00	0.61	3520.04
15.00	0.65	3787.41
16.00	0.69	4052.09
17.00	0.73	4324.52
18.00	0.78	4599.97
19.00	0.82	4878.58
20.00	0.86	5067.42



### Autopower 2.0

Speed (kt)	F <sub>n</sub>	Savitsky
10.00	0.43	76.12
11.00	0.48	92.36
12.00	0.52	110.22
13.00	0.56	130.01
14.00	0.61	151.23
15.00	0.65	174.33
16.00	0.69	198.95
17.00	0.73	225.60
18.00	0.78	254.08
19.00	0.82	284.44
20.00	0.86	311.00



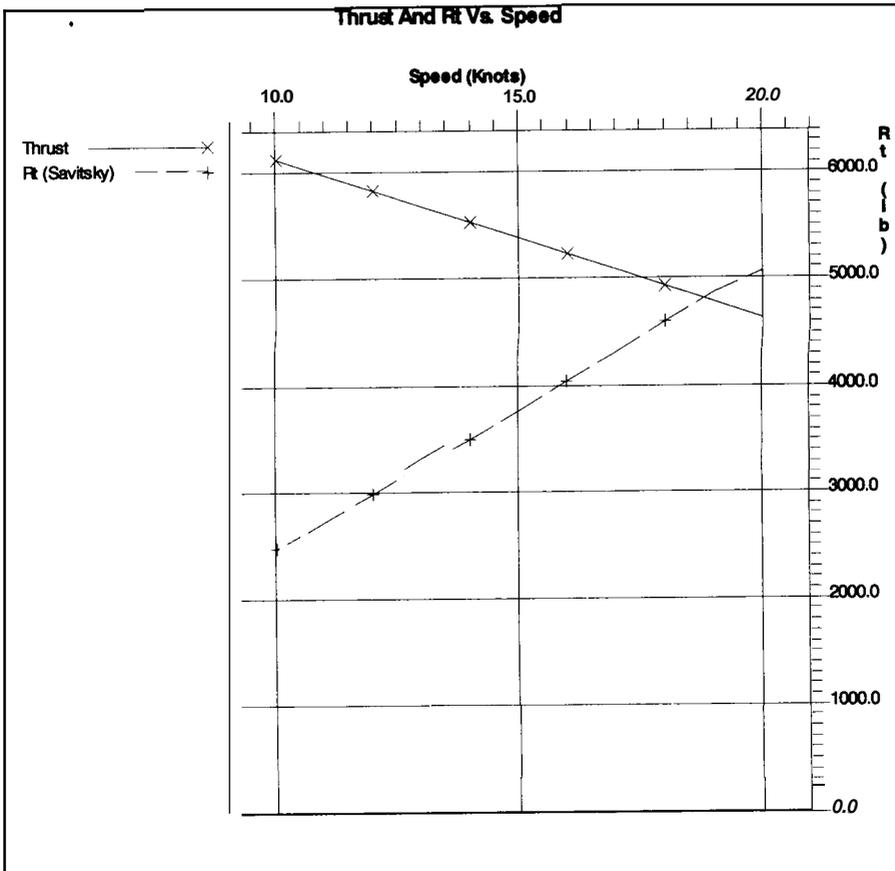
## Autopower 2.0

### Power Plant Data

Shaft Power: 295 hp  
 RPM: 1050  
 Percent MCR: 90 %  
 Operating Speed 18.4 knots

### Thrust and Resistance (lb)

Speed (kt)	Fn	Thrust	Rt (Savitsk Trim Angle	
10.00	0.43	6124.45	2480.41	2.16
11.00	0.48	5981.28	2736.11	2.23
12.00	0.52	5835.77	2993.22	2.31
13.00	0.56	5688.40	3258.99	2.40
14.00	0.61	5539.60	3520.04	2.49
15.00	0.65	5389.74	3787.41	2.59
16.00	0.69	5239.18	4052.09	2.70
17.00	0.73	5088.23	4324.52	2.81
18.00	0.78	4937.15	4599.97	2.92
19.00	0.82	4786.20	4878.58	3.02
20.00	0.86	4635.58	5067.42	3.12



## Autopower 2.0

### Propeller Parameters

Resist. Method:	Savitsky		
Design Speed	18.0 knots		
Design Resistance	3803 lb		
Design Pe	254 hp		
Number Props	2	Wake	0.200
Pitch:	Fixed	Thrust	0.150
Number Blades:	4	Hull Eff.	1.063
Diameter	2.21 (ft)	Rot Eff.	0.905
Open Water Eff.	0.642	Shaft Eff.	0.585
PD Ratio:	1.085		
Area Ratio:	0.650	Pd (hp)	170
RPM:	797.3	Ps ( hp)	290

## **ANEXO B-2**

**RESISTENCIA AL AVANCE CON KEEL COOLER FUERA DEL CASCO.**

## Autopower 2.0

### Resistenciaand Power Predictionfrom AutoPower V2.0

Project: L/ Clase Corvina con keel cooler exterior  
Date: 09 Jul 02  
Hull Type: Planing

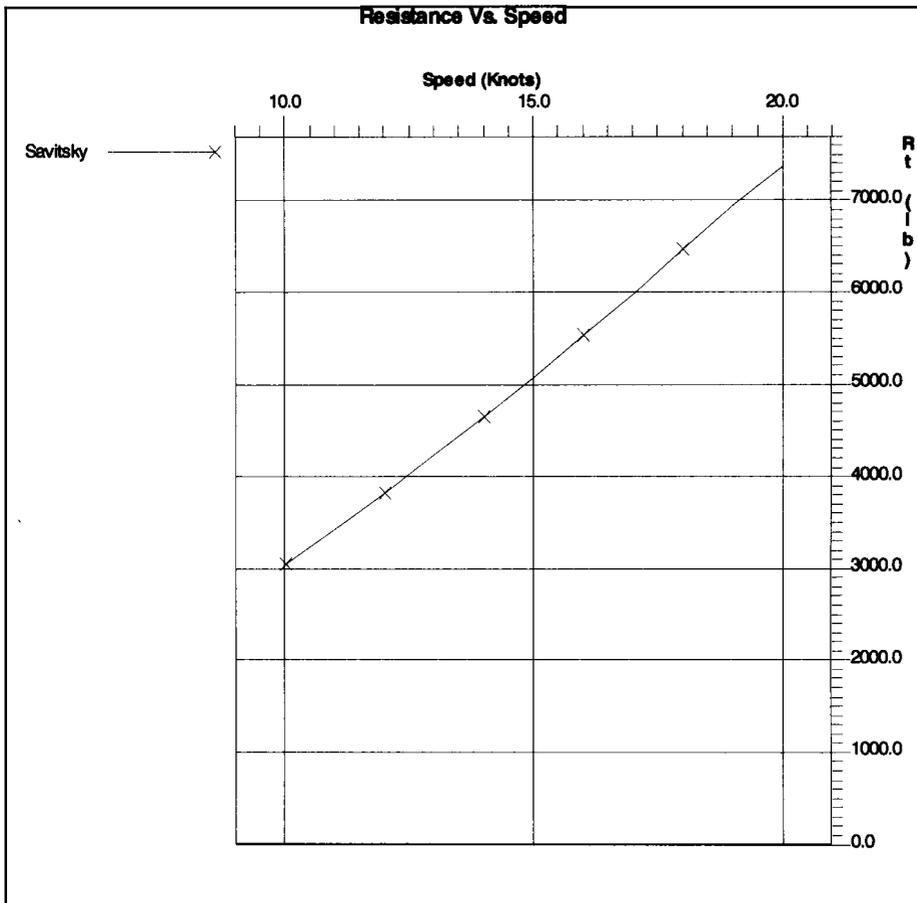
#### Hull Data

LWL	47.38ft
Breadth	13.91ft
Draught	2.30ft
Chine Beam	13.65ft
Chine Length	37.93ft
CX	0.660
Displacement	18.1LT
LCG	21.42ft
Half Angle of Entrance	26.26deg
Deadrise Angle	12.0deg
Wetted Hull Area	605.2ft <sup>2</sup>
Wetted Transom Area	7.8ft <sup>2</sup>
Strut Type	V
Shaft Angle	4.0deg
Shaft Length	4.1ft
Shaft Diameter	0.1ft
Projected Skeg Area	0.0ft <sup>2</sup>
Number of Sea Inlets	1
Projected Area of Inlets	0.1ft <sup>2</sup>
Rudder Type	3-Wedge
Rudder Surface Area	0.7ft <sup>2</sup>
Flap	NO
Service Margin	12.00%
Appendage Allowance	12.00%
Service Speed	18.0knots

# Autopower 2.0

## Total Resistance, Rt (lb)

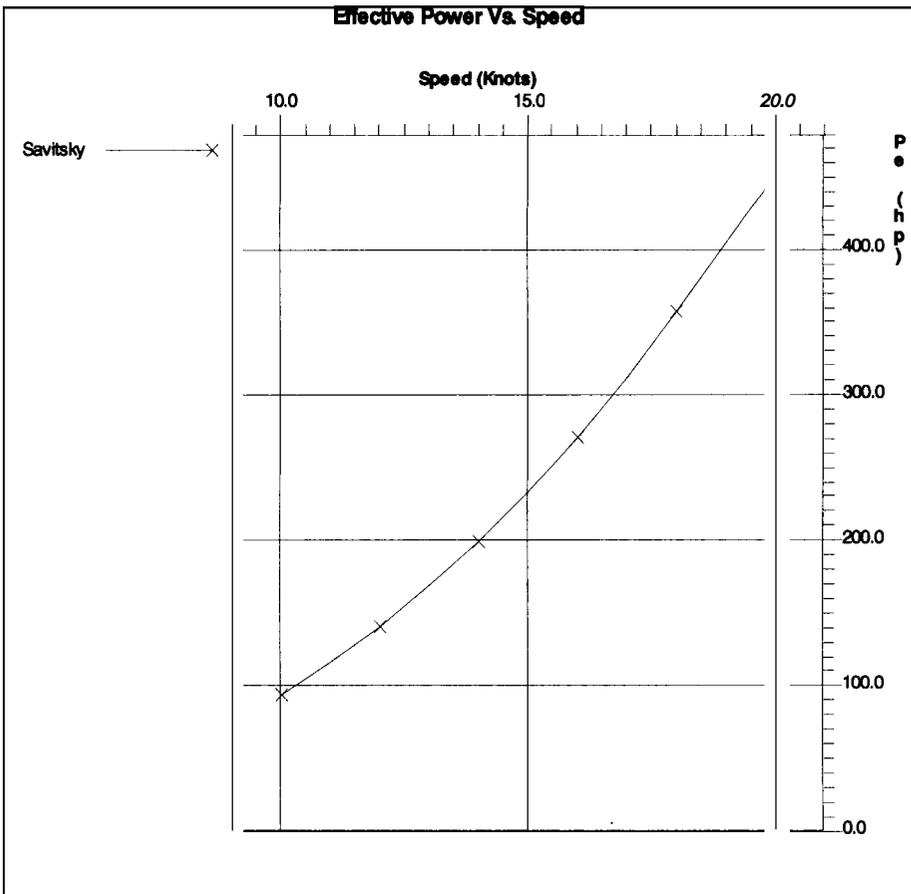
Speed (kt)	Fn	Savitsky
10.00	0.43	3062.21
11.00	0.48	3439.74
12.00	0.52	3830.10
13.00	0.56	4240.52
14.00	0.61	4657.55
15.00	0.65	5092.19
16.00	<b>0.69</b>	5535.33
17.00	0.73	5997.41
18.00	0.78	6473.63
19.00	0.82	6964.19
20.00	0.86	7376.12



# Autopower 2.0

## Effective Power, PE (hp)

Speed (kt)	Fn	Savitsky
10.00	0.43	93.97
11.00	0.48	116.11
12.00	0.52	141.04
13.00	0.56	169.17
14.00	0.61	200.09
15.00	0.65	234.39
16.00	0.69	271.78
17.00	0.73	312.87
18.00	0.78	357.58
19.00	0.82	406.04
20.00	0.86	452.70



## ANEXO C

### CONTENIDO

No figura	Descripción
1	Motor utilizado en primera lancha
2	Motor utilizado en segunda lancha
3	Eje fuera del casco en primera lancha
4	Túnel falso adaptado en segunda lancha
5	Posicion de keel cooler en primera lancha
6	Posicion de keel cooler en segunda lancha
7	Helice de 30"x30" utilizada en primera lancha
8	Hélice de 30x34" probada en segunda lancha
9	Hélice de 30.5"x28" probada en segunda lancha.
10	Helice de 30"x26.5" utilizada finalmente en segunda lancha.

Figura C-1

MOTOR UTILIZADO EN PRIMERA LANCHA CONSTRUIDA

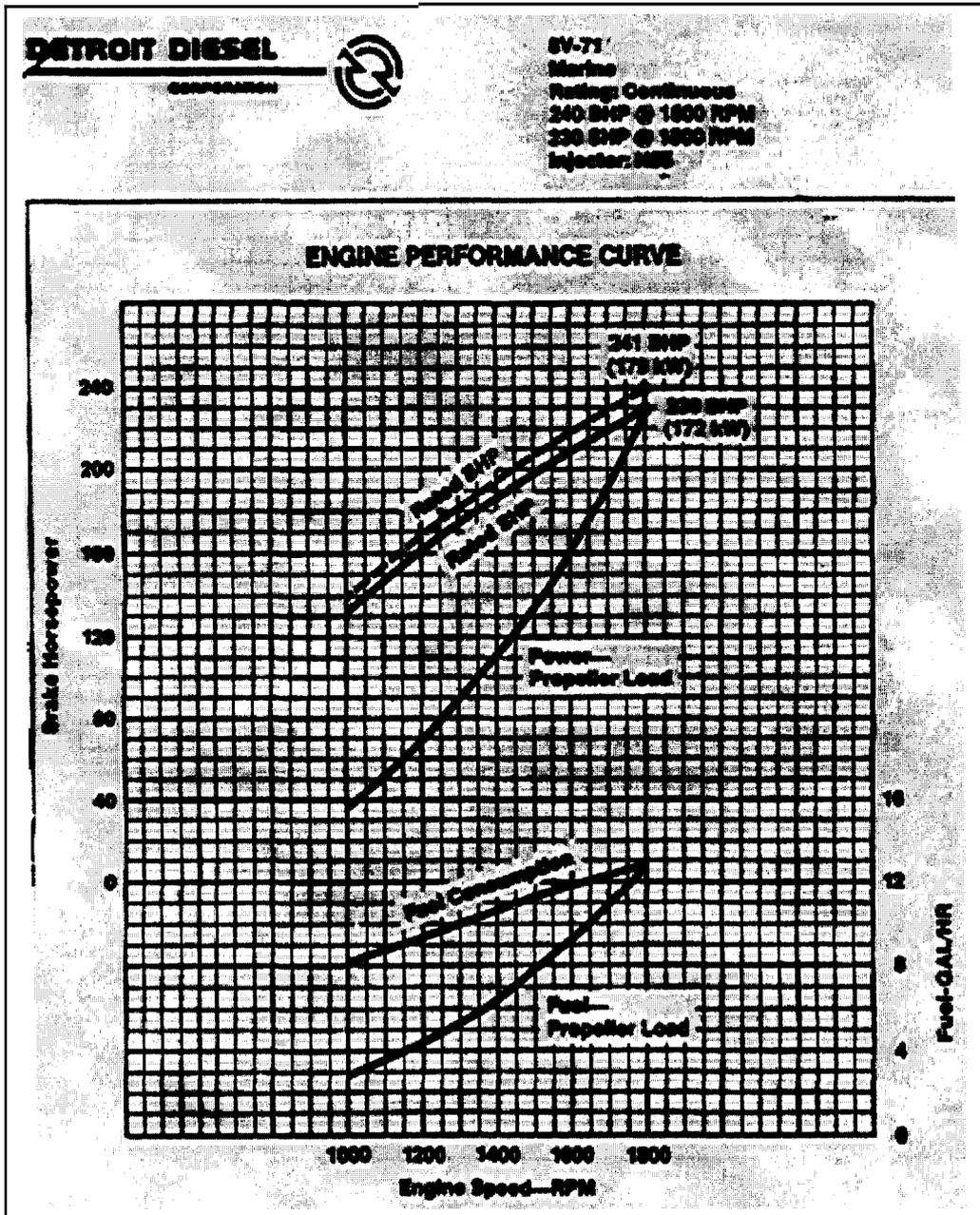
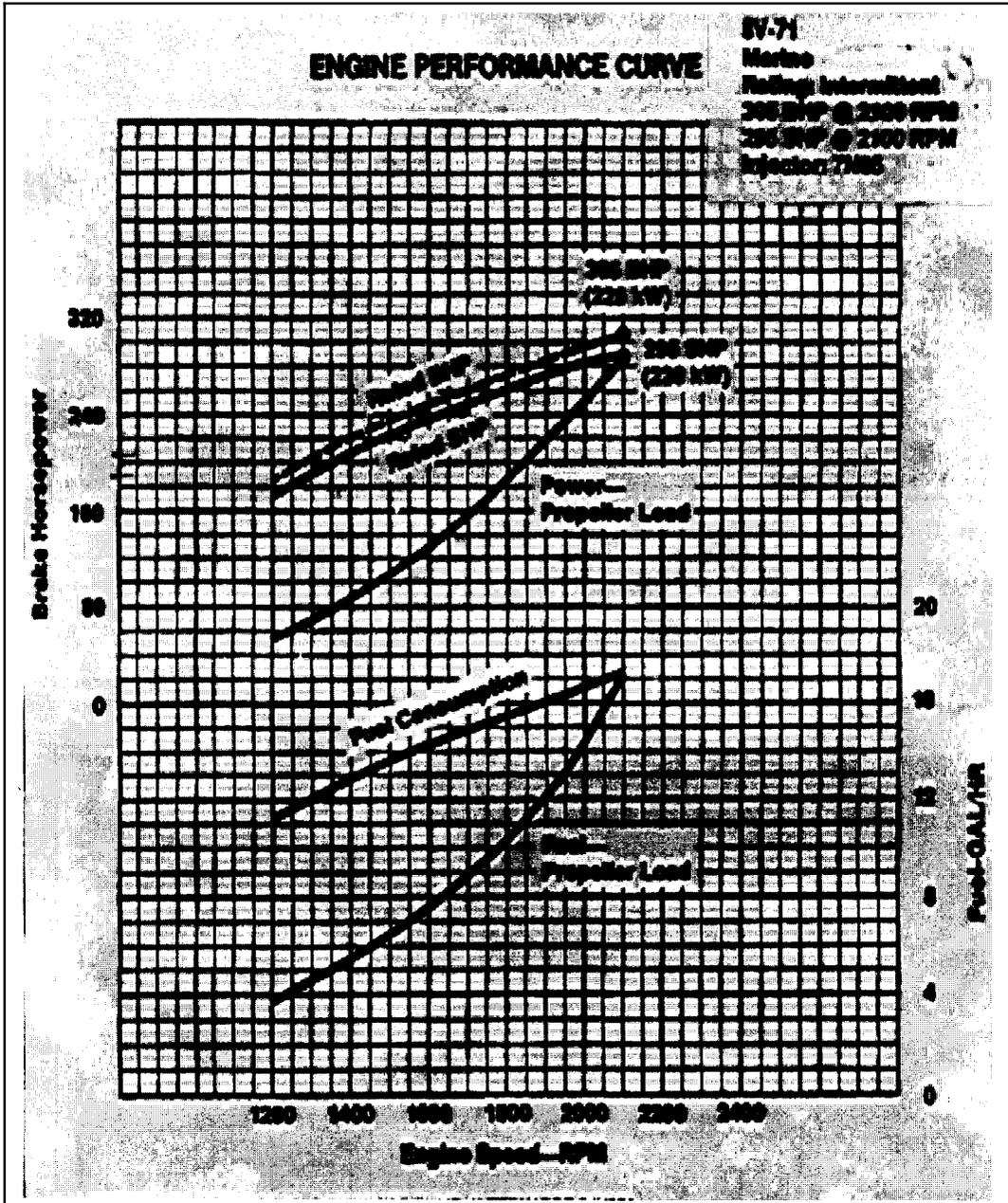


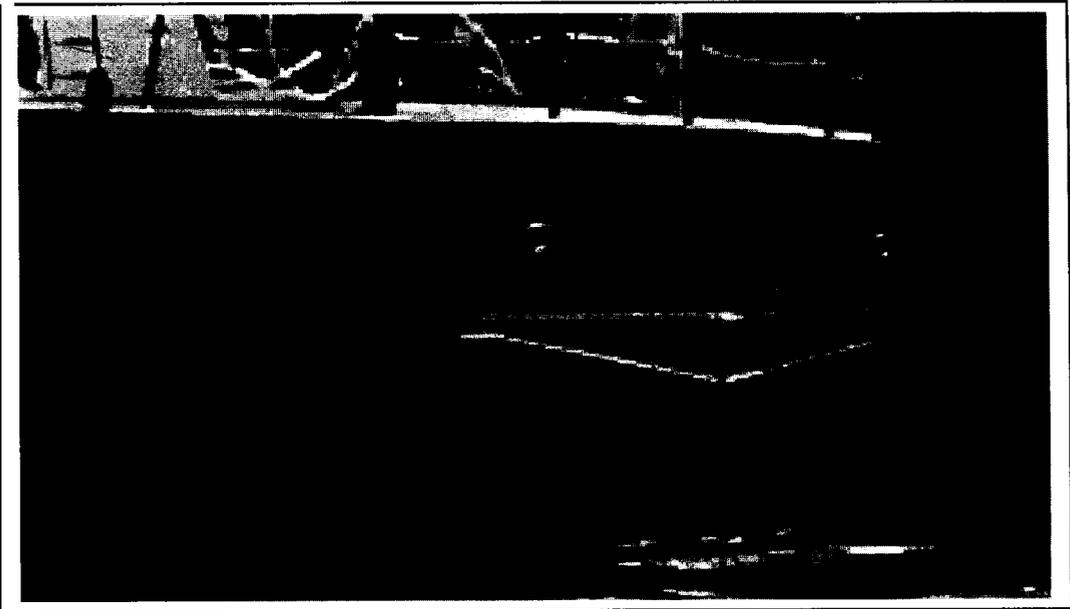
Figura C-2

MOTOR UTILIZADO EN SEGUNDA LANCHA CONSTRUIDA



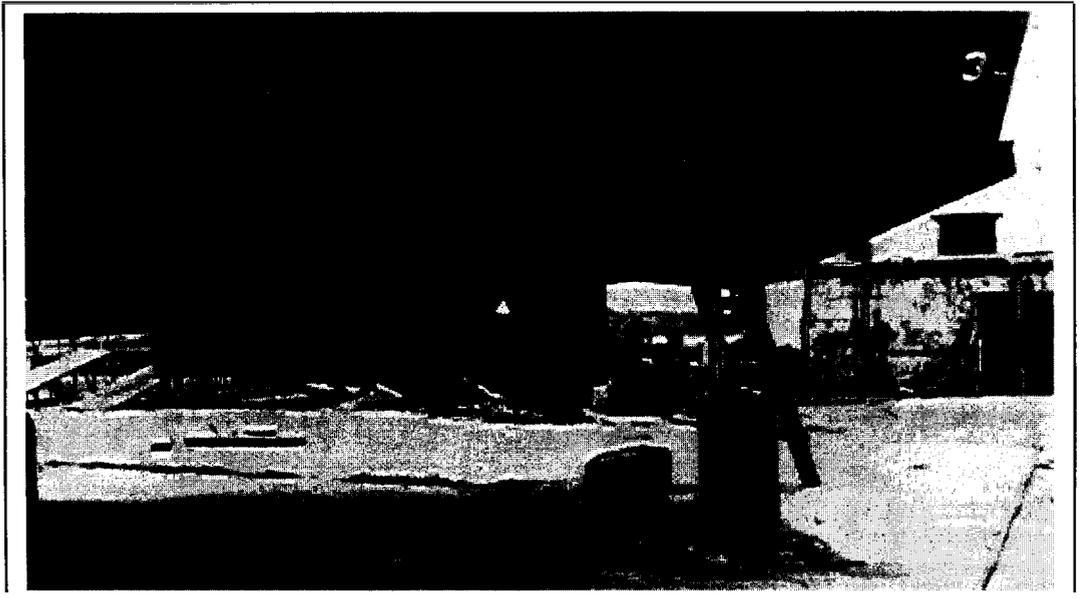
**Figura C-3**

**EJE FUERA DEL CASCO EN PRIMERA LANCHA**



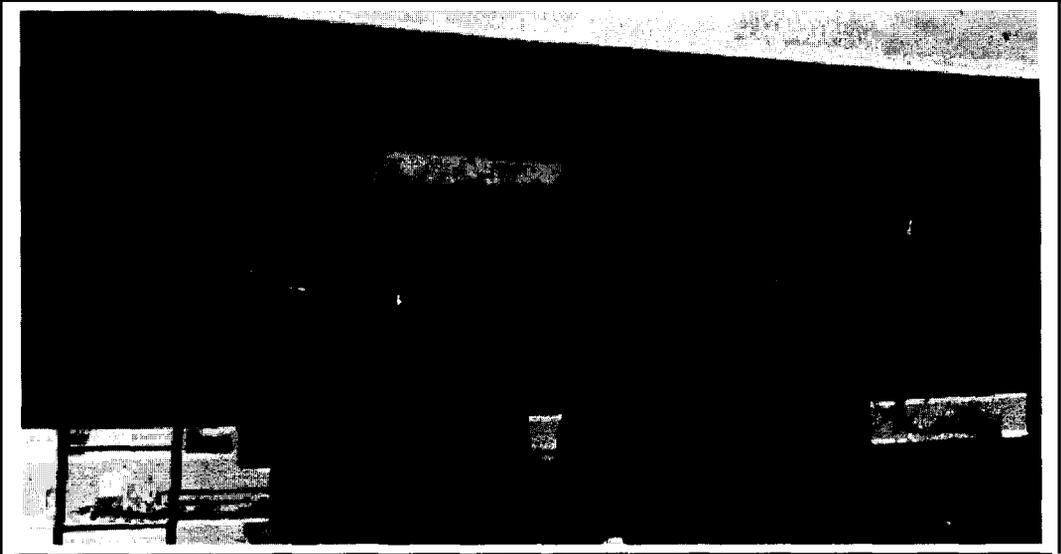
**Figura C-4**

**TUNEL FALSO ADAPTADO EN SEGUNDA LANCHA**



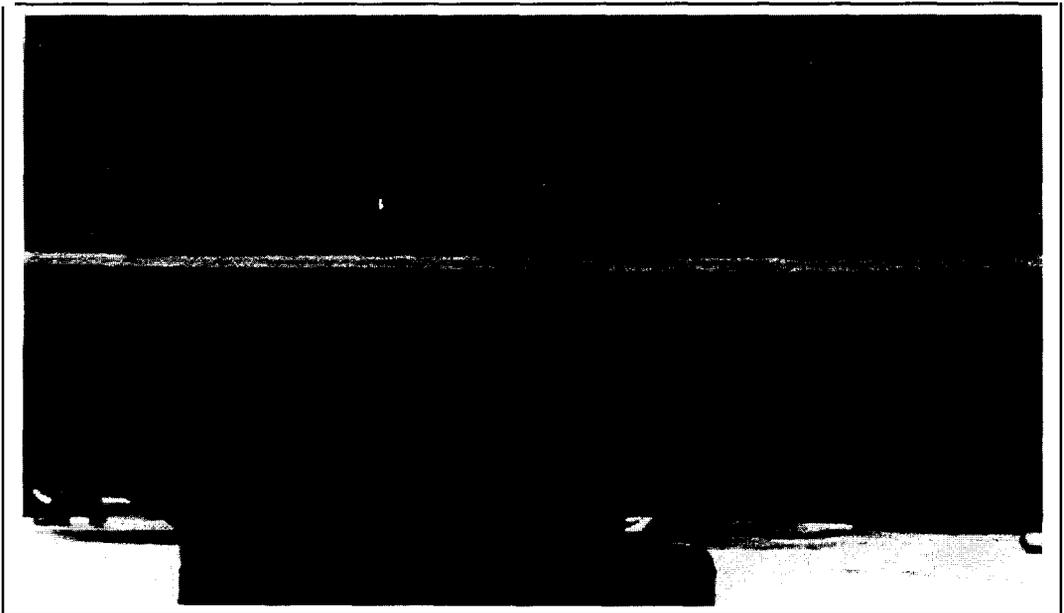
**Figura C-5**

**POSICIÓN DEL KEEL COOLER EN PRIMERA LANCHA**



**Figura C-6**

**POSICIÓN DEL KEEL COOLER EN SEGUNDA LANCHA**



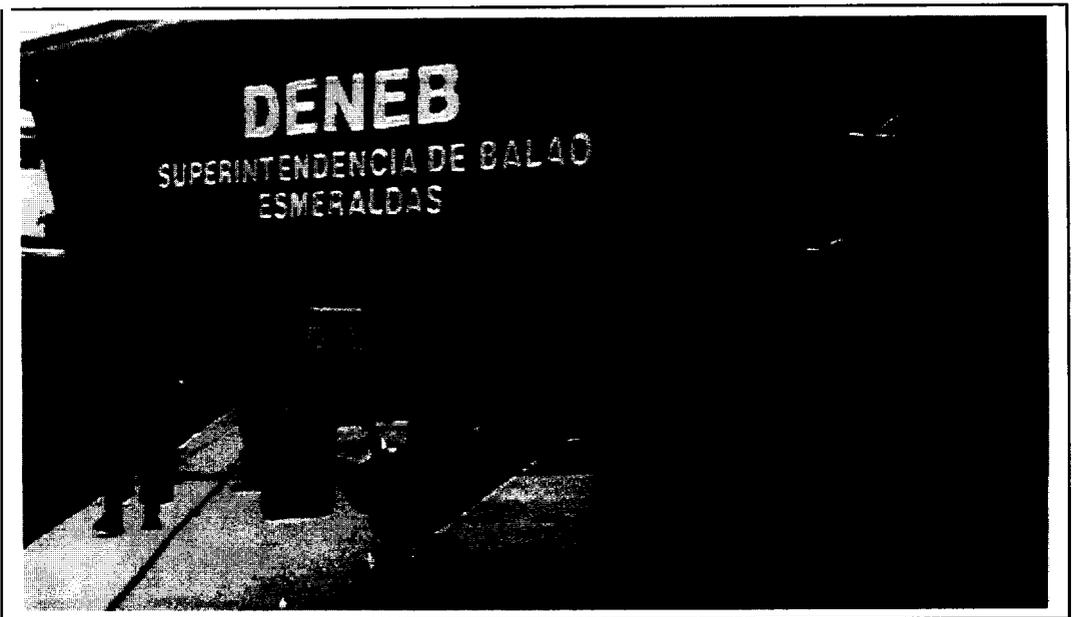
**Figura C-7**

**HELICE DE 30"x 30" UTILIZADA EN PRIMERA LANCHA**



**Figura C-8**

**HELICE DE 30" x 34" PROBADA EN SEGUNDA LANCHA**



**Figura C-9**

**HELICE DE 30.5" x 28" PROBADA EN SEGUNDA LANCHA**



**Figura C-10**

**HELICE DE 30" x 26.5" UTILIZADA EN SEGUNDA Y TERCERA  
LANCHA**



## **BIBLIOGRAFIA**

1. Shufeldt H.H, Piloting and dead reckoning, Naval Institute Press, Annapolis, Maryland, USA, 1975.
2. Clyde T. Luck Jr, Structural plan review guidelines for aluminium small passenger vessel, U.S. Coast Guard, Circular No 11-80, Washington DC, USA, 9 Octubre 1980.
3. Instituto Oceanografico de la Armada, **Cartilla** de navegacion, Instituto Geográfico Militar, Ecuador, 1995.
4. Instituto Oceanografico de la Armada, Bitácora de condiciones de tiempo 1998, No publicado.
5. Astilleros Navales Ecuatorianos, Carpeta No 12 de Proyecto FLOPEC, 1997, No publicado.

6. Autoship Systems Corporation, User's Manual Autopower, Vancouver Canada, 1994, 95-96.
7. Savistky D., Hydrodynamic Design of Planing Hulls, Marine Technology, Vol. 1, 1964.
8. Motorny Anatoly, Proyecto del Sistema Propulsor, ESPOL FIMCM, Guayaquil- Ecuador, 1979, 29-31.
9. Marín Jose R., Alternativa de diseño del sistema Propulsor de la lancha FLOPEC, No publicado, Guayaquil Ecuador, 1997.
10. Vasconcellos, J.M.A., 16 meters Long Powerboats Analysis Report, No publicado, Río de Janeiro, 1997.
11. Astilleros Navales Ecuatorianos, Carpeta No 13 de Proyecto SUINBA 1998, No publicado.
12. Astilleros Navales Ecuatorianos, Carpeta No 14 de Proyecto SUINBA 1998, No publicado.