

6238  
ELT  
C2.



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar



**ESTUDIO PRELIMINAR PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE  
TRANSPORTACIÓN FLUVIAL EN LA SUBCUENCA DEL RIO  
DAULE**

**TESIS DE GRADO**

Previa obtención del Título de

**INGENIERO NAVAL**



D-27361

Presentado por:

Pedro Y. Elizalde Lavayen



Guayaquil – Ecuador

2002

## AGRADECIMIENTO

Al Ph. D. José Marín **López**, por su valiosa colaboración.

A todo el profesorado de la **FIMCM**, por sus invalorable enseñanzas.

A mis compañeros de clase, que me **brindaron** su amistad y su desinteresada colaboración durante toda mi vida estudiantil.

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, corresponden exclusivamente a su autor, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado corresponderá a la “ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Exámenes y **Títulos** Profesionales de la ESPOL)

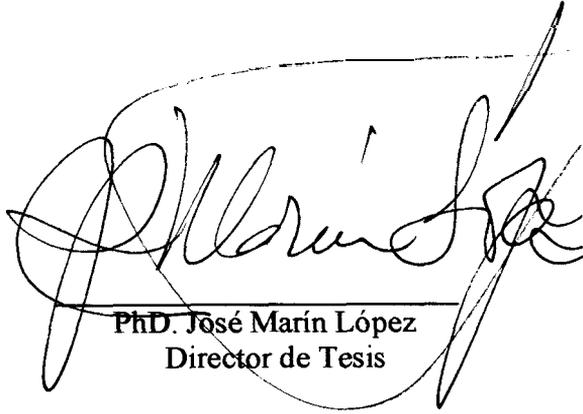
---

Pedro Y. Elizalde **Lavayen**



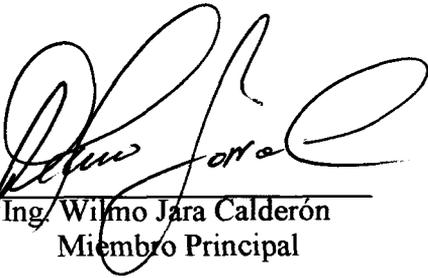
---

Ing. Bolívar Vaca Romo  
Presidente del Tribunal



---

PhD. José Marín López  
Director de Tesis



---

Ing. Wilmo Jara Calderón  
Miembro Principal



---

Ing. Cristóbal Mariscal Díaz  
Miembro Principal

## DEDICATORIA

A mi madre, que en paz descansa, a la cual le debo todo. A mi hija, mi motivo para superarme. A mi esposa, mi apoyo en todo momento.

A mis tíos que siempre me aconsejaron y alentaron a seguir adelante.

## RESUMEN

El presente estudio se divide principalmente en tres secciones que determinan la factibilidad técnica y económica para utilizar el río Daule para la navegación fluvial. En primer lugar, se realizó una investigación bibliográfica en las dependencias públicas con actividades relacionadas a la **Agricultura**, Hidrología, **Geografía y Estadísticas** Poblacionales, de la cuenca del Guayas. Esto permitió determinar que en la margen derecha del **río** Daule desde **Colimes** hasta Daule existen limitaciones en las vías de comunicación terrestre especialmente en **época** invernal, y que el **río** Daule puede ser utilizado como hidrovía durante todo el **año**, debido a la presencia de la presa Daule-Peripa. Se estimó también, a partir de la referencia **(8)**, que en el **año** 2002 la subcuenca del río Daule, **producirá 126.284** Tm de arroz, lo que representaría el 10.45% de la producción nacional de arroz, **habiéndola** seleccionado como **área** a servir con esta alternativa de transportación. Luego de seleccionada la zona y el producto a servir, se dimensionaron dos grupos de embarcaciones que tuvieran la capacidad de transportar el 25% de esa producción, esto es 137 Tm diarias.

Seguidamente se aplicó la espiral de **diseño**, en los niveles conceptual y preliminar, para dimensionar las flotas de embarcaciones que satisfagan los requerimientos de capacidad de carga. Para este tipo de transportación se debe mantener un calado mínimo de las embarcaciones, por lo cual se decidió que las formas de las embarcaciones serían parecidas a las de una barcaza, incluyendo una banda (**“strip”**) para evitar que se moje la carga, y, además el material de construcción **sería** fibra de

vidrio. Las dimensiones de los grupos de barcasas **diseñadas** son: 5 barcasas de 10.73x4.00x0.76 m., y, 9 barcasas de 8.82x3.75x0.62 m., habiéndose seguido las reglas de Bureau **Veritas** para el dimensionamiento estructural. Los dos **diseños** surgen como opciones para viajar todo el recorrido, ó hacerlo en dos subflotas que cubran toda la zona, con mayor numero de embarcaciones. Se diseñaron los sistemas de propulsión para los dos diseños, de acuerdo a las velocidades requeridas, incluyendo túneles para las hélices, dado que los diámetros requeridos son mayores que los calados de trabajo.

Finalmente se realizó un **análisis** económico, que determinó que los fletes mínimos requeridos para estos grupos son de \$0.16 /**milla/Tm** y \$0.25 /**milla/Tm** para lograr una tasa interna de retorno del **20%**, y considerando un tiempo de amortización de 20 **años**.

## INDICE GENERAL

Descripción	Pág
Resumen	VI
Índice general	VIII
Índice de figuras	XII
Índice de tablas	XIV
Abreviaturas y símbolos	X V
Introducción	XVII
<b>1. Características</b> generales de la <b>subcuenca</b> del Río Daule	18
1.1. <b>Situación</b> geográfica	18
1.2. <b>Descripción de</b> la producción agropecuaria	23
1.3. <b>Distribución demográfica</b>	35
1.4. <b>Redes</b> Males disponibles en la zona	37
1.5. <b>Información</b> sobre las condiciones de navegabilidad del río <b>Daule</b>	39
<b>2. Establecimiento</b> del programa de oferta y demanda de transporte	42
2.1. <b>Visita</b> de observación y entrevistas con los pobladores de las <b>riberas</b> del río Daule	42
2.2. <b>Selección</b> del área a beneficiar	48

2.3. Selección de una ruta\_\_\_\_\_ 53

2.4. **Establecimiento** de un programa de demanda\_\_\_\_\_ 55

2.4. **Requerimientos** de la embarcación\_\_\_\_\_ 56

3. **Diseño** conceptual de la embarcación\_\_\_\_\_ 59

3.1. **Relaciones** empíricas entre las dimensiones principales\_\_\_\_\_ 59

3.2. **Dimensionamiento** de la embarcación\_\_\_\_\_ 64

3.3. **Selección** del material\_\_\_\_\_ 67

3.4. **Estimación** de pesos\_\_\_\_\_ 67

4. **Diseño** preliminar de la embarcación\_\_\_\_\_ 72

4.1. **Generación** de las líneas de formas y cálculos hidrostáticos\_\_\_\_\_ 72

4.2. **Distribución** general\_\_\_\_\_ 82

4.3. **Diseño** estructural de la embarcación\_\_\_\_\_ 85

4.4. **Selección** del sistema propulsor\_\_\_\_\_ 91

5. **Análisis** económico\_\_\_\_\_ 100

5.1. **Flujo** de caja\_\_\_\_\_ 100

5.2. **Cálculo** de costos fijos y operacionales\_\_\_\_\_ 102

5.3. **Cálculo** del flete mínimo requerido\_\_\_\_\_ 105

5.4. **Comparación** con el flete terrestre\_\_\_\_\_ 106

Conclusiones	107
Recomendaciones	111
Apéndice A: Manual del usuario de la hoja de <b>cálculo electrónica</b> 114 <b>Conceptual.xls</b>	
Apéndice <b>B:Archivos</b> de datos para programa Genforms	121
Apéndice C: <b>Cálculo</b> estructural	124
Apéndice D: Archivos de datos para programa Disprop	134
Apéndice E: Hoja Técnica de motores	136
Apéndice F: Modelo de costos	141
Apéndice G: Cálculo del flete fluvial	145
Bibliografía	147

## INDICE DE FIGURAS

Fig	Título	Pág
1	Ubicación geográfica de la Cuenca del Río Guayas_____	19
2	<b>Topografía</b> generalizada de la Cuenca del Río Guayas_____	21
3	Mapa generalizado del Uso de la Tierra_____	24
4	Proyección de la superficie y producción mensual de _____ arroz al 2002	29
5	Superficie cosechada de arroz en el <b>año</b> 1993 _____	31
6	Proyección de ganado al año 2002 en <b>la</b> _____ provincia del Guayas	34
7	Niveles promedios del río Daule en el período <b>1990-</b> 1992 _____	39
8	Sección transversal al Río Daule_____	40
9	Ruta seleccionada_____	54
10	Relaciones empíricas entre las dimensiones de barcazas _____ fluviales	60
11	Estimaciones preliminares de pesos_____	68
12	Diagrama de distribución de pesos_____	69
13	Plano de líneas de formas de <b>L/C María</b> Mercedes 1_____	73
14	Plano de líneas de formas de <b>L/C María</b> Mercedes II_____	74
15	curvas <b>hidrostáticas</b> _____	76
16	Distribución general de <b>L/C María</b> Mercedes 1_____	83
17	Distribución General de <b>L/C María</b> Mercedes II_____	84

18	Arreglo estructural en la Sección media, para ambos modelos_____	86
19	Arreglo estructural en la Sección media_____ de L/C Maria Mercedes 1	86
20	Arreglo estructural en la Sección media_____ de L/C Maria Mercedes II	87
21	Curva SHP vs. Velocidad, para ambos modelos_____	93
22	Diagrama de <b>Cavitación</b> posterior_____	97
23	Valores recomendados para el <b>diseño</b> del túnel de la hélice_____	98
24	Diagrama del Flujo de caja_____	101
A1	Pantalla de la hoja de cálculo “ <i>Dimensiones</i> ”_____	115
A2	Pantalla de la hoja de cálculo “ <i>Pesos</i> ”_____	117
A3	Pantalla de la hoja de <b>cálculo</b> “ <i>Ruta</i> ”_____	120

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Título</b>	<b>Pág</b>
1	División política de la Cuenca Baja del Río Guayas _____	22
2	<b>Superficie</b> cosechada de arroz en el período 1990-1998 _____ y proyección al <b>año</b> 2002	28
3	Superficie cosechada de arroz en 1993, en la Cuenca Baja _____ del Río Guayas	30
4	Población de <b>ganado</b> bovino, porcino y caprino _____ proyectado al año 2002	33
5	Población de la Cuenca Baja, proyectada al <b>año</b> 2002 _____	36
6	Niveles promedios de profundidad del Río Daule _____ en el período 1990-1992	39
7	Características de la embarcación utilizada en la _____ visita de observación	44
8	Tiempos registrados por vía terrestre _____	45
9	Tiempo registrado por vía fluvial _____	46
10	Criterios de comparación de las localidades _____ de la Cuenca Baja	50
11	<b>Puntajes</b> de las localidades de la Cuenca Baja _____	52
12	Distancias en la ruta seleccionada _____	53
13	Origen y destino de la producción de arroz, en Tm, _____ en la ruta seleccionada	54

14	Demanda anual y diaria de transporte fluvial_____	55
15	Ingreso de datos y resultados de Conceptualxls_____	66
16	Estimación de pesos por <b>Conceptual.xls</b> _____	69
17	Cálculo de LCG y VCG_____	71
18	Resultados de Cálculos <b>Hidrostáticos</b> _____	75
19	Dimensiones conceptuales y preliminares _____ de ambos modelos	77
20	Esfuerzos últimos y teóricos de ambos modelos_____	88
21	Cálculo de pesos_____	90
22	Resultados de los cálculos de resistencia al avance _____ para ambos modelos	92
23	Datos iniciales de los propulsores seleccionados_____	94
24	Valores de operación de propulsores seleccionados _____	96
25	Porcentaje de <b>cavitación</b> posterior_____	97
26	Dimensiones del túnel para la hélice _____	99
27	Costo de embarcaciones_____	102
28	Precios unitarios de costos operacionales y de capital_____	104
29	Costos de capital y operaciones_____	104
c2	<b>Cálculo</b> de propiedades mecánicas de una lámina _____ multicapa	126

## ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

P	Cargas de diseño
$\rho$	Densidad
$\Delta$	Desplazamiento en Toneladas métricas
$\sigma$	Esfuerzo
$\sigma_{br}$	Esfuerzo crítico
$A_e$	Área desarrollada de las palas de la hélice
$A_M$	Área de la sección media
AW	Área del plano de agua
L	Eslora total
B	Manga máxima
T	Calado
D	Puntal
BHP	Potencia al freno
SHP	Potencia al eje
BML	Distancia entre el metacentro y el centro de <b>boyantez</b> longitudinal
BMT	Distancia entre el metacentro y el centro de <b>boyantez</b> transversal
$C_b$	Coefficiente bloque
$C_{PL}$	Coefficiente prismático longitudinal
$C_{PV}$	Coefficiente prismático transversal
$C_{WL}$	Coefficiente del plano de agua

$C_{SM}$  Coeficiente de la sección media

VCG Posición vertical del Centro de gravedad

LCG Posición longitudinal del Centro de gravedad

$C_{IT}$  Coeficiente de Inercia del plano de agua

GM Altura metacéntrica

$KM_L$  Altura del metacentro longitudinal

$KM_T$  Altura del metacentro transversal

VEL Velocidad

LAD Eslora en Línea de agua de diseño

LCB Posición longitudinal del Centro de **boyantez**

## INTRODUCCIÓN

Durante la temporada de invierno es frecuente observar en los medios de comunicación, que tramos de carreteras y puentes de la región Costa son destruídos, debido al desbordamiento de los ríos. Esto trae como consecuencia que extensas **áreas** queden aisladas y sus pobladores no puedan transportar su producción agrícola a las localidades de almacenamiento ó comercialización, causandoles pérdidas **económicas**.

En esta tesis se desarrollara el estudio preliminar para determinar la factibilidad técnica y económica, para utilizar los ríos de la cuenca del Guayas como hidrovías de comunicación entre las zonas de producción agrícola y los cantones que incluyen facilidades para almacenar y procesar dichos productos. Esto incluye primero la selección de la zona a servir, y una estimación de la cantidad de productos agrícolas a transportar. Se deberá **diseñar** preliminarmente la **embarcación** que satisfaga los requerimientos y finalmente es necesario determinar el costo por transportar la carga para poder compararla con las alternativas actualmente disponibles.

# CAPÍTULO 1

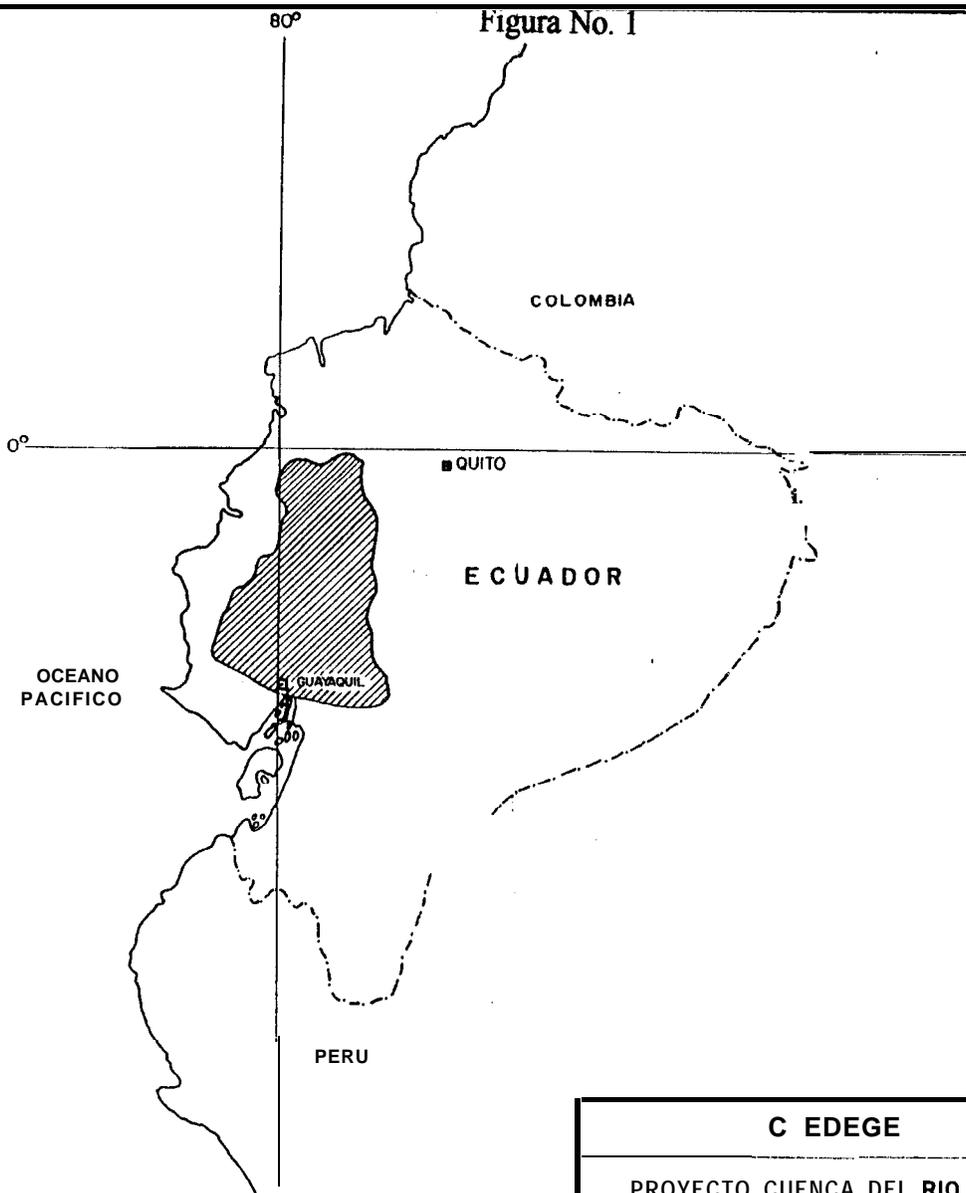
## CARACTERÍSTICAS GENE-S DE LA CUENCA BAJA DEL GUAYAS

En este capítulo se describen las **características** generales de la Cuenca Baja del Río Guayas, para posteriormente establecer los programas de oferta y demanda del sistema de transporte fluvial.

### 1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.

En la figura No. 1, tomada de la referencia (4), se muestra la ubicación de la Cuenca del **Río** Guayas dentro del Ecuador. Está limitada **al** este por la cordillera de los Andes, al norte por una división baja que la separa de la cuenca del **río** Toachi, al oeste por **una** pequeña cadena de **montañas** y al sur por una línea aproximada a lo largo del curso del **río** Naranjal. Se inscribe en las coordenadas  $0^{\circ} 15' 2''$  latitud sur, y  $78^{\circ} 40' 30''$  longitud oeste. Tiene alrededor de 260 **Km** medidos de norte a sur, y alrededor de 130 **Km** de este a oeste, con una extensión total de aproximadamente 34.000 **Km<sup>2</sup>**.

Figura No. 1



UBICACION DE LA CUENCA  
BASIN LOCATION



<b>C EDEGE</b>		
PROYECTO CUENCA DEL RIO GUAYAS		
UBICACION DE LA CUENCA Y ZONAS DE ESTUDIO		
BASIN LOCATION AND STUDY ZONES		
<b>GUAYASCONSULT</b>		
<small>Guayaquil</small>		<small>Ecuador</small>
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	Aprobado <i>[Signature]</i>
Fecha <b>JUN / 69</b>	Escala <b>COMO INDICADA</b>	Plano <b>FIG. 3</b>

Respecto de la información **topográfica**, la figura No. 2, tomada de la referencia (4), muestra que la zona meridional de la cuenca consiste de una planicie aluvial, en general bastante **plana**, y pobremente drenada en muchas **áreas**, cortada por antiguos lechos de ríos, la cual constituye la cuenca baja; la planicie se eleva gradualmente hacia el norte. La región septentrional de la cuenca va de ondulada a **montañosa**; esta **área** que debió haber sido plana antiguamente, aparece tan **disectada** por la erosión, que actualmente existe muy poca tierra plana, excepto una franja entre Santo Domingo de los Colorados y Quevedo. La **topografía** es progresivamente mas accidentada al aproximarse a las **montañas** que corren a lo largo de la cuenca.

De la referencia (2), se conoce que la Cuenca Baja la constituyen territorios de las provincias de Los Ríos, Guayas y **Cañar**, los cantones que forman parte de ella se detallan en la tabla 1. Dado que los límites naturales no coinciden con los políticos, la tabla No. 1 describe aproximadamente las parroquias y cantones por provincia que constituyen la Cuenca Baja del Río Guayas.



Tabla No. 1  
División política de la Cuenca Baja del Río Guayas

CANTON	PARROQUIA	CANTON	PARROQUIA
<b>GUAYAS</b>	ELOY ALFARO	EL TRIUNFO	EL TRIUNFO
ELOY ALFARO			
GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	YAGUACHI	MARCELINO MARIDUEÑA
	PASCUALES		PEDRO J. MONTERO
DAULE	DAULE		YAGUACHI VIEJO
	JUAN B. AGUIRRE		YAGUACHI NUEVO
	LAS LAJAS		LORENZO DE GARAICOA
PALESTINA	PALESTINA		SIMON BOLIVAR
STA. LUCIA	STA. LUCIA		ALFREDO BAQUERIZO MORENO
		<b>CANAR</b>	MANUEL J. CALLE PANCHO NEGRO
MILAGRO	MILAGRO	<b>LOS RIOS</b>	
	CHABO	BABAHOYO	FEBRES CORDERO BABAHOYO
	ROBERTO ASTUDILLO		PIMOCHA
	MARISCAL SUCRE		CARACOL
GENERAL ELIZALDE	GENERAL ELIZALDE		BARREIRO
NARANJAL	SAN CARLOS	MONTALVO	MONTALVO
	JESÚS MARIA	BABA	BABA
	SANTA ROSA DE FLANDES		GUARE
	TAURA		ISLA DE BEJUCAL
NARANJITO	NARANJITO	PUEBLO VIEJO	PUEBLO VIEJO
SAMBORONDON	SAMBORONDON		SAN JUAN
	TARIFA	URDANETA	CATARAMA
URBINA JADO	GENERAL VERNAZA		RICAUARTE
	SALITRE	VINCES	ANTONIO SOTOMAYOR
	VICTORIA		VINCES

## 1.2.DESCRIPCIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

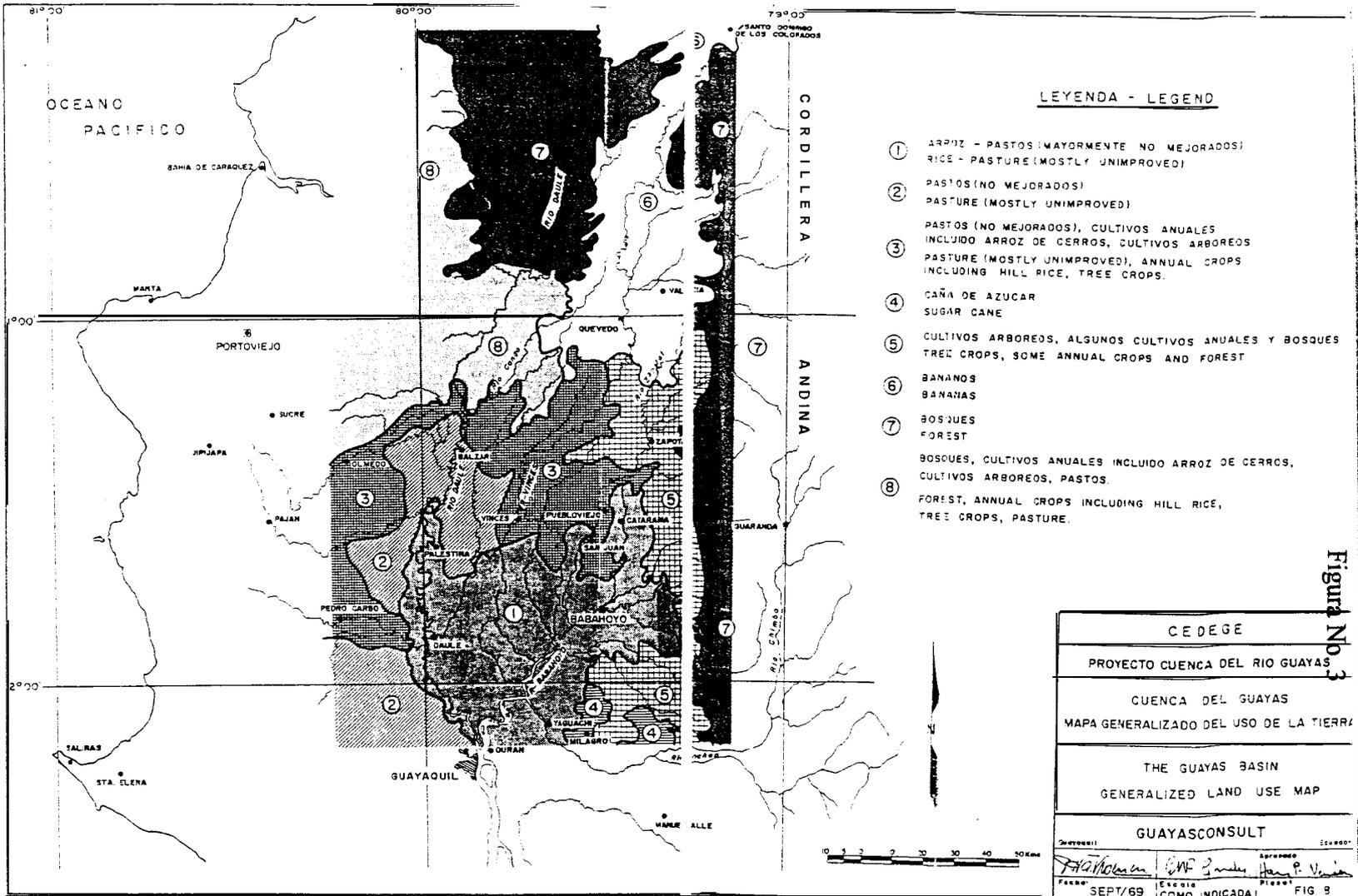
Respecto del uso del suelo en la Cuenca del **Río** Guayas, véase la figura No. 3 tomada de la referencia (4), se reconocen ocho **categorías** generales que son:

**Categoría 1: Ésta** es una zona de cultivo de arroz y pasto, que cubre la mayor parte de las áreas regables; el pasto es generalmente silvestre. A lo largo de las orillas de los ríos actuales, o de cauces antiguos, se encuentran **áreas** limitadas con sembrlos de cacao, y **pequeñas** áreas de banano.

**Categoría 2: Ésta** cubre tres **áreas** con pasto silvestre, que se encuentran: entre Pedro Carbo y Guayaquil, área occidental en su mayor parte cubierta por matorrales; la segunda al oeste del Valle del Daule, en la zona de topografía ondulada a **montañosa**; y, la tercera en el triangulo entre Palestina, **Vinces** y Balzar, un amplia área no habitada con suelos de baja capacidad de retención de **agua**.

**Categoría 3: Ésta área** contiene una mezcla de pastos, cultivos anuales (incluyendo arroz de colinas) y cultivos perennes. Existen dos **áreas** principales que son:

Al oeste de Daule, las **faldas** y la parte oriental de la cordillera de la costa, y la zona de transición al norte de la planicie aluvial. Esta área contiene cultivos anuales, incluyendo algodón y ajonjolí; melones y sandías se cultivan en **pequeña**



**LEYENDA - LEGEND**

- ① ARPIZ - PASTOS (MAYORMENTE NO MEJORADOS)  
RICE - PASTURE (MOSTLY UNIMPROVED)
- ② PASTOS (NO MEJORADOS)  
PASTURE (MOSTLY UNIMPROVED)
- ③ PASTOS (NO MEJORADOS), CULTIVOS ANUALES  
INCLUIDO ARROZ DE CERROS, CULTIVOS ARBOREOS  
PASTURE (MOSTLY UNIMPROVED), ANNUAL CROPS  
INCLUDING HILL RICE, TREE CROPS.
- ④ CAÑA DE AZÚCAR  
SUGAR CANE
- ⑤ CULTIVOS ARBOREOS, ALGUNOS CULTIVOS ANUALES Y BOSQUES  
TREE CROPS, SOME ANNUAL CROPS AND FOREST
- ⑥ BANANOS  
BANANAS
- ⑦ BOSQUES  
FOREST  
BOSQUES, CULTIVOS ANUALES INCLUIDO ARROZ DE CERROS,  
CULTIVOS ARBOREOS, PASTOS.
- ⑧ FOREST, ANNUAL CROPS INCLUDING HILL RICE,  
TREE CROPS, PASTURE.

CEDEGE	
PROYECTO CUENCA DEL RIO GUAYAS	
CUENCA DEL GUAYAS MAPA GENERALIZADO DEL USO DE LA TIERRA	
THE GUAYAS BASIN GENERALIZED LAND USE MAP	
GUAYASCONSULT	
Diseñado:	Ejecutado:
Firma: <i>[Signature]</i>	Firma: <i>[Signature]</i>
Fecha: SEPT/69	Escala: COMO INDICADA
FIG 8	

Figura No 3

escala. Hacia el norte, hay una proporción mayor de cultivos perennes, especialmente café.

Al este del **Daule**, existen considerables **áreas** con cacao, especialmente cerca de **Vinces**. La parte septentrional de esta sección contiene extensas **franjas** de pasto no mejorado, con lotes aislados de cultivos anuales y bosques.

La categoría 3 cubre diferentes series de suelos en su mayor parte de baja potencialidad. La calidad del suelo mejora hacia el oeste.

**Categoría 4: Ésta** es un área de cultivo de **caña** de azúcar en las vecindades de Milagro. En los alrededores del pueblo, el cultivo de **caña** es continuo; hacia el este existen algunos cultivos perennes.

**Categoría 5: Ésta** es un **área** sembrada principalmente con cultivos perennes, localizada en la zona ligeramente ondulada entre la llanura aluvial y las estribaciones andinas. Las plantaciones de cacao predominan en la parte sur, y hacia el norte las de café. Algunos terrenos de la base de las estribaciones andinas se encuentran sembradas con cítricos. En la franja oriental de la cordillera existen lotes aislados con cultivos anuales y pastos, y **pequeñas** áreas boscosas.

Categoría 6: **Ésta** cubre la **región** bananera casi homogénea de Quevedo – Santo Domingo. Hacia el sur se encuentra algo de cacao y también áreas cultivadas con pastos y otros cultivos de menor importancia (por ejemplo, **piña**).

**Categoría 7:** **Ésta** cubre las áreas de bosques, los que tienen lugar en dos secciones separadas que son:

El área oriental de bosques en las estribaciones andinas que bordea la cuenca del **río** Guayas; estos bosques que en su mayor parte son de calidad no comercial han sido talados en algunos sectores con el **propósito** de hacer un tipo de agricultura de subsistencia.

En el área occidental de bosques que cubre las tierras onduladas ubicadas entre la franja de banano, el río Daule y la región accidentada al oeste del Daule, solamente el 85% del área esta actualmente cubierta con bosques, el resto esta sembrada con cultivos anuales y perennes.

**Categoría 8:** **Ésta** es esencialmente la continuación del área de bosques pero los colonos han construido mayor cantidad de caminos de penetración. La tendencia de la colonización ha sido el seguir los caminos principales. El patrón del uso de la tierra indica algunos lotes con bosques, pastos y cultivos anuales.

Los cantones descritos en el ítem 1.1, corresponden a las categorías de uso de suelo 1, 2 y 3, en ellos se encuentran principalmente cultivos de arroz y pasto para ganado, por tanto a continuación se brinda información de éstos.

### ***Cultivos de arroz***

De la referencia (8) se conoce que la producción de arroz a nivel nacional se encuentra concentrada en un 95% en las provincias de Guayas y Los Ríos. De igual fuente se toman los datos de superficie cosechada y producción de arroz mensual a nivel nacional, y a partir de éstos se desarrolló una proyección al 2002. Para este pronóstico, se utilizó regresión lineal:

$$a+bx \quad [1]$$

donde las constantes a y b se calculan con las siguientes fórmulas, obtenidas de la referencia (22).

$$a = \bar{Y} - b \bar{X} \quad [2]$$

$$b = \frac{n \sum x_n y_n - (\sum x_n)(\sum y_n)}{n \sum x_n^2 - (\sum x_n)^2} \quad [3]$$

donde:

$\bar{X}$ : Promedio de los valores de los **años**: 1990 al 1998.

$\bar{Y}$ : Promedio de los valores de superficie o producción mensual para los **años** 1990 al 1998.

$x_n$ : Valores de los **años**.

$y_n$ : Valores de la superficie (en hectáreas) o producción mensual (en Tm).

Los resultados se muestran en la tabla No.2 y figura **No.4**.

Tabla No. 2

**Superficie cosechada de arroz mensualmente a nivel nacional y proyección al año 2002, en hectáreas**

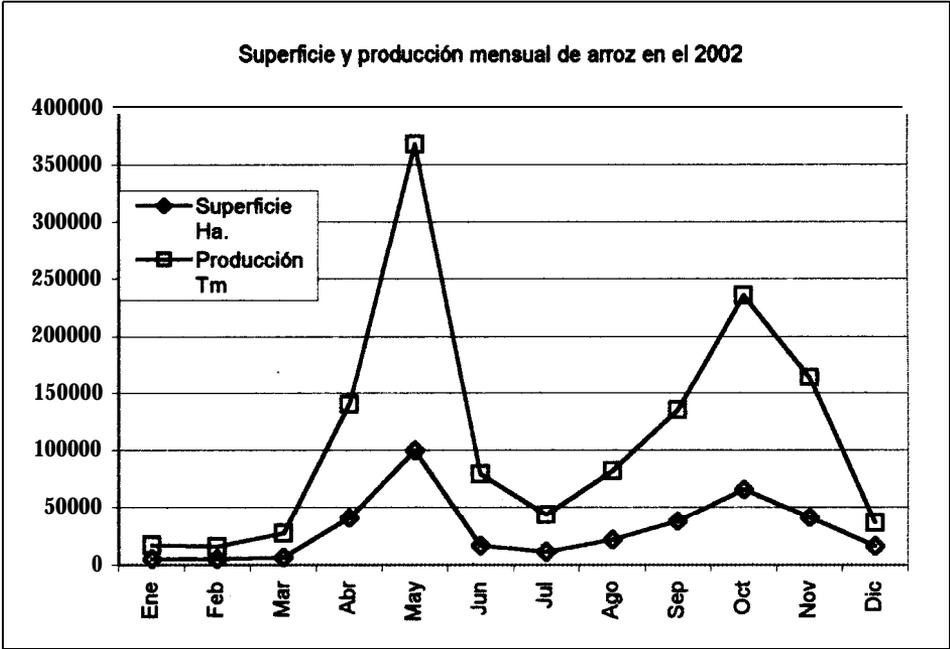
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1990	631	904	2778	33801	1E+05	25374	5145	7872	12557	16540	16400	31431	268514
1991	1850	1029	2025	33167	1E+05	20043	10586	8700	17593	19892	24034	25435	283247
1992	1797	1032	2682	27112	1E+05	26552	8246	2942	9814	21359	30705	58227	309675
1993	2403	2222	3702	44831	1E+05	21913	7801	9225	18930	32410	34051	42105	356328
1994	1243	745	5769	32827	2E+05	24622	8889	15449	20533	28645	33999	41761	380609
1995	3472	1372	2356	58682	2E+05	22969	14353	19077	20063	29457	34563	34467	395710
1996	2358	1058	4062	45485	2E+05	23795	11621	17263	20298	29051	34281	38114	387889
1997	2915	1215	3209	45485	2E+05	22605	11040	22500	34439	9331	7448	7535	320200
1998	3720	6673	6795	17817	14694	13763	5225	5700	27550	87400	49400	23750	262487
<b>2002</b>	<b>4631</b>	<b>4850</b>	<b>6513</b>	<b>40838</b>	<b>99837</b>	<b>16642</b>	<b>11210</b>	<b>21575</b>	<b>37879</b>	<b>65679</b>	<b>41419</b>	<b>16009</b>	<b>367081</b>

Continuación Tabla No. 2

**Producción mensual de arroz a nivel nacional y proyección al año 2002, en Tm**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1990	1825	2704	4944	65883	259829	59428	14312	17245	34280	70888	38274	139622	708832
1991	4875	4197	8988	88713	333625	54708	28848	20928	52436	47288	74624	129478	846368
1992	7092	4091	6736	79730	350350	88128	27899	10736	41615	82738	112205	218236	1029557
1993	10288	12710	12748	139224	443888	82725	27951	32762	70881	117208	128013	160563	1239783
1994	8038	3598	23908	108455	585295	97900	35777	59821	78283	108345	136951	167103	1420488
1995	12018	4228	9208	180803	462052	81748	50129	67109	69444	109855	122929	120998	1290518
1996	9028	3912	16558	145129	528673	89623	42853	63485	73864	108100	129840	144050	1395483
1997	10601	4287	12428	130818	452673	78798	36725	74447	112787	31248	25408	25831	993828
1998	12108	20961	23544	48323	43561	49358	18347	19908	95240	308958	177888	85273	903483
<b>2002</b>	<b>16727</b>	<b>15327</b>	<b>27341</b>	<b>140143</b>	<b>387885</b>	<b>79409</b>	<b>43712</b>	<b>82182</b>	<b>134935</b>	<b>235610</b>	<b>163936</b>	<b>36748</b>	<b>1343956</b>

Figura No. 4



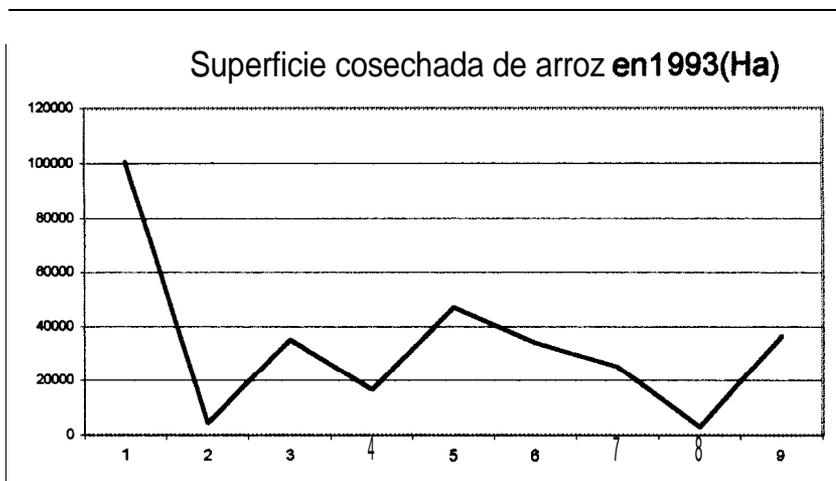
El cultivo de arroz se lo realiza semestralmente, esto se muestra en la figura No 4 en la que se observa que en los meses de enero a marzo y junio a agosto existe una baja en cosecha, mientras que en los meses de marzo a junio y agosto a diciembre existen picos de cosecha.

En la referencia (9) se presentan las superficies cosechadas en el año 1993, divididas en subzonas, las cuales se muestran en la tabla 3 y figura No.5.

Tabla No. 3

<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>Superficie cosechada 1993 en Ha.</b>
<b>Colimes, Daule, Guayaquil, Samborondón, Valles del Daule y del Babahoyo</b>	<b>100600</b>
<b>Zona entre Balzar y Santa Lucía. Margen izquierda del río Daule</b>	<b>4350</b>
<b>Daule, Salitre: entre los ríos Vinces y Daule</b>	<b>35300</b>
<b>Bucay, Simón Bolívar, Milagro</b>	<b>16613</b>
<b>El Triunfo, Yaguachi, Samborondón</b>	<b>47200</b>
Valencia, Quevedo, Juan Montalvo,	34012
Puerto Pechiche, Catarama, Baba	25125
<b>Vinces, Pueblo Viejo</b>	<b>2963</b>
Babahoyo, <b>Pimocha</b> , Valles de los ríos Las Juntas y Babahoyo	35575
<b>TOTAL</b>	<b>302738</b>

Figura No. 5



- 1 **Colimes, Daule, Guayaquil, Samborondón, Valles del Daule y del Babahoyo**
- 2 **Zona entre Bah y Santa Lucía, margen izquierda del río Daule**
- 3 **Daule, Salitre: entre los ríos Vices y Daule**
- 4 **Bucay, Simón Bolívar, Milagro**
- 5 **El Triunfo, Yaguachi, Samborondón**
- 6 **Valencia, Quevedo, Juan Montalvo,**
- 7 **Puerto Pechiche, Catarama, Baba**
- 8 **Vinces, Pueblo Viejo**
- 9 **Babahoyo, Pimocha, Valles de los ríos Las Juntas y Babahoyo**

De la tabla No. 3 y figura No. 5, se determina que la sub – zona 1 concentra el 3 1.35% de la producción nacional.

## Producción Pecuaria

A partir de las poblaciones bovina, porcina y caprina de los **años** 1954, 1974 y 1987, tomadas de la referencia (1), se pronosticó la población para el 2002, para lo cual se utilizó nuevamente la ecuación (1); para este caso:

$\bar{X}$  : Promedio de la población pecuaria en los años: **1954, 1974, 1987.**

$\bar{Y}$  : Promedio de los valores de la población pecuaria para los años: 1954, **1974, 1987.**

$x_n$ : Valores de los **años**

$y_n$ : Valores de la población

Los resultados se muestran en la tabla No. 4 y graficados en la figura No. 6.

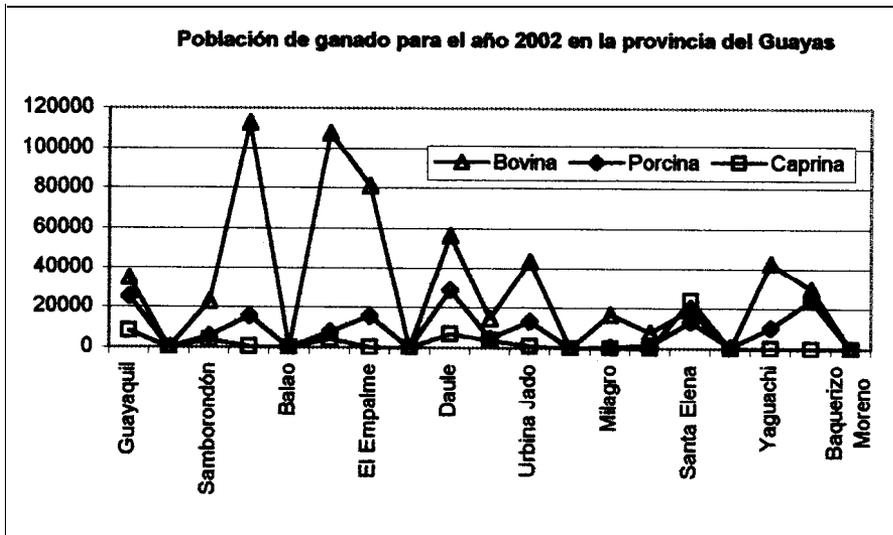
De la tabla No. 4 y figura **No.6**, se determina que la población mas representativa es la de ganado bovino, la que se concentra en un 19 y 18% en Naranjal y Balzar, respectivamente; a pesar de que esta última no forma parte de la cuenca baja se la considerará por cuanto además posee acceso al río Daule.



Continuación de tabla No. 4

Cantones	Caprina			
	1.954	1.974	1.987	2.002
Guayaquil	6.400	13.189	5.412	8.372
Durán	-			
Samborondón		843	2.992	3.812
Naranjal		101	308	408
Balao	-	-	-	-
Balzar	200	1.251	3.168	4.172
El Empalme	-	169	88	181
Colimes	-	-	-	-
Daule	1.700	4.633	4.972	6.898
Pedro Carbo	-	-	3.168	3.722
Urbina Jado	-	406	660	963
Santa Lucía	-	-	-	-
Milagro	200	68	44	-44
Naranjito	-	34	88	119
Santa Elena	13.900	12.378	23.012	23.904
Salinas	-	271	-	125
Yaguachi	200	676	44	236
El Triunfo	-	-	44	52
Baquerizo Moreno	-	-	-	-

Figura No.6



### 1.3.DISTRIBUCIÓNDEMOGRÁFICA.

Respecto de la información demográfica, se conoce de la referencia (7) la población urbana y rural por cantones de las provincias del Guayas y Los Ríos del **año** 1990, y, de la referencia (1) la tasa de crecimiento anual de la población por cantones (1950 – 1995). Conociendo los cantones que forman parte de la cuenca baja, su población en el **año** 1990 se la proyectó al **año** 2002, con ayuda de la tasa de crecimiento. Se utilizó la siguiente fórmula de extrapolación tomada de la referencia (13):

$$P_F = P_P * (1 + T)^{(F-P)}$$

donde:

$P_x$  = Población en el **año** X

T = Tasa de crecimiento de la población humana en el periodo 1962 - 1974

F = **Año futuro** = 2002

P = Año presente = 1990 ó 1989

Los resultados se muestran en la tabla No. 5.

Tabla No. 5

CANTON	1990			1962-1974 TASA ANUAL DE CRECIMIENTO	2002			SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )	2002 HAB/Km <sup>2</sup>
	RURAL	URBANA	TOTAL		RURAL	URBANA	TOTAL		
ALFARO	2837	82356	85193	3,7	4387	127367	131754	250,0	527,0
GUAYAQUIL	34618	1535393	1570011	3,7	53536	2374458	2427995	5384,0	451,0
DAULE	39944	25590	65534	1,5	47758	30598	78354	284,0	275,8
PALESTINA	5863	5308	11181	1,5	7034	6348	13380	151,0	88,8
STA. LUCIA	20812	6530	27342	1,5	24883	7807	32691	508,0	64,4
MILAGRO	22760	93637	116397	3,4	33995	139880	173855	530,0	328,0
GENERAL ELIZALDE	1890	5078	6968	3,4	2823	7585	10408		
NARANJAL	23488	15888	39376	2,7	32308	22025	54334	1947,0	27,8
NARANJITO	8487	17121	25608	2	10784	21714	32477	170,0	191,0
SAMBORONDON	16494	17471	33965	1,9	20874	21898	42572	442,0	96,3
URBINA JADO	36808	7208	43812	1	41248	8120	49368	391,0	126,3
CAÑAR		24117	24117	3,6	0	36887	36887	NI	
YAGUACHI	23078	16245	39323	0,7	25083	17683	42758	986,0	43,4
EL TRIUNFO	7240	17311	24551	3,3	10888	25558	36247	2472,0	14,7
MARCELINO MARIDUEÑA	4028	7052	11078	0,7	4378	7668	12045	NI	
BABAHOYO	48740	58731	105471	3,7	75378	87734	163108	NI	
MONTALVO	11568	7455	19023	3,7	17890	11528	29418	NI	
BABA	28408		28408	1,7	35999	0	35999	NI	
PUEBLO VIEJO	22662		22662	1,7	27743	0	27743	NI	
URDANETA	18719	8740	23459	1,8	20710	8348	29058	NI	
VINCES	36722	17512	54234	2,1	47123	22472	69595	NI	
TOTALES =					544411	2985816	3530027		

NI : No se posee información

De la tabla No. 5, se determina que Guayaquil concentra el 68.6% de la población, lo que la convierte en el más importante centro de consumo de los productos agrícolas de la Cuenca Baja.

#### 1.4. REDES VIALES DISPONIBLES EN LA ZONA.

La Cuenca Baja dispone de un buen sistema de carreteras de primer orden, las cuales convergen todas a Guayaquil, y son:

- o Guayaquil – Santo Domingo, **vía** Empalme.
- o Guayaquil – Quevedo, vía Babahoyo.
- o Guayaquil – **Bucay**, vía Naranjito.
- o Guayaquil – **Bucay**, **vía** El Truinfo.
- o Guayaquil -Naranjal.

Complementando la red, están los caminos secundarios no pavimentados, inapropiados para el transporte en la estación lluviosa. La red de carreteras se muestra en la figura No. 7.

Respecto de la información hidrográfica, se conoce que el río Guayas forma un estuario que es influenciado por la marea, formado al norte de Guayaquil por la confluencia de los ríos Babahoyo y Daule, (3).

El río Babahoyo tiene tres tributarios principales denominados en su curso inferior ríos: Vinces, **Catarama** – Zapotal, y Yaguachi, los cuales tienen sus cuencas al norte, este y sureste de la cuenca del Guayas, respectivamente. El Vinces se origina cerca de Santo Domingo. Numerosos tributarios descienden

desde los Andes para unírsele por la margen izquierda; no existen tributarios importantes en la margen derecha del mismo. Igual sucede con el río **Catarama** – Zapotal, que se une a un tributario importante, el río San Pablo, en Babahoyo. El tributario del Babahoyo que se encuentra **más** al sur, es el Yaguachi que esta formado por la confluencia de los ríos Chimbo y Chanchán y se une al río Milagro en el cantón Milagro.

El río Daule, que drena la cuenca occidental, tiene tres tributarios importantes que desembocan en su margen izquierda: el Peripa, el Congo y el Pula (un ramal del río Vinces). Numerosos tributarios de menor magnitud se unen al Daule en su margen derecha; los tres mas importantes son: **Puca, Colimes** y Pedro Carbo.

A lo largo del curso inferior de los ríos Vinces, Daule y Babahoyo, el terreno es muy plano y estos están interconectados por muchos canales (esteros). La mayor parte de la planicie aluvial se inunda por desbordamiento de los ríos, o por exceso de precipitación en la estación lluviosa.

## 1.5. INFORMACIÓN SOBRE LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD DEL RÍO DAULE

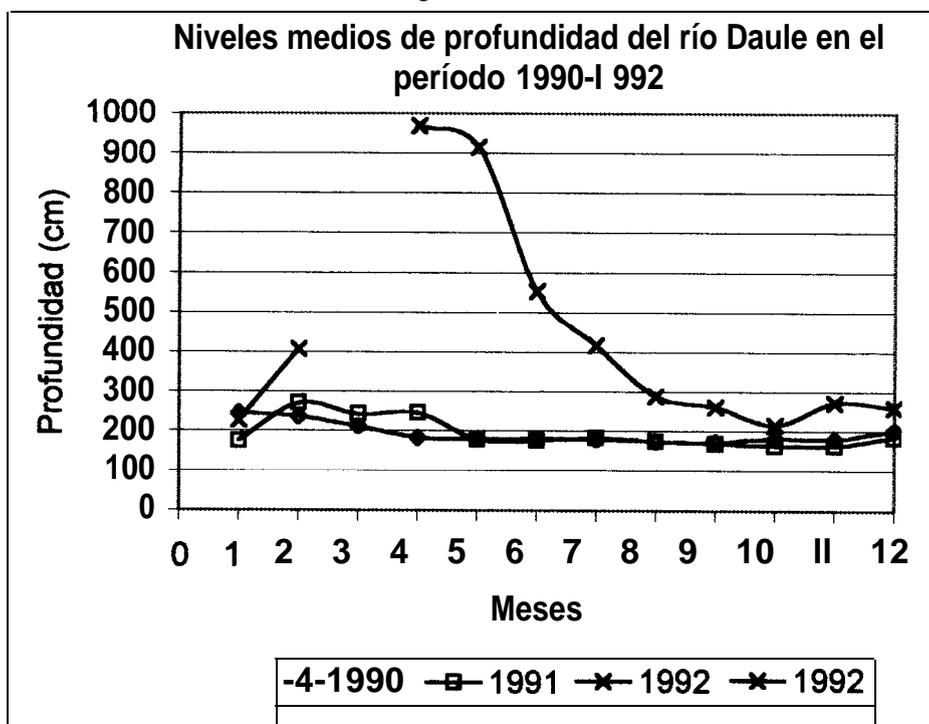
De la referencia (18), se conocen los niveles medios diarios del río Daule, en el periodo 1990-1992, en la **estación** río Daule frente a **Balzar**, los cuales se presentan en la tabla No. 6 y figura No. 7:

Tabla No. 6

Niveles medios de profundidad del río Daule en el período 1990 –1992

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	246	237	212	184	180	182	180	175	173	182	181	203
1991	176	271	243	246	179	177	183	175	169	165	164	186
1990	227	407		970	917	554	417	289	262	216	272	260

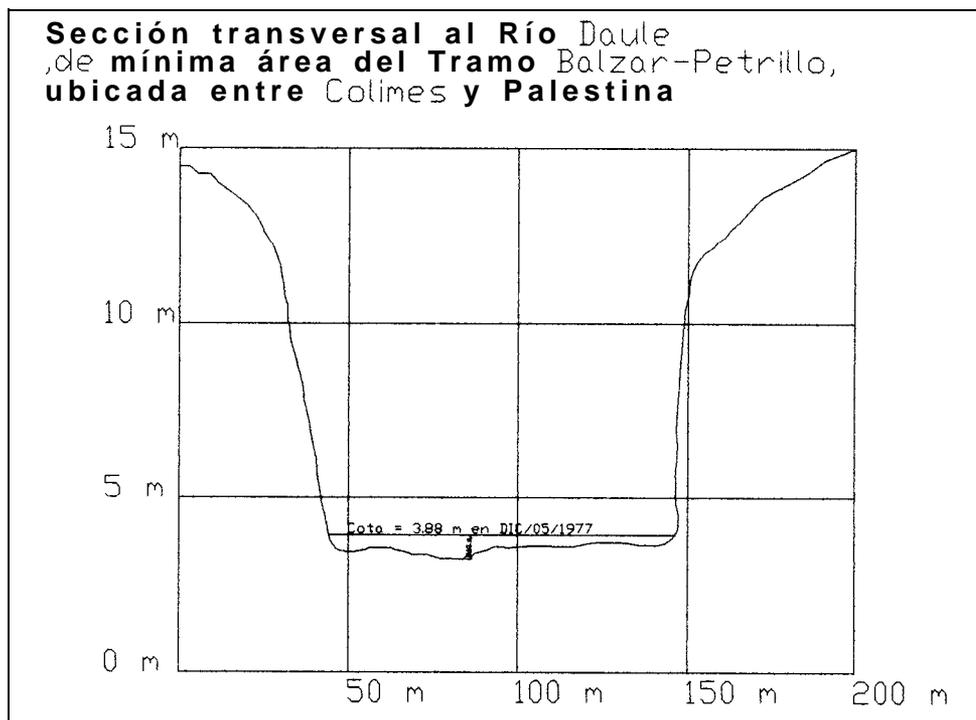
Figura No. 7



Se nota que los niveles de los **años** 1990 y 1991 coinciden muy cercanamente, mientras que los de 1992 difieren notablemente de los primeros, probablemente debido a la presencia de **un** invierno inusualmente **fuerte**. El valor **más** bajo registrado entre los **años** 90 y 91, esto es, 164 centímetros, de manera que se puede tomar con amplio margen de seguridad un valor de 82 **centímetros** como límite para el calado de diseño.

De la referencia No. 25 que data del **año** 1977, antes de la **construcción** de la presa Daule - Peripa, se conocen las secciones transversales al Río Daule en el tramo Balzar-Petrillo. En la figura No. 8, se muestra la sección de mínima **área** de este tramo, la cual ocurre entre Palestina y **Colimes**.

**Figura No. 8**



Finalmente y como resumen de la investigación bibliográfica desarrollada, se puede establecer que la cuenca baja del Guayas consiste de una superficie plana y propensa a inundaciones, que produce principalmente arroz y ganado bovino. Esta región en general cuenta con buenas redes de transporte terrestre desde las zonas productoras a las localidades de comercialización entre las cuales destaca Guayaquil, que en sí misma es un excelente mercado de consumo. Sin embargo existen ciertas áreas servidas únicamente por vías de segundo orden, esto es, no pavimentadas e intransitables durante el invierno, para las cuales las vías fluviales pueden complementar la red de transporte terrestre.

## CAPÍTULO 2

### ESTABLECIMIENTO DE UN PROGRAMA DE OFERTA Y DEMANDA DE TRANSPORTE:

Para dimensionar la flota de embarcaciones fluviales se deben establecer los programas de oferta y demanda. Se define como oferta a la capacidad de transporte, en toneladas métricas, de la flota de embarcaciones fluviales, y, demanda, al volumen de producción agrícola, en toneladas **métricas y/o** cabezas de ganado, de la subcuenca.

#### 2.1. VISITA DE OBSERVACIÓN Y ENTREVISTAS CON LOS POBLADORES DE LAS RIBERAS DEL RÍO DADLE

El **día** 21 de noviembre del 2001 cuando no empezaba todavía la **época** de lluvias, se realizó un viaje de observación al **río** Daule en la ruta Daule – Santa **Lucía**, en el que se determinó lo siguiente:

- o No existieron problemas para la navegación en canoa, de **características** descritas en la tabla No. 7, a pesar de que la presa no había abierto sus compuertas hacia tres semanas; como muestra de esto se observó en las riberas del **río** marcas **de** agua, en un nivel muy superior al de ese día.

- o A lo largo del recorrido no existen puentes que comuniquen ambas orillas; únicamente en el cantón Santa Lucía se dispone de un puente peatonal.
- 0 La transportación fluvial se la realiza en canoas construídas en madera e impulsadas con motor fuera de borda y otras con remos.
- o A la altura del cantón Santa Lucía se observaron dos gabarras primitivas que realizaban el cruce de vehículos livianos y medianos de orilla a orilla. Ver foto No. 1.

Foto No. 1

Foto de una gabarra en Santa Lucía



- o La ruta Daule – Santa Lucía por vía terrestre toma OH23 frente a 2H09 por vía fluvial, ver tablas No. 10 y 11.

- o Se observaron grandes plantaciones de arroz, y también de mangos en menor cantidad, e incluso se observó cómo en una canoa se transportaba mango a máxima carga.
- o Se observan numerosas bombas que succionan el agua del río Daule para el regadío de los arrozales.
- o En el cantón Daule el río Daule se comunica con el río Pula, y se nos informó que éste a su vez en invierno puede usarse para navegar hasta el río **Vinces**.
- o No existen afluentes importantes en la ruta Daule – Santa Lucía.
- o Se observaron que existen algunos sitios con playas que podrían tomarse como de visita turística futura.

Las características principales de la embarcación, utilizada en la visita, son las siguientes:

Tabla No. 7

Características	Dimensiones
Eslora total	12.00 m
<b>Manga máxima</b>	1.02 m
Puntal moldeado	0.45 m
calado	0.19 m
Calado + altura de transmisión de F/B	0.44 m
Motor	<b>F/B 30HP</b>
Consumo de combustible	<b>3 gls/hr (*)</b>
Material de construcción	Guachapelí

**(\*) El consumo promedio de combustible en gls/hr, de un motor fuera de borda, es el 10% de su potencia en HP, (1).**

En base a los **parámetros** de la tabla No. 9, se generaron las formas de la embarcación empleada en la observación, con el programa Plyboats **(20)**, de donde se hicieron las siguientes estimaciones:

Desplazamiento ligero                    1002.87 **Kg**

Desplazamiento cargado                2663.70 Kg

Luego, se estimó que:

Capacidad de carga                        1660.83 **Kg ó** 33 qq

Los tiempos registrados por vía terrestre se muestran en la tabla No. 8.

Tabla No. 8

Tiempos registrados por vía terrestre

<b>Cantón/Recinto</b>	<b>Tiempo</b>
Terminal terrestre de Guayaquil	<b>0H00</b>
Pascuales	<b>0H32</b>
<b>Nobol</b>	<b>0H29</b>
Daule	0H14
Santa Lucía	<b>0H23</b>
<b>TOTAL Terminal terrestre – Santa Lucía</b>	<b>1H38</b>

Por vía fluvial se registraron los siguientes tiempos:

Tabla No. 9  
Tiempos registrados por vía fluvial

<b>Cantón/Recinto</b>	<b>Margen Derecho</b>	<b>Margen Izquierdo</b>	<b>Tiempo</b>
Daule	XxX	XxX	<b>0H00</b>
Rinconada		XxX	
Brisas del Daule	XxX		
<b>Daupe</b>	XxX		
Colegio Galo Plaza		XxX	
Península de las Animas		XxX	
La Aurora	XxX		
Flor de <b>Melía</b>		XxX	
<b>Clarisa</b>	XxX		
Valdivia		<b>xxx</b>	
La Estancia		XxX	OH45
Limonal		XxX	OH10
Piñal de abajo		XxX	OH06
Piñal de arriba		XxX	OH06
Vladimira	XxX		OH13
San Jacinto	XxX		OH06
Mate		<b>xxx</b>	OH04
Bermejo de abajo	XxX		
Santa Clara		XxX	OH15
Bermejo de arriba	XxX		OH10
Fátima		XxX	OH01
San Juan	XxX		OH09
Santa Lucía		<b>xxx</b>	OH04
<b>TOTAL Daule – Santa Lucía</b>			<b>2H09</b>

El día 29 de enero del 2002 se realizaron cuatro entrevistas a pobladores de los cantones Daule y Santa **Lucía** para auscultar sus impresiones sobre el tema. Las respuestas se resumen a continuación:

### **Primer entrevistado**

Actividad: Agricultor

Habitante: rural de Santa Lucía

Comentario: “En invierno recurrimos al transporte en caballo para sacar los sacos de arroz de las **áreas** alejadas, el cual nos cobra USD \$1 .00 por cada quintal transportado, hasta la carretera, luego un camión nos cobra USD \$0.60 por cada quintal para llevarlo hasta las piladoras”.

### **Segundo entrevistado**

Actividad: Dueño de **piladora**

Habitante: urbano de Santa Lucía

Comentario: “Durante el verano con camiones propios compramos los sacos de arroz en sitio, pero en invierno debido a que ciertas zonas son inaccesibles los agricultores deben traer sus sacas a la piladora”.

### **Tercer entrevistado**

Actividad: Canoero

Habitante: urbano de Daule

Comentario: “Durante las fiestas y fines de semana llega a Daule gran cantidad de gente desde los recintos cercanos transportándose canoa”.

### **Cuarto entrevistado**

Actividad: Vendedor ambulante

Habitante: Daule

Comentario: “En invierno, el único medio de transporte para los habitantes de la margen derecha del río Daule es la canoa”.

## 2.2. SELECCIÓN DEL ÁREA A BENEFICIAR

Para la selección del área a beneficiar, se han escogido **algunos** criterios de comparación basados en los siguientes factores:

- o Magnitud de la demanda de transporte.
- o Consideraciones técnicas de operación.
- o Redes viales disponibles.
- o Asentamientos humanos.

Cada uno de estos ítems se analiza individualmente a continuación:

La magnitud de la demanda de transporte se medirá con la producción de arroz y la población bovina.

En cuanto a las consideraciones técnicas de operación, dado que no se dispone de estudios actuales de batimetría de los ríos de la cuenca baja, se considera que un río es navegable los 12 meses del **año** si su caudal es regulado por una presa, de lo contrario será navegable únicamente los tres meses de invierno.

Las redes viales disponibles se medirán de acuerdo a los kilometrajes de carreteras de primer orden e hidrovías, medidos en línea recta entre las localidades ubicadas en sus **márgenes**.

Los asentamientos humanos se **medirán** con la población rural, por cuanto es la que realiza las actividades agropecuarias.

Las características descritas en el capítulo **No.1**, se resumen de acuerdo a los criterios antes mencionados en la tabla No. 10

Tabla No. 10

Criterios de **comparación** de las **localidades de** a Cuen a Baja

Localidades	Producción de arroz (Tm)	Población rural	Carreteras de primer orden (Km)	Hidrovías (Km)	Meses del año navegable	Población de ganado bovino
Colimes, Daule margen derecha del río Daule	126284	76050	0	37	12	
Guayaquil, Samborombón, Valles del Daule y del Babahoyo	237886	71904	74	43	12	57952
Zona entre Balzar y Santa Lucía. Margen izquierda del río Daule	15747	31445	81	70	12	105281
Daule, Salitre: entre los ríos Vinces y Daule	127786	55092	38	52	12	98955
Bucay, Simón Bolívar, Milagro	60139	35607	65	48	3	16798
El Truinfo, Yaguachi, Samborombón	170864	<b>39498</b>	164	113	3	71332
Valencia, Quevedo, Juan Montalvo,	123123	17251	9	9	3	
Puerto Pechiche, Catarama, Baba	90953	55741	24		3	
Vinces, Pueblo Wejo	10726	73433	10		3	
Babahoyo, Pimocha, Valles de los ríos Las Juntas y Babahoyo	132401	72686	21	30	3	

La tabla No. 12, se asignan valores de 0 a 10 de acuerdo a los siguientes criterios:

- Mayor producción de arroz en Tm.
- Mayor población rural.
- Menor kilometraje de carreteras de primer orden.
- Mayor kilometraje de hidrovías.

- o Mayor número de meses navegables durante el año.
- o Mayor población de ganado bovino.

Los **puntajes** resultantes se presentan en la tabla No. 13. Existe una igualdad de calificación entre la primera y la segunda subzona, sin embargo se decide seleccionar la subzona comprendida por la margen derecha del río Daule desde **Colimes** hasta Daule por cuanto ésta no cuenta con carreteras de primer orden. La oferta se dirigirá exclusivamente al transporte de arroz, **considerándose** esto como un factor iniciador. A partir de la implantación del sistema, y de mostrar eficiencia en los costos de flete, deberá ser capaz de atraer el transporte de personal u otros tipos de carga.

Tabla No. II

Puntajes de las localidades de la Cuenca Baja

Localidades	Superficie cosechada de arroz (Ha)	Población rural	Carreteras de primer orden (Km)	Hidrovías (Km)	Meses del año navegable	Población de ganado bovino	Total
Dolimes, Daule margen derecha del río Daule	5	10	10	3	10		39
Guayaquil, Samborondón, Valles del Daule y del Babahoyo	10	9	0	4	10	6	39
Zona entre Balzar y Santa Lucía. Margen izquierda del río Daule	1	4	0	6	10	10	31
Daule, Salitre: entre los ríos Vinces y Daule	5	7	0	5	10	9	37
Bucay, Simón Bolívar, Milagro	3	5	0	4	3	2	16
El Truinfo, Yaguachi, Samborondón	7	5	0	10	3	7	32
Valencia, Quevedo, Juan Montalvo,	5	2	1	1	3		12
Puerto Pechiche, Catarama, Baba	4	7	0	0	3		14
Vinces, Pueblo Viejo	0	10	1	0	3		14
Babahoyo, Pimocha, Valles de los ríos Las Juntas	6	10	0	3	3		21
Babahoyo							

### 2.3. SELECCIÓN DE UNA RUTA

Para la selección de la ruta se **tendrán** en cuenta las siguientes consideraciones:

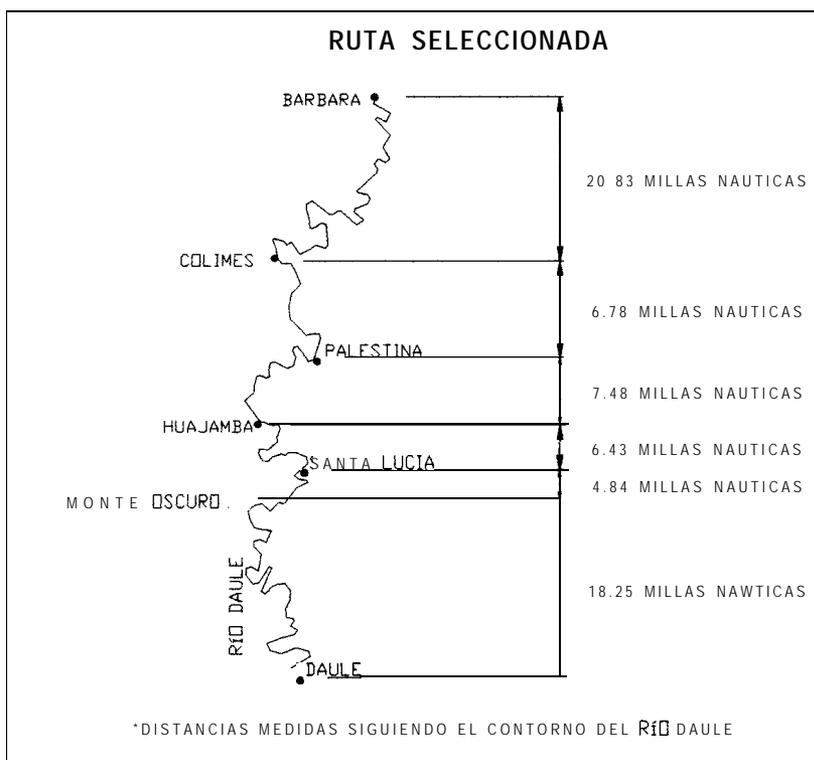
- La subzona seleccionada será subdividida y la producción de arroz será considerada concentrada en la localidad a la cual converjan sus vías de segundo orden y posea salida al río.
- Las cabeceras cantonales de la margen izquierda, que cuenten con **vías** de primer orden y salidas al río Daule, se considerarán destino de esa producción.

Bajo estas consideraciones, las localidades de origen escogidas son: Bárbara, **Colimes**, Huajamba y Monte Oscuro; y, las de destino: Palestina., Santa Lucía y Daule. La tabla No. 12 y la figura No. 9, muestran la producción y las distancias entre las diferentes localidades.

Tabla No. 12

	Producción (Tm)	Distancia en millas náuticas		
		Palestina	Santa Lucía	Daule
<b>Bárbara</b>	17584	27.61	41.52	64.62
<b>Colimes</b>	63529	20.83	20.69	43.78
<b>Huajamba</b>	24522	7.48	6.43	29.52
<b>Monte Oscuro</b>	50957	25.53	4.84	18.25

Fig. No. 9



Si se asume, que la producción se la procesará en la localidad mas cercana, la tabla No. 13 muestra el origen y destino de la producción de arroz, en Tm.

Tabla No. 13

Origen y destino de la producción de arroz en Tm

Destino \ Origen	Palestina	Santa Lucía
<b>Bárbara</b>	<b>17584</b>	
<b>Colimes</b>	<b>63529</b>	
<b>Huajamba</b>		<b>24522</b>
<b>Monteoscuro</b>		<b>50957</b>

Con base en estos datos, véase tabla No. 15, la ruta seleccionada es: BÁRBARA – COLIMES – PALESTINA – HUAJAMBA – SANTA LUCÍA – MONTE OSCURO – SANTA LUCÍA. Además se considerará la **subruta**: BÁRBARA – COLIMES – PALESTINA. De la figura No. 9 se determina que la distancia recorrida en un viaje redondo es de 46.36 millas náuticas en primer caso y 27.61 millas náuticas en el segundo.

#### 2.4. ESTABLECIMIENTO DE UN PROGRAMA DE DEMANDA:

De acuerdo a la definiciones de oferta y demanda dadas en el capítulo No. 2, cada embarcación de la flota será capaz de absorber una **fracción** de la demanda total proporcional a su capacidad de carga. Luego, para establecer el programa de demanda, se adopta un porcentaje igual al 25% de la demanda total establecida en la tabla No. 12, pudiéndose en el **futuro** realizar nuevos estudios conforme se actualice la información disponible. El resultado se presenta en la tabla No. 14.

Tabla No. 14

Demanda anual y diaria de transporte fluvial

	Demanda anual (Tm)		Demanda diaria (Tm)	
	Palestina	Santa Lucía	Palestina	Santa Lucía
<b>Bárbara</b>	<b>4396</b>		<b>15</b>	
<b>Colimes</b>	<b>15882</b>		<b>56</b>	
<b>Huajamba</b>		<b>6131</b>		<b>21</b>
<b>Monte Oscuro</b>		<b>12739</b>		<b>45</b>

Para determinar la demanda diaria se asumen 286 **días** laborables al año, correspondientes a 5.5 días laborables a la semana por 52 semanas que tiene un **año**. De la tabla No. 13, se determina que la demanda diaria de transporte fluvial será de 137 Tm, y la capacidad máxima requerida para la flota, ocurre en el tramo **Bárbara – Palestina**, es de 71 Tm.

## 2.5. REQUERIMIENTOS DE LA EMBARCACIÓN

La embarcación en un viaje redondo esto es, distribuye su tiempo de la siguiente manera:

$$TVR = TOP + TCD + TNF + TNC \quad [1]$$

$$TOP = NMV * TOPM \quad [2]$$

$$TCD = \frac{DD}{NEF * NVRD * RCD} \quad [3]$$

$$TNF = \frac{DV}{VEL + VELCOR} \quad [4]$$

$$TNC = \frac{DV}{VEL - VELCOR} \quad [5]$$

donde:

- TVR = tiempo de un viaje redondo en hr.
- TOP = tiempo de operaciones de atracó, desatraco y espera en hr.
- TOPM = tiempo de operaciones de atracó, desatraco y espera de cada muelle en hr.
- TCD = tiempo de carga y descarga en hr.
- TNF = tiempo de navegación a favor de la corriente, en hr.
- TNC = tiempo de navegación en contra de la corriente, en hr.
- NLV = número de localidades visitadas en un viaje redondo.
- NEF = número de embarcaciones de la flota.
- N v R D = número de viajes redondos diarios
- DD = demanda diaria de transporte en Tm.
- RCD = **razón** de carga y descarga en Tm/hr.
- DV = distancia recorrida en millas **naúticas**.
- VEL = velocidad de la embarcación, en nudos.
- VELCOR = velocidad de la corriente del río, en nudos.

Si se reemplazan las ecuaciones (2), (3), (4) y (5) en la ecuación (1), y se despeja la velocidad se tiene que:

$$VEL = \left( \frac{DV}{TVR - TNC - NLV * TOPM - \frac{DD}{NEF * RCD * NVRD}} + \frac{DV}{TNC} \right) \div 2 \quad [6]$$

La capacidad de carga de cada embarcación es igual a:

$$CAP = \frac{CAPMAX}{NEF * NVRD} \quad [7]$$

donde:

**CAP** = capacidad de carga de cada embarcación, en Tm.

**CAPMAX** = capacidad máxima requerida para la flota, en Tm.

## CAPÍTULO 3

### DISEÑO CONCEPTUAL DE LA EMBARCACIÓN

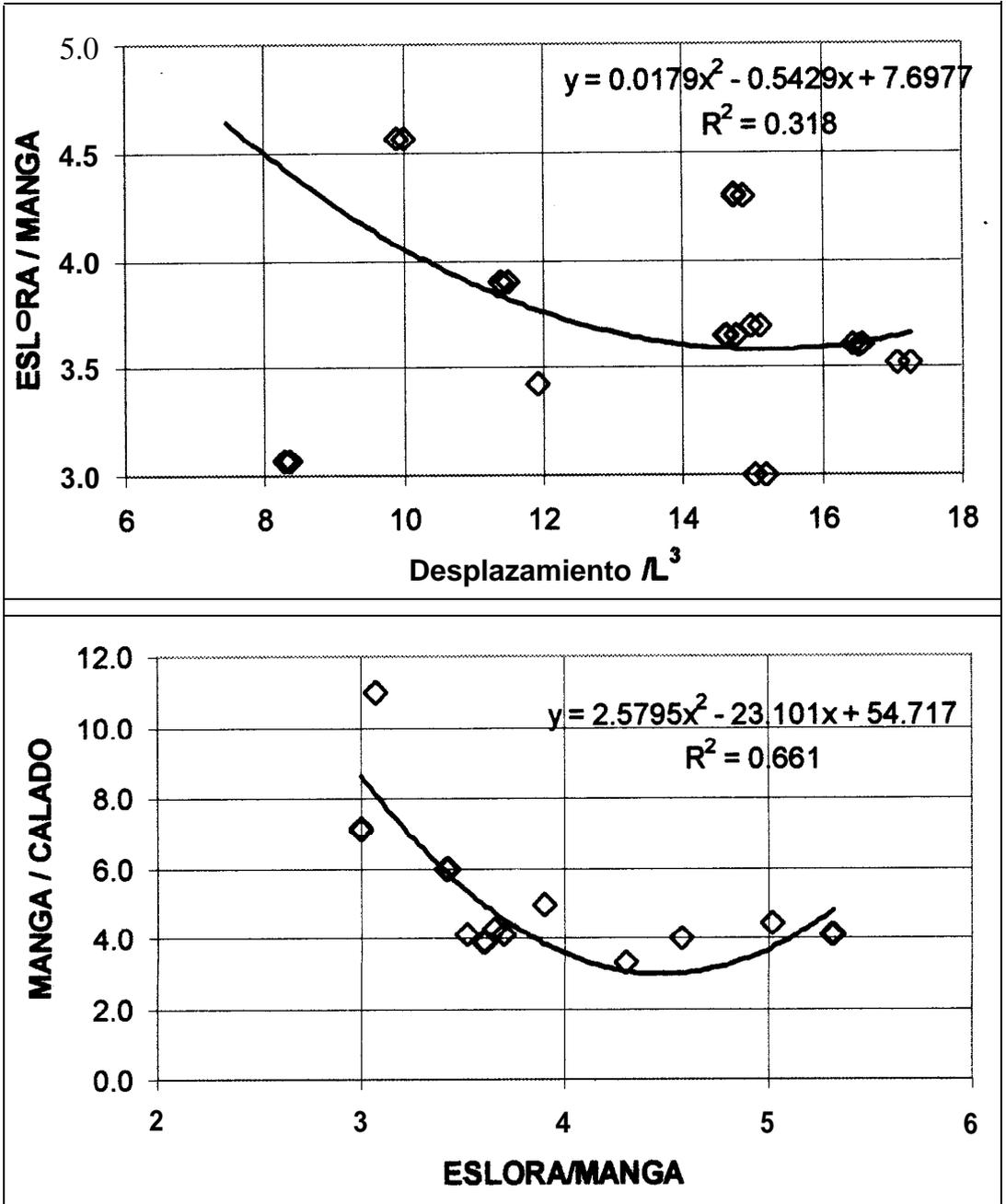
En esta fase de **diseño**, se dimensionará a nivel conceptual la embarcación de tal forma que satisfaga los requerimientos descritos en el subcapítulo 2.5.

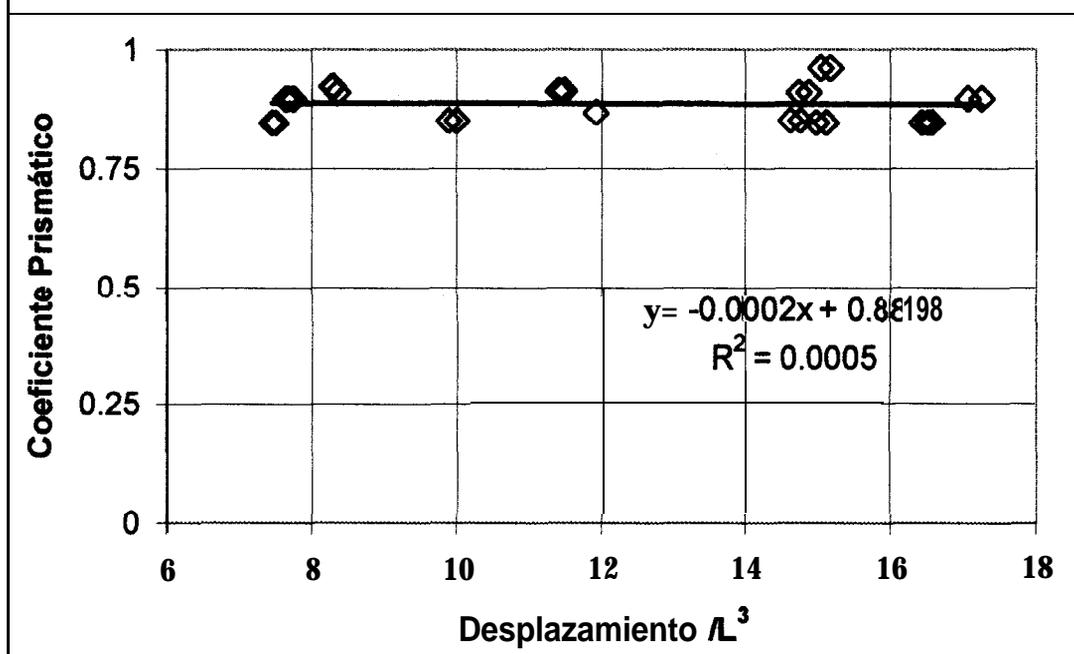
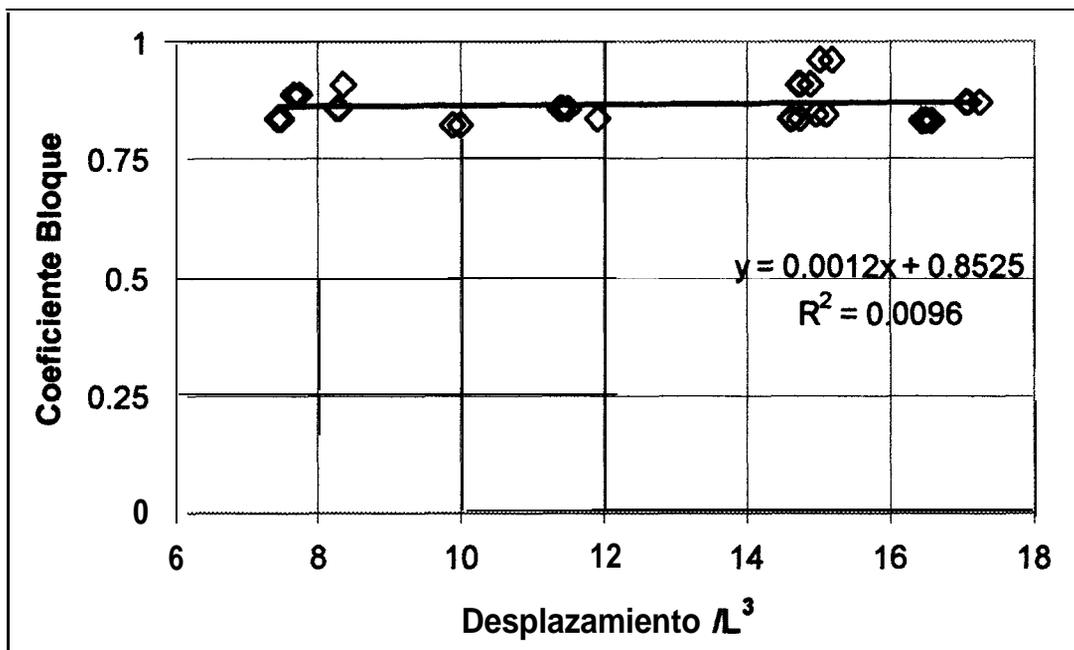
#### 3.1. RELACIONES EMPÍRICAS ENTRE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES:

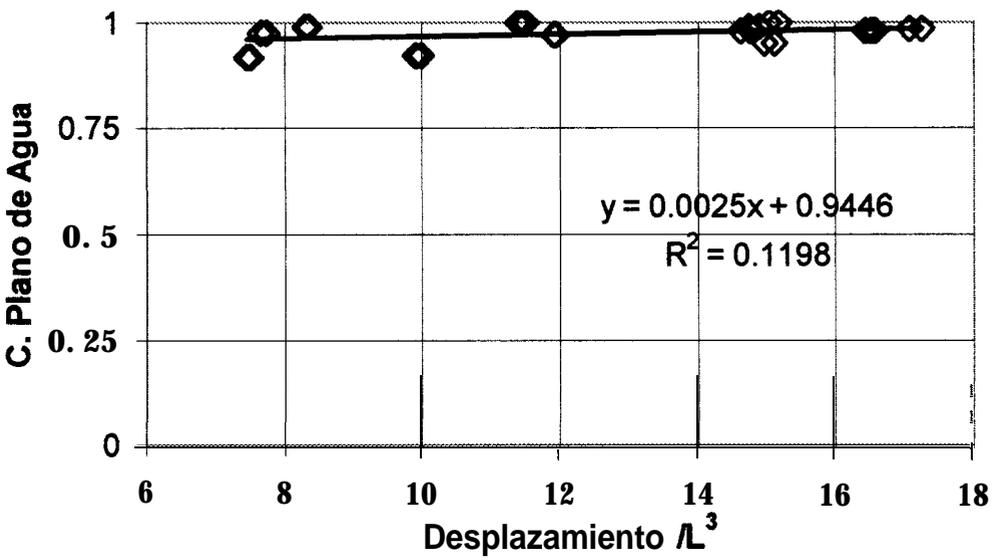
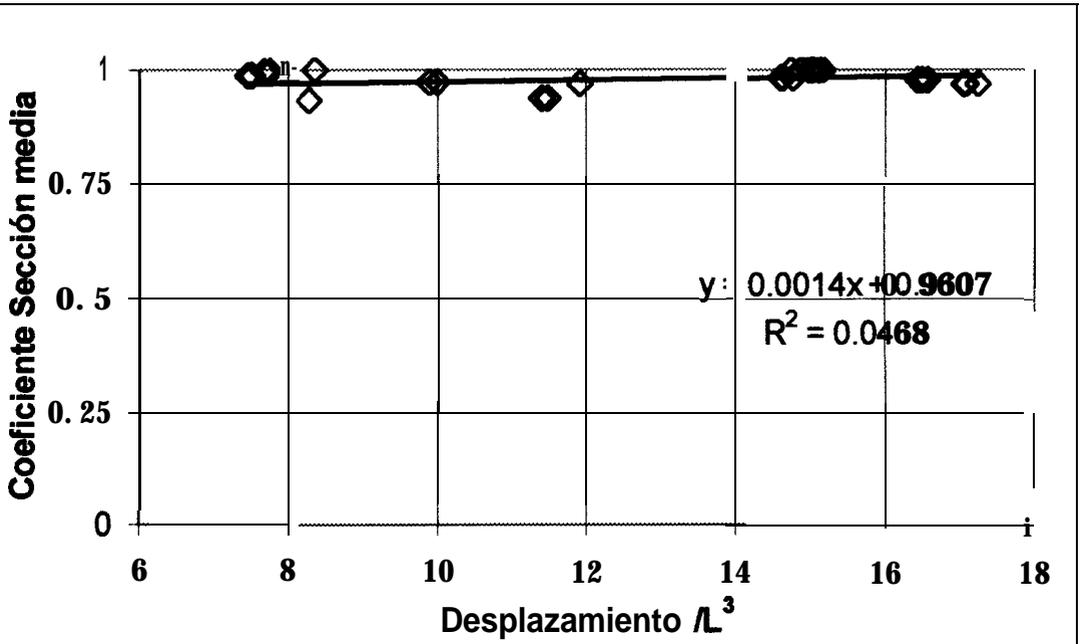
Para reducir al máximo el calado de la embarcación, ésta debe tener formas llenas, esto es, similares **a** los de una barcaza: baja relación eslora – manga y elevados coeficientes de bloque y de sección media. Dado que no existen en el medio fórmulas para determinar las dimensiones principales de este tipo de buque, **a** partir de las referencias (16) y (17) se preparó una **pequeña** base de datos donde se incluyen diferentes modelos con esloras desde 30 **a** 60 m. El rango de los modelos disponibles es mayor **a** la embarcación que se pretende **diseñar**, por tanto se preparó la información de forma adimensional:

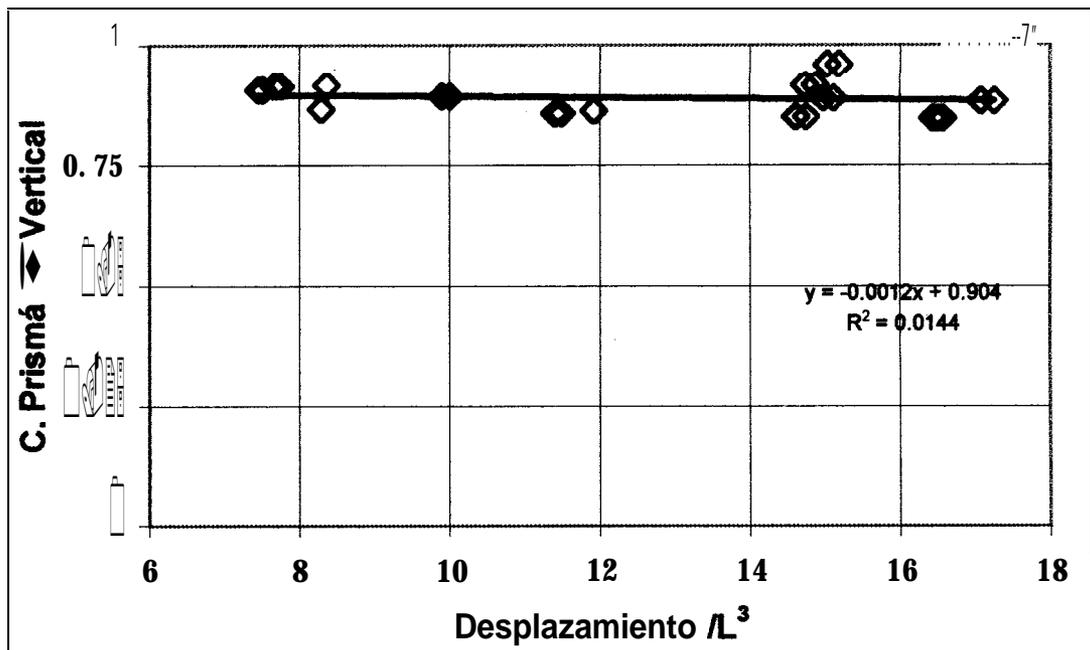
Figura No. 10

Relaciones empíricas de barcasas fluviales









Las ecuaciones de regresión de estas curvas, junto con los requerimientos del subcapítulo 2.5 y el procedimiento descrito en la figura No. 10, se implementaron en la hoja **electrónica** de cálculo **CONCEPTUAL.XLS**.

### 3.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA FLOTA:

El dimensionamiento de la flota se lo realizara con la ayuda del libro **CONCEPTUAL.XLS**, véase el apéndice 01 para su uso detallado. Se analizarán una alternativa para cada ruta descrita en el subcapítulo 2.3.

Los datos de ingreso y resultados de **CONCEPTUALXLS** para el primer y segundo caso se presentan en la tabla No. 15. Los datos de ingreso se calculan de la siguiente manera:

- La distancia recorrida se determino en el subcapítulo 2.3.
- Tiempo de un viaje redondo será igual a:

$$TVR = \frac{HLD}{NVRD} \quad [7]$$

TVR = Tiempo de un viaje redondo, en horas.

HLD = Horas laborables diarias, igual a 8.

NVRD = Número de viajes redondos diarios.

- Tiempo de navegación en contra de la corriente, se deberá ingresar este valor iterativamente hasta satisfacer los requerimientos del subcapítulo 2.5.

- Numero de embarcaciones, se **deberá** ingresar este valor iterativamente hasta satisfacer los requerimientos del subcapítulo 2.5.
- Numero de localidades visitadas en un viaje redondo, se determinó en el subcapitulo 2.3, igual a 7.
- Eslora, se **deberá** ingresar este valor iterativamente hasta satisfacer los requerimientos del subcapítulo 2.5.
- Tiempo de operaciones en una localidad, es el tiempo de espera mas el de atraco y desatraco de la embarcación, se asume igual a 0.1 horas.
- Demanda diaria, se determinó en el subcapítulo 2.4.
- Capacidad **máxima** requerida para la flota, se determinó en el subcapítulo 2.4, igual a 71 Tm.
- Razón de carga y descarga del arroz, se asume igual a 50 **Tm/hr**.
- Numero de viajes redondos diarios, se deberá ingresar este valor iterativamente hasta satisfacer los requerimientos del subcapítulo 2.5.

Tabla No. 15

Datos y resultados de **Conceptual.xls**

<b>DATOS DE INGRESO</b>		
	Alternativas	
	RUTA	SUBRUTA
Número de embarcaciones	5	9
<b>Eslora (m)</b>	<b>10,731</b>	<b>8,821</b>
<b>Distancia en un viaje redondo (millas)</b>	<b>46,36</b>	<b>27,61</b>
<b>Tiempo de un viaje redondo (hr)</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>Número de localidades visitadas en un viaje redondo</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>Tiempo de operaciones en una localidad (hr)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
<b>Demanda diaria (Tm)</b>	<b>137</b>	<b>71</b>
<b>Capacidad máxima requerida (Tm)</b>	<b>71</b>	<b>71</b>
<b>Razón de carga y descarga (Tm/hr)</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<b>Número de viajes redondos diarios</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Tiempo de navegación en contra de la corriente (hr)</b>	<b>3,7</b>	<b>4</b>

<b>RESULTADOS</b>		
<b>Velocidad (VEL), en nudos</b>	<b>13,9</b>	<b>7,8</b>
<b>Capacidad de carga, en Tm</b>	<b>14,2</b>	<b>7,9</b>
<b>Desplazamiento (DESP), en Tm</b>	<b>16,8</b>	<b>9,3</b>
<b>L*B*H*Cb</b>	<b>16,8</b>	<b>9,3</b>
<b>Eslora (L), en metro</b>	<b>10,73</b>	<b>8,82</b>
<b>Manga (B), en metros</b>	<b>2,96</b>	<b>2,43</b>
<b>Calado (H), en metros</b>	<b>0,61</b>	<b>0,50</b>
<b>Puntal (D), en metros</b>	<b>0,76</b>	<b>0,62</b>
<b>Coefficientes:</b>		
<b>Bloque</b>	<b>0,889</b>	<b>0,889</b>
<b>Prismático</b>	<b>0,887</b>	<b>0,887</b>
<b>Sección media</b>	<b>0,980</b>	<b>0,980</b>
<b>Plano de agua</b>	<b>0,979</b>	<b>0,979</b>
<b>Prismático vertical</b>	<b>0,888</b>	<b>0,888</b>
<b>CUNO (m3)</b>	<b>24,14</b>	<b>13,41</b>

De manera que se procederá a **diseñar** las dos embarcaciones descritas en la tabla No.

### 3.3. SELECCIÓN DEL MATERIAL:

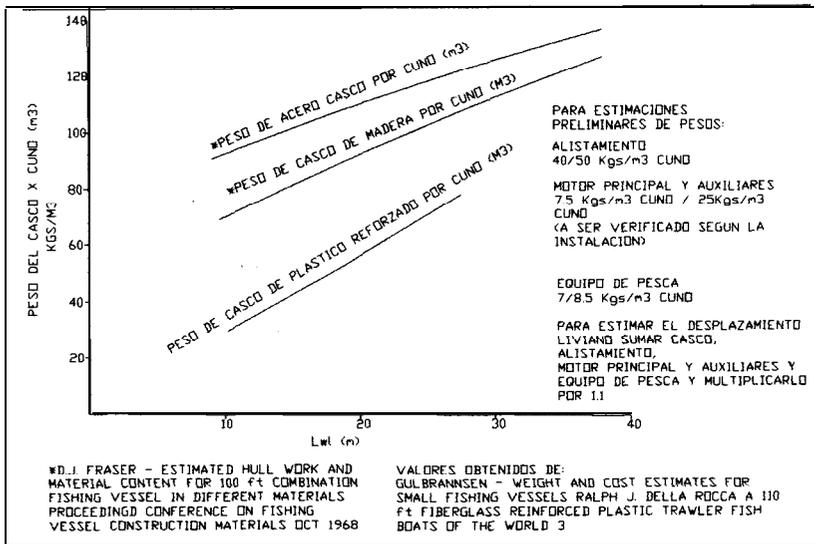
La selección del material del casco de las embarcaciones de la **flota** se **basará** en las propiedades que tengan los mismos para satisfacer los requerimientos descritos en el ísubcapítulo 2.5. Dentro de estas restricciones destaca la del calado, lo que requiere un peso mínimo para la estructura.

La figura No, 11, tomada de la referencia **(19)**, muestra curvas de eslora vs. **razón** peso del casco / número cúbico para el acero, madera y fibra de vidrio. Se observa que para una misma eslora la menor razón peso – número cúbico la tiene la fibra de vidrio, por tanto es el material seleccionado para la presente aplicación.

Las ventajas de la fibra de vidrio que confirman la selección son:

- Fácil obtención de formas curvas.
- Alta resistencia a la corrosión.
- Bajo mantenimiento.
- Bajo costo de manufactura.
- Peso moderado de la estructura.

Figura No. 11, (19)  
Curvas Peso/Número cúbico vs. Eslora

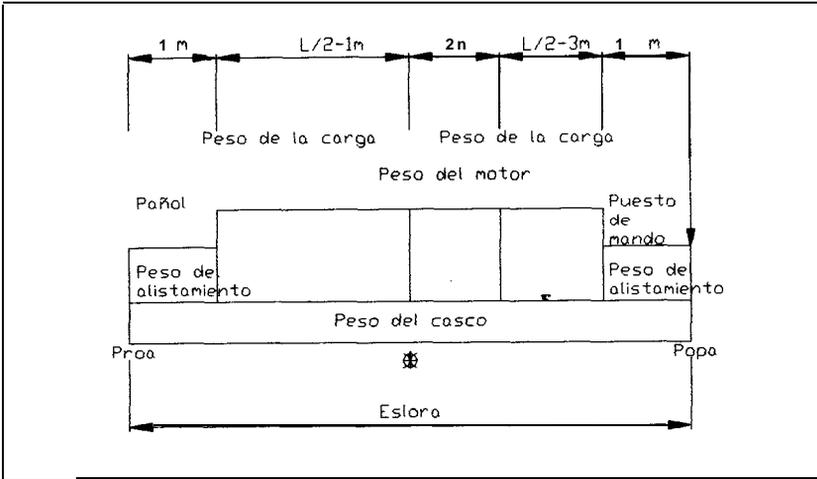


### 3.4. ESTIMACIÓN DE PESOS

Se han clasificado los pesos de las embarcaciones en cuatro grupos: el **casco**, alistamiento, motor principal y auxiliares, y, carga. En la figura No. 12, se muestra la distribución de pesos para la dos alternativas, de donde se deduce que el centro de gravedad estará ubicado longitudinalmente muy cerca de la **sección** media.

Fig. No. 12

## Diagrama de distribución de pesos



La estimación de los pesos se la realizó con la ayuda del libro CONCEPTUAL.XLS, los resultados se muestran en la tabla No. 16:

Tabla No. 16

## Pesos estimados para las embarcaciones

	Alternativas	
	RUTA	SUBRUTA
<b>CUNO (m3)</b>	24,138	13,405
<b>Casco (Tm)</b>	0,741	0,348
<b>Alistamiento (Tm)</b>	0,966	0,536
<b>Motor principal y auxiliares (Tm)</b>	0,181	0,101
<b>Desplazamiento liviano (Tm)</b>	1,887	0,984
<b>Capacidad de carga (Tm)</b>	14,200	7,889
<b>Desplazamiento cargado (Tm)</b>	16,087	8,873

**Cálculo de los centros de gravedad longitudinal y vertical:**

Para el cálculo de LCG se **tomará** como referencia el extremo de proa, y se considerarán los pesos uniformemente distribuidos, de acuerdo a la figura No. 8.

El **cálculo** del VCG se **asumirá** lo siguiente:

El VCG del casco se lo calculará por medio de la relación descrita en **(20)**, 0.65 veces el puntal.

Los VCG del alistamiento y motor principal 0.5 veces el puntal.

El VCG de la carga, se espera apilar 6 y 5 sacas de arroz.

Los resultados se muestran en la tabla No. 17.

Tabla No. 17

## Cálculo del LCG y VCG

	RUTA	LCG	VCG	RUTA*LCG		RUTA*VCG	
				Momento Ligero	Momento Cargado	Momento Ligero	Momento Cargado
Casco (Tm)	0.74	5.37	0.49	3.96	3.96	0.36	0.36
Alistamiento (Tm)	0.97	5.37	0.36	5.16	5.16	0.37	0.37
Motor principal y auxiliares (Tm)	0.16	6.37	0.36	1.15	1.15	0.07	0.07
Carga proa (Tm)	9.23	3.16	0.90		29.35		6.31
Carga popa (Tm)	4.97	6.55	0.90		42.49		4.47
		<b>suma=</b>		10.31	62.16	0.60	13.56

Desplazamiento ligero	1.69 Tm
Desplazamiento cargado	16.09 Tm
LCG ligero	5.46 m desde proa
LCG cargado	5.11 m desde proa
VCG ligero	0.42 m desde línea base
VCG cargado	0.64 m desde línea base

	SUBRUTA	LCG	VCG	RUTA*LCG		RUTA*VCG	
				Momento Ligero	Momento Cargado	Momento Ligero	Momento Cargado
Casco (Tm)	0.35	4.42	0.40	1.54	1.54	0.14	0.14
Alistamiento (Tm)	0.54	4.42	0.31	2.37	2.37	0.17	0.17
Motor principal y auxiliares (Tm)	0.10	5.41	0.31	0.55	0.55	0.03	0.03
Carga proa (Tm)	5.61	2.71	0.60		15.20		4.49
Carga popa (Tm)	2.29	7.11	0.60		16.29		1.63
			<b>Suma=</b>	4.45	35.94	0.34	6.66

Desplazamiento ligero	0.99 Tm
Desplazamiento cargado	6.69 Tm
LCG ligero	4.52 m desde proa
LCG cargado	4.05 m desde proa
VCG ligero	0.34 m desde línea base
VCG cargado	0.75 m desde línea base

## CAPÍTULO 4

### DISEÑO PRELIMINAR DE LA EMBARCACIÓN

Se realizará el **diseño** preliminar de las dos embarcaciones dimensionadas conceptualmente en el capítulo No. 3.

#### 4.1. GENERACIÓN DE LAS LINEAS DE FORMAS Y CÁLCULOS

##### HIDROSTÁTICOS.

**Generación de la líneas de formas.**- Para generar las líneas de formas se utilizaron los programas GENFORMS (II) para **una** primera aproximación y ALISAM (II) que desarrolla un alisamiento de ellas. Se inició el procedimiento descrito en el programa ingresando las dimensiones y relaciones halladas en la fase conceptual y luego modificándolos hasta satisfacer los requerimientos de desplazamiento y calado determinados en la tabla No. 14. En ambos modelos se incluyeron cuatro chinias, dos de las cuales fueron usadas como referencia para el alisamiento y dos se mantuvieron. El alisamiento de las líneas de formas se realizó con orden 4, en ambas direcciones, de las cerchas tipo B.

Los archivos de datos iniciales requeridos por GENFORMS se muestran en el apéndice 02. Las líneas de formas resultantes se muestran en las figuras No. 13 y 14.

Figura No. 13  
Líneas de formas

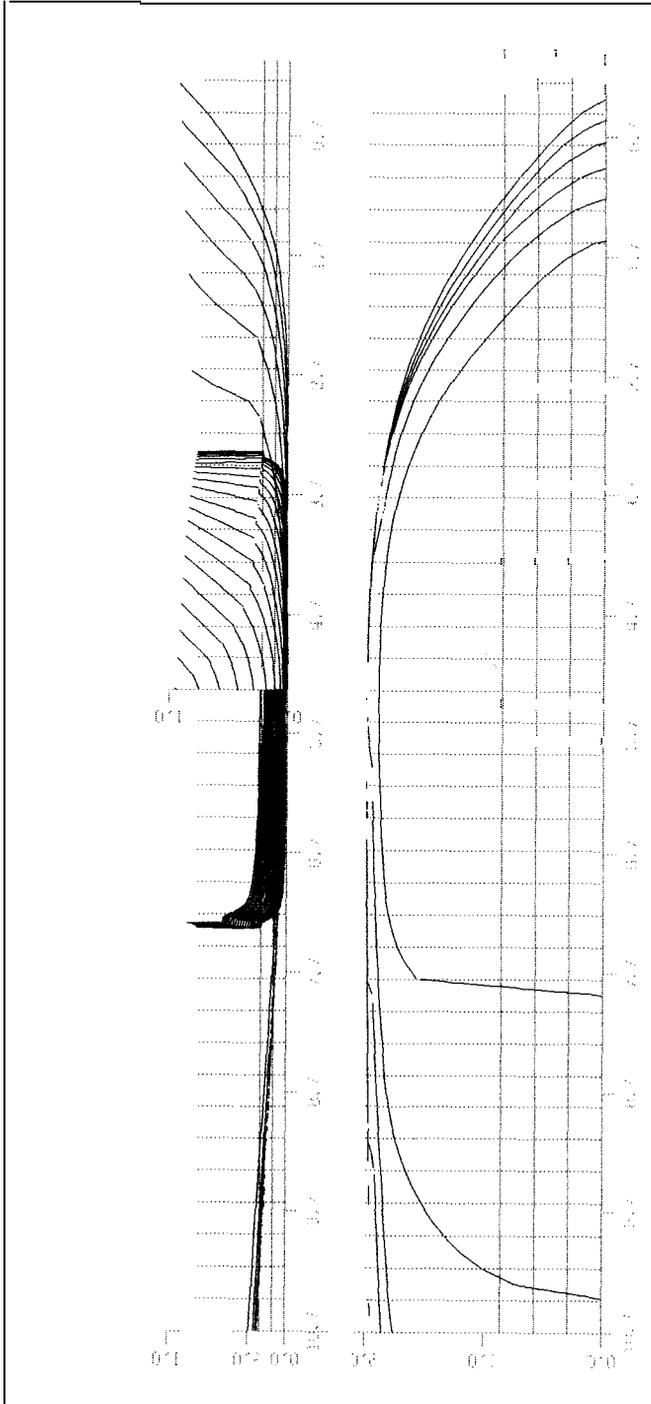
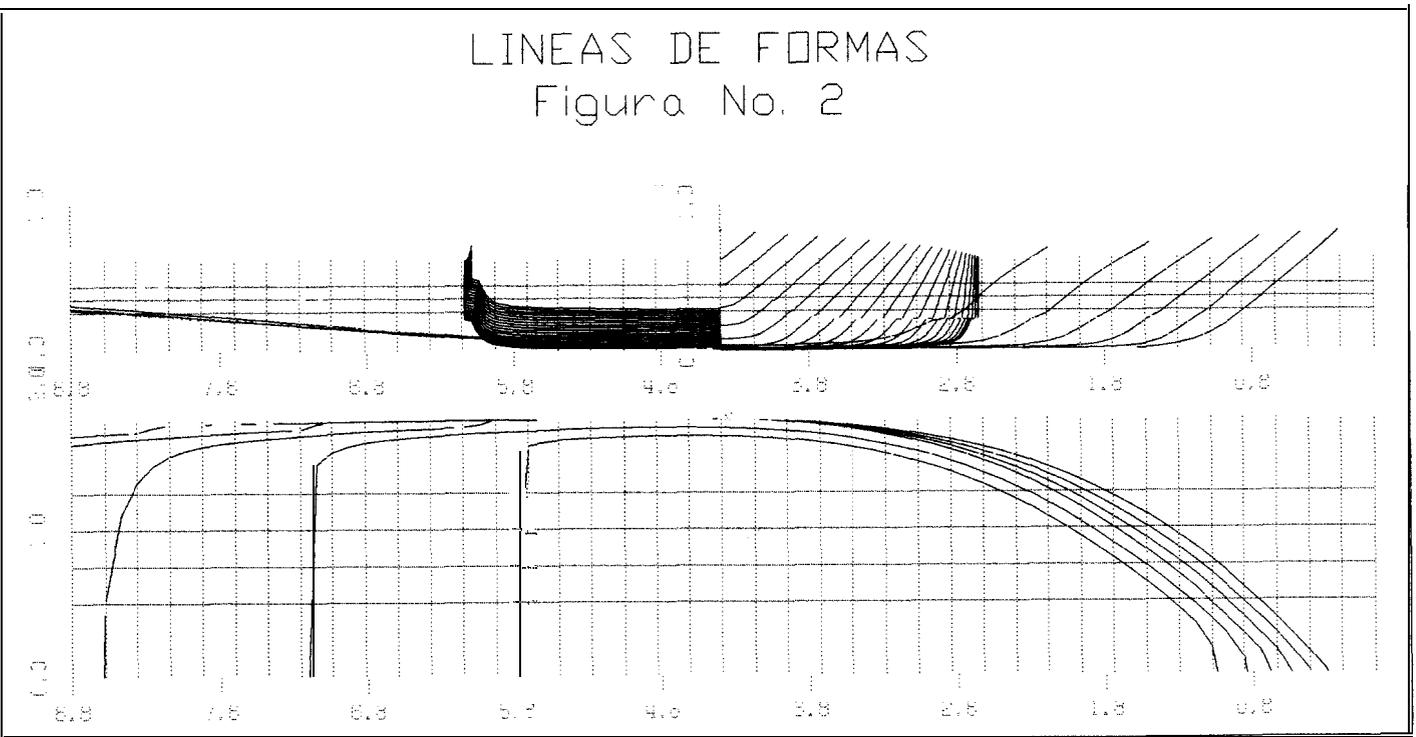


Figura No. 14  
Líneas de formas



**Cálculos hidrostáticos.-** Partiendo de la tabla de puntos generada por el programa ALISAM, se ejecutó el módulo de **cálculos** hidrostáticos del programa SHCP (12), **obteniéndose** los resultados registrados en las tablas No. 18 y figura No. 15:

Tabla No. 18  
**Cálculos hidrostáticos**

		L/C MARIA MERCEDES	L/C MARIA MERCEDES II
DESPLAZAMIENTO DE <b>DISEÑO</b> SW	TONS	17.94	10.329
LCG DE <b>DISEÑO</b> DESDE SECCION MEDIA (+PROA)	UNID.	-0.634	<b>-0.393</b>
CALADO DE <b>DISEÑO</b>	UNID.	0.61	0.52
ASIENTO DE <b>DISEÑO</b> (+POR POPA)	UNID.	0	0
ESLORA TOTAL	UNID.	10.73	8.82
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	UNID.	10.73	8.82
ESLORA EN LINEA DE AGUA <b>DISEÑO</b>	UNID.	10.21	8.439
ESTACION DE MAXIMA <b>AREA</b> (LAD) DESDE PER. PR	UNID.	5.052	4.215
MANGA EN ESTACION MAXIMA <b>AREA</b>	UNID.	3.976	3.472
COEFICIENTE DE <b>AREA</b> SECCIONAL		<b>0.946</b>	0.932
COEFICIENTE PRISMATICO		0.711	0.679
COEFICIENTE BLOQUE		0.673	0.633

### L/C MARIA MERCEDES I

H	VOL	DESP	LCB	KB	SM	CP	CW	CIW
0.23	4.	4.4	0.04	0.15	37.	0.511	0.742	0.644
0.31	7.	7.0	-0.31	0.19	43.	0.587	0.801	0.709
0.38	9.	9.7	-0.47	0.23	45.	0.635	0.810	0.716
0.46	12.	12.4	-0.55	0.27	47.	0.667	0.824	0.735
0.53	15.	15.1	-0.60	0.31	48.	0.692	0.834	0.749
<b>LD</b> 0.61	18.	17.9	-0.63	0.35	50.	0.711	0.840	0.754
0.69	20.	20.7	-0.65	0.39	52.	0.727	0.846	0.758

H	AW	LCF	TP1	CD/P	BML	BMT	KML	KMT	MT1
0.23	32.	-0.76	32.56	2.29	42.9	8.59	43.0	8.73	17.4
0.31	34.	-0.92	35.10	3.00	33.5	<b>5.90</b>	33.7	6.10	21.8
0.38	35.	-0.86	35.46	2.85	24.8	4.30	25.0	4.53	22.3
0.46	35.	-0.83	36.05	2.80	20.3	3.44	20.5	3.71	23.4
0.53	36.	-0.81	36.47	2.76	17.2	2.86	17.5	3.17	24.2
<b>LD</b> 0.61	36.	-0.78	36.72	2.66	14.8	2.42	15.2	2.77	24.8
0.69	36.	-0.74	36.97	2.56	13.1	2.10	13.5	2.50	25.4

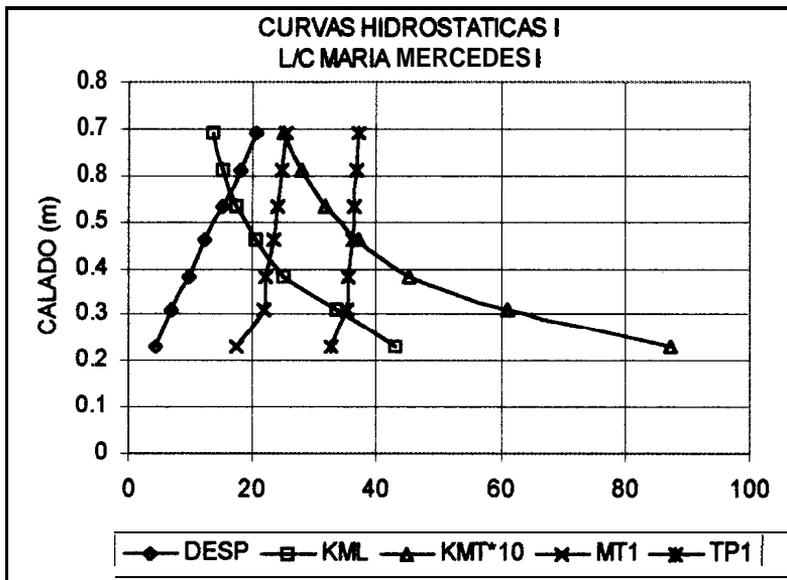
## L/C MARIA MERCEDES II

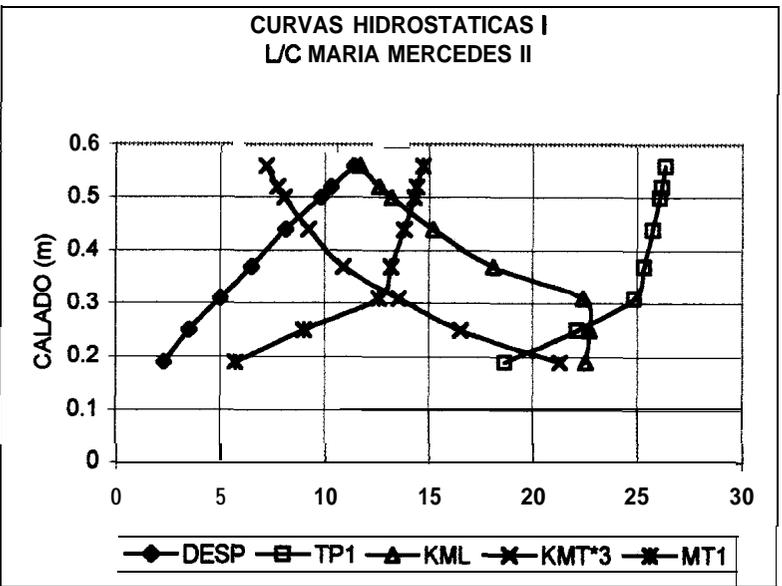
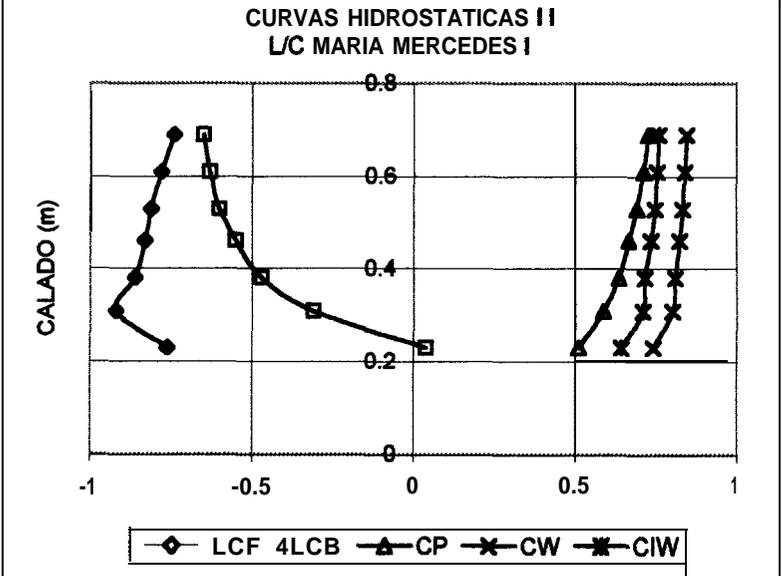
**HIDROSTATICAS - PARTE I ASIENTO 0.000 UNID.**

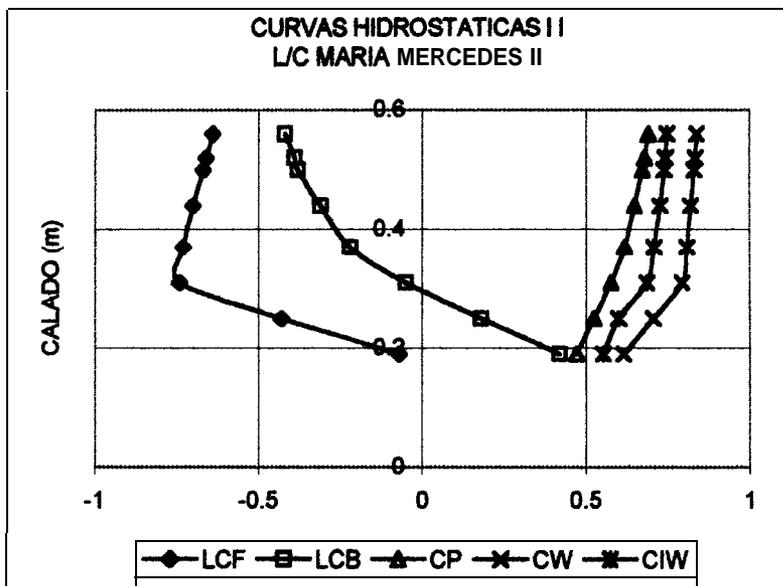
H	VOL	DESP	LCB	KB	SM	CP	CW	CIW
0.19	2.	2.3	0.42	0.12	24.	0.471	0.615	0.553
0.25	3.	3.5	0.18	0.15	29.	0.524	0.708	0.600
0.31	5.	5.0	-0.05	0.19	33.	0.576	0.793	0.688
0.37	6.	6.5	-0.22	0.23	35.	0.618	0.808	0.708
0.44	8.	8.1	-0.31	0.26	36.	0.848	0.820	0.726
0.50	10.	9.8	4.38	0.30	37.	0.672	0.831	0.739
LD 0.52	10.	10.3	-0.39	0.31	38.	0.679	0.834	0.742
0.56	11.	11.4	-0.42	0.33	38.	0.691	0.839	0.747

H	AW	LCF	TP1	CD/P	BML	BMT	KML	KMT	MT1
0.19	18.	-0.07	18.64	0.15	22.3	6.98	22.5	7.09	5.7
0.25	22.	-0.43	22.10	1.07	22.5	5.35	22.7	5.51	9.0
0.31	24.	-0.74	24.85	2.08	22.2	4.33	22.4	4.52	12.6
0.37	25.	-0.73	25.34	2.09	17.8	3.40	18.1	3.63	13.2
0.44	25.	-0.70	25.72	2.05	14.9	2.81	15.2	3.07	13.8
0.50	25.	-0.67	26.07	1.99	12.9	2.39	13.2	2.68	14.3
LD 0.52	26.	-0.68	26.16	1.96	12.3	2.26	12.6	2.57	14.4
0.56	26.	-0.64	26.33	1.90	11.4	2.07	11.7	2.40	14.7

Figura No. 15







De las curvas hidrostáticas, tabla No. 19, se determina que las embarcaciones cumplen los requerimientos exigidos para el dimensionamiento de la flota, **veáse** la tabla No. 19:

Tabla No. 19  
**Comparación de diseño conceptual y preliminar**

	Conceptual	L/C María Mercedes I	Conceptual	L/C María Mercedes II
Eslora (m)	10,73	10,73	8,82	8,82
Manga (m)	2,96	4	2,43	3,75
Puntal (m)	0,76	0,76	0,62	0,62
Calado (m)	0,61	0,61	0,50	0,52
Desplazamiento (Tm)	16,8	17,9	9,3	10,3
<b>Coefficientes:</b>				
Bloque	0,869	0,674	0,869	0,634
Prismático	0,887	0,711	0,887	0,68
Sección media	0,980	0,947	0,980	0,933
Plano de agua	0,979	0,84	0,979	0,834

Se observa en la tabla No. 19, que existe un incremento **significativo** en la **manga** de ambos diseños, esto debido a que las dimensiones conceptuales no satisfacían los requerimientos de carga.

Estabilidad intacta:

Empleando el módulo Intact, “Intact **Stability**” del programa SHCP (12), se realizó un **análisis** de estabilidad intacta. Este **cálculo** se lo realizó en las condiciones ligera y cargada, los centros de gravedad se estimaron **en** el capítulo No. 3. Los resultados se muestran a continuación.

CURVAS DB ESTABILIDAD **ESTATICA** INTACTA

DESPL	LCG	KG	ESCORA	RA	TCB	VCB	CALADO	TRIM
<b>1.890</b>	<b>-0.100</b>	0.42	5.000	0.926	0.955	0.130	0.111	0.060
	10.000	1.189	1.252	0.167	0.038	<b>-0.046</b>		
	20.000	1.324	1.480	0.224	<b>-0.176</b>	<b>-0.243</b>		
	30.000	<b>****</b>						
	40.000	1.194	1.646	0.315	<b>-0.842</b>	<b>-0.629</b>		
	50.000	1.029	1.683	0.351	-1.368	-0.897		
	60.000	0.818	1.703	0.381	-2.182	-1.317		
16.0%	0.250	0.84	5.000	0.183	0.226	0.360	0.597	-0.561
	<b>10.000</b>	0.289	0.375	0.379	0.619	-0.670		
	<b>20.000</b>	0.314	0.492	0.408	0.717	-1.128		
	30.000	0.245	0.524	0.423	0.855	-1.748		
	40.000	0.147	0.535	0.431	1.033	-2.536		
	50.000	0.038	0.541	0.436	1.276	-3.612		
	60.000	-0.075	0.543	0.440	1.652	-5.273		

**ANALISIS** DE ESTABILIDAD INTACTA

PORC. del SATISFACE  
REQUERIDO **CRIT.** ESTAB.

AREA BAJO LA CURVA, HASTA 30 $\theta$ :	34.09 UNID-GRAD	10.82	SI
AREA BAJO LA CURVA, HASTA 40 $\theta$ :	46.58 UNID-GRAD	9.03	SI
AREA BAJO LA CURVA, ENTRE 30-40 :	12.49 UNID-GRAD	7.27	SI
ANG. ESCORA PARA BRAZ.ADRIZ.MAX.:	9.49 GRADOS	0.38	NO
BRAZO ADRIZANTE MAXIMO :	1.19 UNIDADES	5.96	SI
ALTURA METACENTRICA INICIAL, GMo:	14.4 1 UNIDADES	96.06	SI

ARBABAJO CURVABRAZ. ADRIZANTES : **81.59 UNID-GRAD**

MAX. ANGULO ESTABILIDAD **POSITIVA**: 94.80 GRADOS

ESCORA PARA INMERSION ESCOTILLA : 94.80 GRADOS

AREA HASTA **INMERSION** ESCOTILLA : 81.59 **UNID-GRAD**

CONDICION ANALIZADA # 2

**DESPLAZAMIENTO** : 16.09 TONS

POSICION **LONGITUDINAL** CENTRO GRAV. : 0.25 **UNIDADES**

**POSICION VERTICAL** CENTRO GRAV. : 0.84 UNIDADES

**POSICION** DE LA ESCOTILLA: **Zesc**: 0.00 UNIDADES

**Semiancho**: 0.00 UNIDADES

**PORC.** del SATISFACE  
REQUERIDO **CRIT.** ESTAB.

AREA BAJO LA CURVA, HASTA 30  $\theta$  : 7.67 **UNID-GRAD** 2.43 SI

AREA BAJO LA CURVA BASTA **INM.ESC**: 81.59 **UNID-GRAD** 15.82 SI  
(Escora para Inmersion de Escotilla < 40 $\theta$ )

ARFA BAJO CURVA ENTRE 30 Y 400 NO SE PUEDE CALCULAR NO  
(Escora para **Inmersion** de Escotilla < 30 $\theta$ )

ANG. ESCORA PARA **BRAZ.ADRIZ.MAX.**: 16.01 GRADOS 0.64 NO

**BRAZO ADRIZANTE MAXIMO** : 0.33 **UNIDADES** 1.67 SI

ALTURA **METACENTRICA** INICIAL, **GMc**: 2.54 UNIDADES 16.90 SI

**AREA** BAJO CURVA BRAZ. ADRIZANTES: -616.72 **UNID-GRAD**

**MAX.** ANGULO ESTABILIDAD POSITIVA: -525.85 GRADOS

ESCORA PARA **INMERSION** ESCOTILLA : -525.85 GRADOS

**AREA** BASTA INMERSION ESCOTILLA : 81.59 **UNID-GRAD**

CURVAS DE ESTABILIDAD ESTATICA INTACTA

DESPL	LCG	KG	ESCORA	RA	TCB	VCB	CALADO	TRIM
1.890-0.100	0.42	5.000	0.926	0.955	0.130	0.111	0.060	
10.000	1.189	1.252	0.167	0.038	-0.046			
20.000	1.324	1.480	0.224	0.176	0.243			
30.000	****							
40.000	1.194	1.646	0.315	-0.842	-0.629			
50.000	1.029	1.683	0.351	-1.368	-0.897			
60.000	0.818	1.703	0.381	-2.182	-1.317			
16.090	0.250	0.84	5.000	0.183	0.226	0.360	0.597	-0.561
10.000	0.289	0.375	0.379	0.619	-0.670			
20.000	0.314	0.492	0.408	0.717	-1.128			
30.000	0.245	0.524	0.423	0.855	-1.748			
40.000	0.147	0.535	0.431	1.033	-2.536			
50.000	0.038	0.541	0.436	1.276	-3.612			
60.000	-0.075	0.543	0.440	1.652	-5.273			

#### ANALISIS DE ESTABILIDAD INTACTA

PORC. del SATISFACE  
REQUERIDO CRIT. ESTAB.

AREA BAJO LA CURVA. BASTA 30 ø : 34.09 UNID-GRAD 10.82 SI  
 AREA BAJO LA CURVA, HASTA 40 ø : 46.58 UNID-GRAD 9.03 SI  
 AREA BAJO LA CURVA, ENTRE 30-40 : 12.49 UNID-GRAD 7.27 SI  
 ANG. ESCORA PARA BRAZ.ADRIZ.MAX.: 9.49 GRADOS 0.38 NO  
 BRAZO ADRIZANTE MAXIMO : 1.19 UNIDADES 5.96 SI  
 ALTURA METACENTRICA INICIAL, GMo: 14.41 UNIDADES 96.06 SI

AREA BAJO CURVA BRAZ. ADRIZANTES : 81.59 UNID-GRAD

MAX.ANGULO ESTABILIDAD POSITIVA: 94.80 GRADOS

ESCORA PARA INMERSION ESCOTILLA : 94.80 GRADOS

AREA BASTA INMERSION ESCOTILLA : 81.59 UNID-GRAD

#### CONDICION ANALIZADA # 2

DESPLAZAMIENTO 16.09 TONS

POSICION LONGITUDINAL CENTRO GRAV. : 0.25 UNIDADES

POSICION VERTICAL CENTRO GRAV. : 0.84 UNIDADES

POSICION DE LA ESCOTILLA: Zesc: 0.00 UNIDADES

Semiancho: 0.00 UNIDADES

PORC. del SATISFACE  
REQUERIDO CRIT. ESTAB.

AREA BAJO LA CURVA, HASTA 30 ø : 7.67 UNID-GRAD 2.43 SI

AREA BAJO LA CURVA HASTA INM.ESC: 81.59 UNID-GRAD 1 5 . 8 2 S I  
(Escora para Inmersión de Escotilla <40ø)

AREA BAJO CURVA ENTRE 30 Y 40ø NO SE PUEDE CALCULAR NO  
(Escora para Inmersión de Escotilla <30ø)

ANG. ESCORA PARA BRAZ.ADRIZ.MAX.: 16.01 GRADOS 0.64 NO

BRAZO ADRIZANTE MAXIMO : 0.33 UNIDADES 1.67 SI

ALTURA METACENTRICA INICIAL, GMo: 2.54 UNIDADES 16.90 SI

AREABAJOCURVABRAZ. ADRIZANTES: 416.72 UNID-GRAD

MAX. ANGULO ESTABILIDAD POSITIVA: -525.85 GRADOS

ESCORA PARA INMERSION ESCOTILLA : -525.85 GRADOS

AREA HASTAINMERSION ESCOTILLA : 81.59 UNID-GRAD

## 4.2. DISTRIBUCIÓN GENERAL

Se realizará la distribución general observando los siguientes aspectos:

### Factor de estiba:

Para el primer caso, L/C Maria Mercedes 1, la capacidad de transporte es igual a 14.20 Tm, esto es **284** qq de arroz.

Para el segundo caso, L/C Maria Mercedes II, la capacidad de carga es igual a 7.90 Tm, esto es 158 qq de arroz.

### Trimado:

Se **ubicará** la sala de máquinas alrededor de la sección media, en procura de mantener el trimado en condición ligera.

Las distribuciones propuestas se muestran en la figura No. 16 y 17.

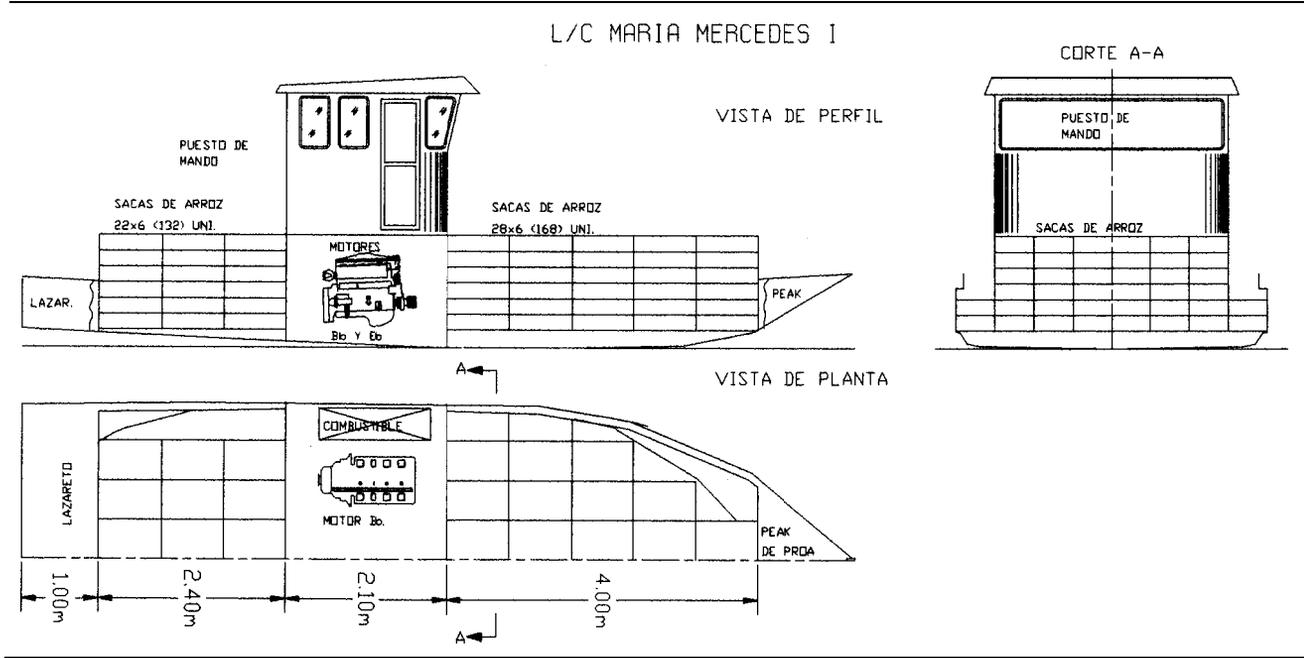
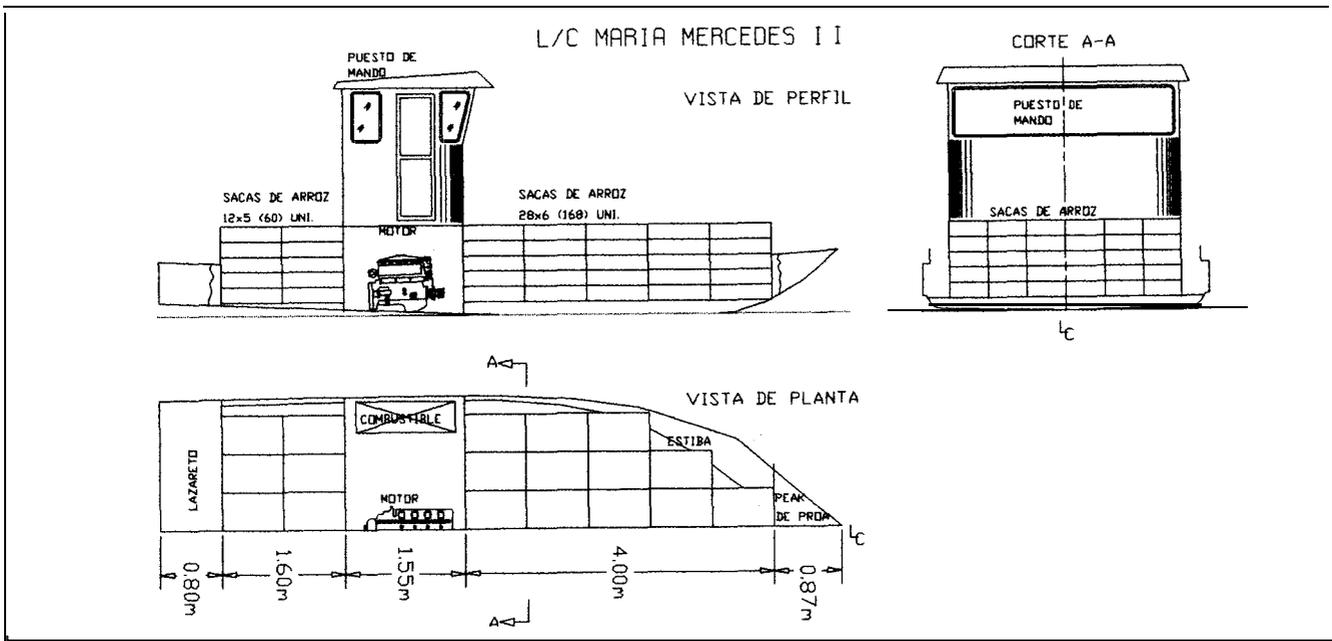


Figura No. 16

Diagramas de Distribución General



Diagramas de Distribución General

Figura No. 17

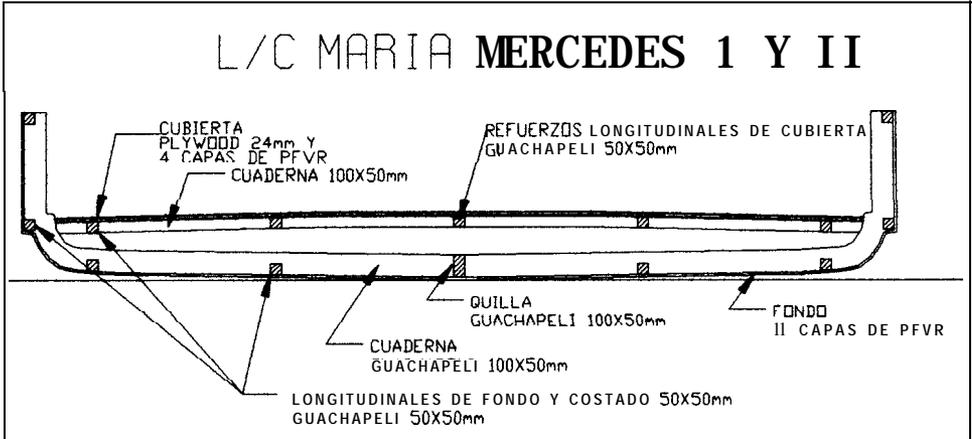
Se determina de las figuras No. 17 y **17a**, que ambas embarcaciones satisfacen el requerimiento de capacidad de carga.

#### 4.3. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA EMBARCACIÓN.

De acuerdo a la selección del material de construcción realizada en el capítulo No. 2, se utilizara **plástico reforzado** con fibra de vidrio. Esto es resina poliéster no saturada reforzada con capas alternadas de fieltros de hilos cortados, nombre comercial **matt**, y tejidos de mechas continuas de vidrio E, nombre comercial woven roving, con **una** relación **vidrio/resina** de **45/55**. Para este cálculo se siguieron las reglas y regulaciones para la clasificación de naves construidas en fibra de vidrio de la Sociedad Clasificadora Bureau **Veritas**, (14).

El arreglo estructural es de tipo transversal con cuadernas espaciadas, para ambos modelos, cada 0.900 m. Los arreglos estructurales se muestran en las figuras No. 18, 19 y 20.

**Figura No. 18**  
**Arreglo estructural en la sección media, para ambos modelos**



**Figura No. 19**  
**Arreglo estructural en la sección media**

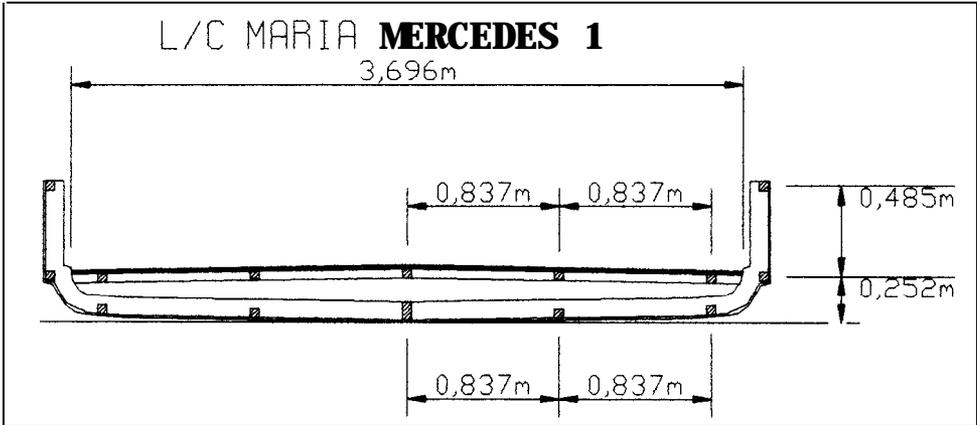
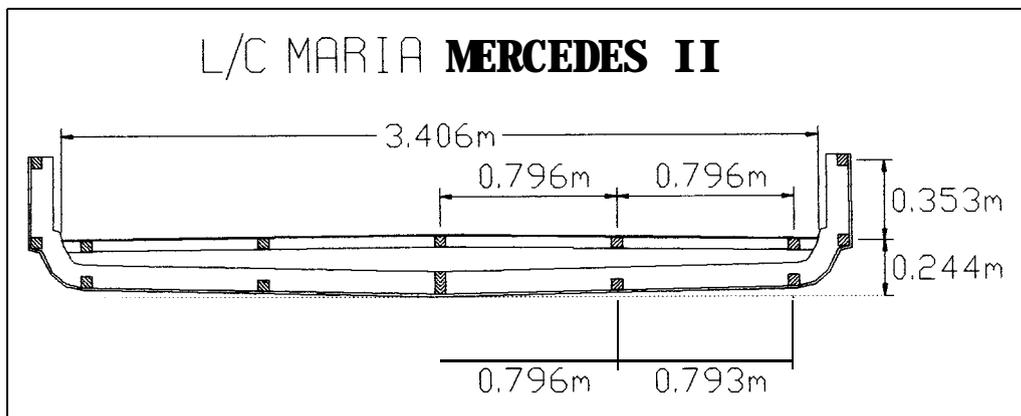


Figura No. 20  
Arreglo estructural en la sección media



El procedimiento de cálculo se describe en el apéndice 3. Los esfuerzos últimos y teóricos se muestran en la tabla No. 20:

Tabla No. 20

## Esfuerzos últimos y teóricos

BOTTOM	L/C MARIA MERCEDES I   L/C MARIA MERCEDES II			
# de capas	11.00	11.00		
$\sigma_{br}$	178.33	178.33	N/mm <sup>2</sup>	breaking bending stress
$\sigma_d$	19.64	23.43	N/mm <sup>2</sup>	bending stress
SF	6.00	6.00		<b>si se cumple factor de seguridad de esfuerzos</b>
f	6.90	6.90	mm	bending deflection
	8.75	8.75	mm	1% of varenga spacing
				<b>si cumple factor de seguridad da deflexión</b>
<b>vagras</b>				
$\sigma_{br}$	188.92	188.92	N/mm <sup>2</sup>	
$\sigma_d$	10.65	10.65	N/mm <sup>2</sup>	
SF	6.00	6.00		<b>si se cumple factor de seguridad de esfuerzos</b>
<b>varengas</b>				
$\sigma_{br}$	188.62	188.91	N/mm <sup>2</sup>	
$\sigma_d$	10.06	6.65	N/mm <sup>2</sup>	
SF	6.00	6.00		<b>si se cumple factor de seguridad de esfuerzos</b>
<b>SIDE SHELL</b>	<b>L/C MARIA MERCEDES I   L/C MARIA MERCEDES II</b>			
# de capas	11.00	11.00		
$\sigma_{br}$	178.33	178.33	N/mm <sup>2</sup>	bending breaking stress
$\sigma_d$	19.64	19.64	N/mm <sup>2</sup>	bending stress
SF	6.00	6.00		<b>si se cumple factor de seguridad de esfuerzos</b>
f	6.90	6.90	mm	bending deflection
	8.75	8.75	mm	1% of stiffener spacing
				<b>si cumple factor de seguridad de deflexión</b>
<b>vagras</b>				
$\sigma_{br}$	188.92	188.92	N/mm <sup>2</sup>	bending breaking stress
$\sigma_d$	10.65	10.65	N/mm <sup>2</sup>	bending stress
SF	6.00	6.00		<b>si se cumple factor de seguridad de esfuerzos</b>
<b>varengas</b>				
$\sigma_{br}$	188.82	168.91	N/mm <sup>2</sup>	bending breaking stress
$\sigma_d$	10.06	8.85	N/mm <sup>2</sup>	bending stress
SF	6.00	6.00		<b>si se cumple factor de seguridad de esfuerzos</b>

INNER CARGO DECK	L/C MARIA L/C MARIA MERCEDES II			
	MERCEDES			
	↓			
espesor del material <b>sandúche</b>	24.00	24.00	Mm	
numero de <b>capas</b>	4.00	3.00		
<b>cargo load</b>	0.42	0.36	Tm/m2	
$\sigma_{br}$	124.23	84.53	N/mm <sup>2</sup>	bending breaking <b>stress</b>
$\sigma_d$	2.35	1.63	N/mm <sup>2</sup>	bending <b>stress</b>
<b>SF</b>	6.00	6.00	<b>si se cumple factor de seguridad de esfuerzos</b>	
<b>f</b>	2.85	1.26	mm	bending <b>deflection</b>
	8.75	8.75	mm	1% of stiffener <b>spacing</b>
			<b>si cumple factor de seguridad de deflexión</b>	
<b>vagras</b>				
$\sigma_{br}$	108.79	70.34	N/mm <sup>2</sup>	bending brsaking <b>stress</b>
$\sigma_d$	6.36	1.08	N/mm <sup>2</sup>	bending <b>stress</b>
<b>SF</b>	6.00	6.00	<b>si se cumple factor de seguridad de esfuerzos</b>	
<b>varengas</b>				
$\sigma_{br}$	121.25	77.18	N/mm <sup>2</sup>	bending breaking <b>stress</b>
$\sigma_d$	4.65	1.17	N/mm <sup>2</sup>	bending <b>stress</b>
<b>SF</b>	<b>6.00</b>	6.00	<b>si se cumple factor de seguridad de esfuerzos</b>	

WATERTIGHT BULKHEADS	L/C MARIA L/C MARIA MERCEDES II			
	MERCEDES			
	↓			
espesor del <b>core</b>	24.00	24	mm	
numero de <b>capas</b>	4.00	4		
$\sigma_{br}$	98.32	84.53	N/mm <sup>2</sup>	bending breaking moment
$\sigma_d$	1.32	1.55	N/mm <sup>2</sup>	bending <b>stress</b>
<b>SF</b>	5.00	3.00	<b>si se cumple factor de seguridad da esfuerzos</b>	
<b>f</b>	1.74	1.94	mm	bending <b>deflection</b>
	8.75	8.75	mm	1% of stiffener <b>spacing</b>
			<b>si cumple factor de seguridad de deflexión</b>	
<b>Refuerzos Verticales</b>				
$\sigma_{br}$	73.01	112.15	N/mm <sup>2</sup>	bsnding brsaking <b>stress</b>
$\sigma_d$	7.17	2.58	N/mm <sup>2</sup>	bending <b>stress</b>
<b>SF</b>	5.00	3.00	<b>seguridad de esfuerzos</b>	

### Cálculo de pesos:

De las curvas hidrostáticas se conoce las **áreas** del casco y cubierta, a partir de estas **áreas** y multiplicándolas por el peso específico de la fibra de vidrio y relaciones de mezcla de la resina, se obtiene el peso del casco, el resultado se muestra en la tabla No. 2 1.

Tabla No. 21

#### Cálculo del peso del casco (L/C María Mercedes I)

	Area m2	Capas Matt	Capas Roving	(1)		(2)		(1)*0,45		(2)*0,8	
				Area	Matt	Area	Roving	Peso	Matt	Peso	Roving
				m2		m2		Kg		Kg	
Casco	53,00	6,00	5,00	318,00		318,00		143,10		254,40	
Longitudinales	24,14	4,00	2,00	96,56		96,56		43,45		77,25	
Transversales	23,18	4,00	2,00	92,72		92,72		41,72		74,18	
Cubierta	34,00	6,00	2,00	204,00		204,00		91,80		183,20	
Longitudinales	12,24	4,00	2,00	48,96		48,96		22,03		39,17	
Transversales	11,00	4,00	2,00	44,00		44,00		19,80		35,20	
Mamparos	12,16	6,00	2,00	72,96		72,96		32,83		58,37	
						suma=		394,74		701,76	

#### Cálculo del peso del casco (L/C María Mercedes II)

	Area m2	Capas Matt	Capas Roving	(1)		(2)		(1)*0,45		(2)*0,8	
				Area	Matt	Area	Roving	Peso	Matt	Peso	Roving
				m2		m2		Kg		Kg	
Casco	38,50	6,00	5,00	231,00		231,00		103,95		184,80	
Longitudinales	19,84	4,00	2,00	79,36		79,36		35,71		63,49	
Transversales	17,47	4,00	2,00	69,88		69,88		31,45		55,90	
Cubierta	24,00	6,00	2,00	144,00		144,00		64,80		115,20	
Longitudinales	10,20	4,00	2,00	40,80		40,80		18,36		32,64	
Transversales	8,44	4,00	2,00	33,76		33,76		15,19		27,01	
Mamparos	9,30	6,00	2,00	55,80		55,80		25,11		44,64	
						suma=		294,57		523,68	

## Cálculo del peso del casco

	L/C MARIA MERCEDES I	L/C MARIA MERCEDES II
	Kg	Kg
<b>Matt 450</b>	<b>394,74</b>	<b>294,57</b>
<b>Roving 800</b>	<b>701,76</b>	<b>523,68</b>
<b>Resina poliéster 45/55</b>	<b>1340,17</b>	<b>1000,08</b>
<b>Acelerante 1%</b>	<b>13,40</b>	<b>10,00</b>
<b>Catalizador 1%</b>	<b>13,40</b>	<b>10,00</b>
<b>Estireno 20%</b>	<b>268,03</b>	<b>200,02</b>
<b>Suma</b>	<b>2731,50</b>	<b>2038,35</b>
<b>10%</b>	<b>273,15</b>	<b>203,84</b>
<b>Peso del casco</b>	<b>3004,65</b>	<b>2242,19</b>

## 4.4. SELECCIÓN DEL SISTEMA PROPULSOR.

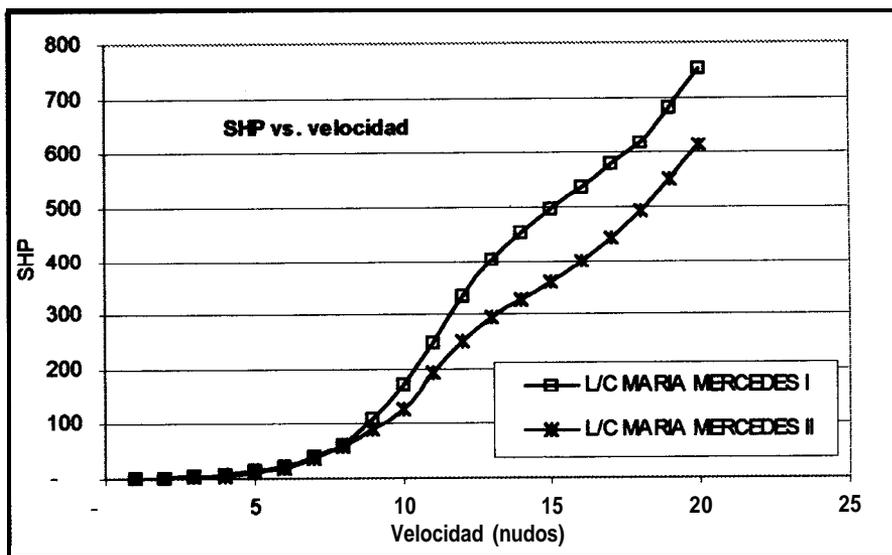
**Selección de los motores:** El cálculo de la resistencia al avance se realizó con la ayuda del programa DISPROP (21), en el cual se **utilizó** el método de Holtrop, con coeficiente de seguridad igual a 1.2, para hélice en aguas abiertas. Los datos fueron tomados de las curvas hidrostáticas y líneas de formas para la condición de carga máxima, los archivos de datos se muestran en el apéndice 04.

Los resultados se muestran en la tabla No. 22 y figura No. 21:

Tabla No. 22  
Curvas de resistencia (libras) y SHP vs. velocidad (nudos)

VELOCIDAD [nudos]	L/C MARIA MERC	DES I	L/C MARIA MERCEDES II	
	RESIST.* CS [libras]	SHP	RESIST. ' CS [libras]	SHP
1.00	20.57	0.13	16.35	0.10
2.00	75.52	0.93	59.05	0.73
3.00	159.90	2.95	124.10	2.29
4.00	270.60	6.65	210.40	5.17
5.00	412.70	12.67	329.70	10.12
6.00	605.60	22.31	506.70	18.67
7.00	952.40	40.93	863.40	37.11
8.00	1,255.00	61.65	1,203.00	59.09
9.00	1,967.00	108.70	1,613.00	89.13
10.00	2,781.00	170.75	2,067.00	126.91
11.00	3,662. W	247.33	2,865.00	193.50
12.00	4,541.00	334.58	3,406.00	250.95
13.00	5,035.00	401.89	3,667.00	292.70
14.00	5,266. W	452.67	3,777.00	324.67
15.00	5,378.00	495.31	3,898.W	359.01
16.00	5,453. W	535.70	4,053.00	398.17
17.00	5,524. W	576.60	4,240.00	442.57
18.00	5,598. W	618.69	4,461.00	493.03
19.00	5,845.00	681.88	4,713. w	549.82
20.00	6,143.00	754.36	4,993.00	613.14

Figura No. 21  
Curvas SHP vs. velocidad



Para L/C Maria Mercedes 1, de dimensiones 10.73x4.00x0.76 m, se necesitan 452.50 SHP para alcanzar la velocidad de 14 nudos. De los catálogos de los fabricantes, (22), se escogió dos motores Volvo **Penta** modelo **TAMD63L**, con un reversible **ZF220A** acoplado, las especificaciones técnicas veáanse en el apéndice 05. Este motor entrega 235 SHP a una revolución de 2500 RPM, si su reversible tiene razones de reducción de 1.235:1, 1.533, 1.75:1, 2.040 y 2.455:1, la hélice trabajara a las siguientes velocidades de rotación 2024, 1630, 1428, 1225 y 1018 RPM.

Para la L/C Maria Mercedes II, de dimensiones 8.82x3.75x0.62 m, se necesitan 59.09 HP para alcanzar la velocidad de 8 nudos. De los **catálogos** de los fabricantes, (22), se escogieron un motor Caterpillar 3034, con un reversible **ZF25A** acoplado,

las especificaciones técnicas **veáanse** en el **apéndice 05**. Este motor entrega 80 BHP a una velocidad de rotación de 2600 RPM, si su reversible tiene razones de reducción de **1.548:1, 1.926:1, 2.292:1** y 2.714, la hélice trabajara a las siguientes velocidades de rotación **1679, 1349, 1134** y 958 RPM.

**Selección del propulsor:** El programa DISPROP (21), selecciona una **hélice** de la serie B, que dadas las características de la embarcación, absorbe la potencia que se le entrega. Para seleccionar la hélice que opere a la mas alta eficiencia , se probaron diferentes combinaciones de diámetros y velocidades de rotación. Los resultados se muestran en la tabla No. 23.

Tabla No. 23  
Datos Iniciales de los propulsores seleccionados

	L/C MARIA MERCEDES I			L/C MARIA MERCEDES II		
<b>DIAMETRO[pies]:</b>	1.80	2.00	2.20	1.25	1.50	1.75
<b>REV/MIN</b>	1020.00	1020.00	1020.00	900.00	900.00	900.00
<b>VELOC. [nudos]:</b>	0.00	13.51	15.54	0.00	0.00	8.42
<b>PASO/DIAMETRO:</b>	0.00	1.22	1.03	0.00	0.00	1.09
<b>EFIC. PROPULS.:</b>	0.00	0.45	0.54	0.00	0.00	0.40
<b>REV/MIN</b>	1430.00	1430.00	1430.00	1300.00	1300.00	1300.00
<b>VELOC. [nudos]:</b>	13.52	15.20	15.83	0.00	8.28	8.56
<b>PASO/DIAMETRO:</b>	0.95	0.78	0.64	0.00	0.91	0.63
<b>EFIC. PROPULS.:</b>	0.45	0.53	0.55	0.00	0.37	0.43
<b>REV/MIN</b>	2020.00	2020.00	2020.00	1600.00	1600.00	1600.00
<b>VELOC. [nudos]:</b>	13.78	12.96	10.55	7.95	8.34	8.39
<b>PASO/DIAMETRO:</b>	0.57	0.43	0.25	1.03	0.66	0.44
<b>EFIC. PROPULS.:</b>	0.46	0.42	0.22	0.31	0.38	0.39

De la tabla No. 23, se seleccionan la hélices de mayor eficiencia, siendo **éstas**:

---

L/C Maria Mercedes 1	D = 2.00 pies (0.61 m)
L/C Maria Mercedes II	D = 1.75 pies (0.53 m)

---

Los valores de operación de estas hélices se muestran en la tabla No. 24.

Tabla No. 24  
Valores de operación de los propulsores seleccionados

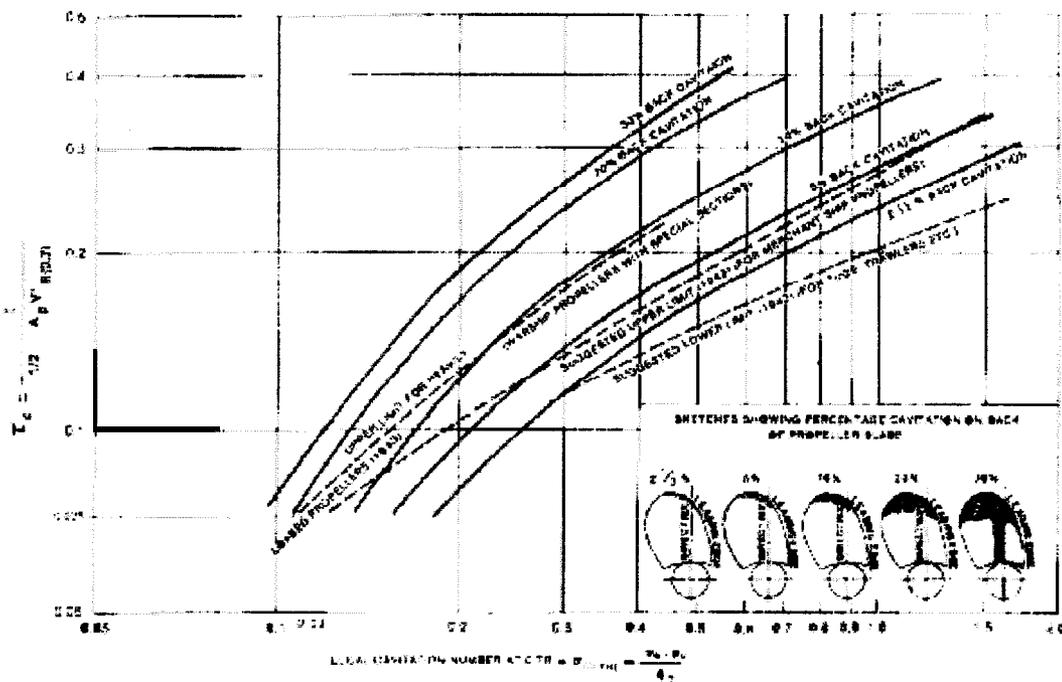
	L/C MARIA MERCEDES I	I/C MARIA MERCEDES II
<b>DIAMETRO[pies]:</b>	2.00	1.75
<b>REV/MIN</b>	1020.00	900.00
<b>EMPUJE[libras]:</b>	3117.00	1501.00
<b>TORQUE[lb-pie]:</b>	1232.00	444.70
<b>FAC. DE ESTELA</b>	0.17	0.33
<b>FAC. DED. EMP.:</b>	0.17	0.21
<b>EF. AG. ABIER.:</b>	0.48	0.35
<b>EF. REL. ROT. :</b>	0.99	1.02
<b>TAOc:</b>	0.36	0.37
<b>SIGMA :</b>	0.36	0.63
<b>REV/MIN</b>	1430.00	1300.00
<b>EMPUJE[libras]:</b>	3252.00	1587.00
<b>TORQUE[lb-pie]:</b>	878.20	<b>307.90</b>
<b>FAC. DE ESTELA</b>	0.17	0.33
<b>FAC. DED. EMP.:</b>	0.17	0.21
<b>EF. AG. ABIER.:</b>	0.55	0.38
<b>EF. REL. ROT. :</b>	1.02	1.02
<b>TAOc:</b>	0.17	0.17
<b>SIGMA :</b>	0.19	0.31
<b>REV/MIN</b>	2020.00	1600.00
<b>EMPUJE[libras]:</b>	3027.00	1483.00
<b>TORQUE[lb-pie]:</b>	619.60	250.10
<b>FAC. DE ESTELA</b>	0.17	0.33
<b>FAC. DED. EMP.:</b>	0.17	0.21
<b>EF. AG. ABIER.:</b>	0.42	0.35
<b>EF. REL. ROT. :</b>	1.04	1.02
<b>TAOc:</b>	0.08	0.10
<b>SIGMA :</b>	0.10	0.20

Los porcentajes de cavitación se **calcularon** utilizando el diagrama de cavitación posterior, figura No. 1 tomada de la referencia (23), los resultados se muestran en la tabla No. 25.

Tabla No. 25  
 Porcentajes de **cavitación** posterior

	L/C MARIA MERCEDES I	L/C MARIA MERCEDES II
DIAMETRO[pies]:	2.00	1.75
VELOC.[nudos]:	13.51	6.42
REV/MIN	1020.00	900.00
TAOc:	0.36	0.37
SIGMA :	0.36	0.63
%CAVITACION	30.00	15.00

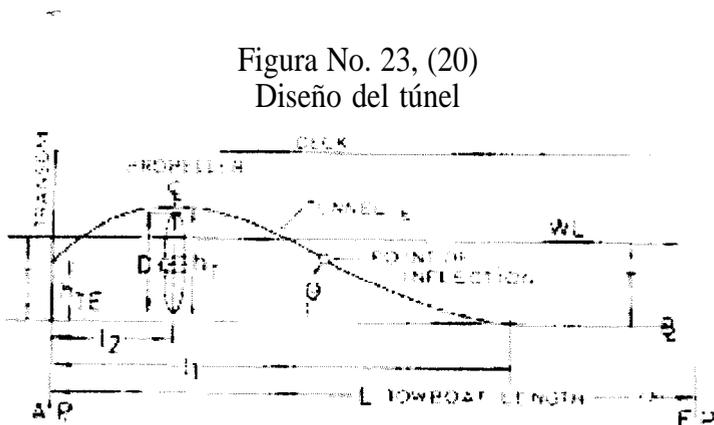
Figura No. 22  
 Diagrama de cavitación posterior, (23)



### Diseño del túnel:

Dado que se tiene una restricción de calado, se diseñará un túnel para la **hélice** que permita un mayor diámetro de **hélice** y **minimize** los problemas de vibración. Se **seguirá** el procedimiento descrito en la referencia (24).

En la figura No.5 se indican los parámetros de **diseño** del túnel.



Los valores recomendados son:

$$l_1 = 0.33 * L \quad [8]$$

$$l_2 = 0.10 * L \quad [9]$$

$$h_T = \frac{l_1}{6} \quad [10]$$

$$h_{TE} = 0.95 * T \quad [11]$$

$$\Theta = \left( 230 + 20.86 * \left( \frac{BHP}{EJE} \right) \right) \left( \frac{T^2}{BHP} \right) \left( \frac{EJE}{EJE} \right) \quad [12]$$

$$\Theta_1 = (1.14 - 0.018 * \Theta) * \Theta \quad [13]$$

$$\Theta_2 = (0.886 - 0.0286 * \Theta_1) * \Theta_1 \quad [14]$$

donde:

$l_1$  = longitud del túnel, en pies.

$l_2$  = distancia desde la perpendicular de popa al centro del plano de la hélice, en pies.

T = calado, en pies.

$h_T$  = mayor ordenada del **túnel** medida desde la línea base, en pies.

$h_{TE}$  = altura del **túnel** en el espejo medido desde la línea base, en pies.

$\Theta$  = ángulo en el punto de inflexión del **túnel**, en grados.

$\Theta_1$  = ángulo de ingreso del flujo de agua al **túnel**, en grados.

$\Theta_2$  = ángulo de salida del flujo de agua del **túnel**, en grados.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla No. 26  
Dimensiones del **túnel** para la hélice

	/C MARIA MERCEDES I		/C MARIA MERCEDES II	
L	35,19pie	10,73m	28,93pie	8,82m
h	2,03pie	0,62m	1,67pie	0,51m
BHP/eje	235,00HP		80,00HP	
l1	11,61pie	3,54m	9,55pie	2,91m
l2	3,52pie	1,07m	2,89pie	0,88M
D	2,00pie	0,61m	1,75pie	0,53M
hT	2,20pie	0,67m	1,93pie	0,59M
hTE	1,93pie	0,59m	1,59pie	0,48M
$\Theta$	4,91grados		8,63grados	
$\Theta_1$	5,16grados		8,50grados	
$\Theta_2$	3,81grados		5,46grados	

## CAPÍTULO 5

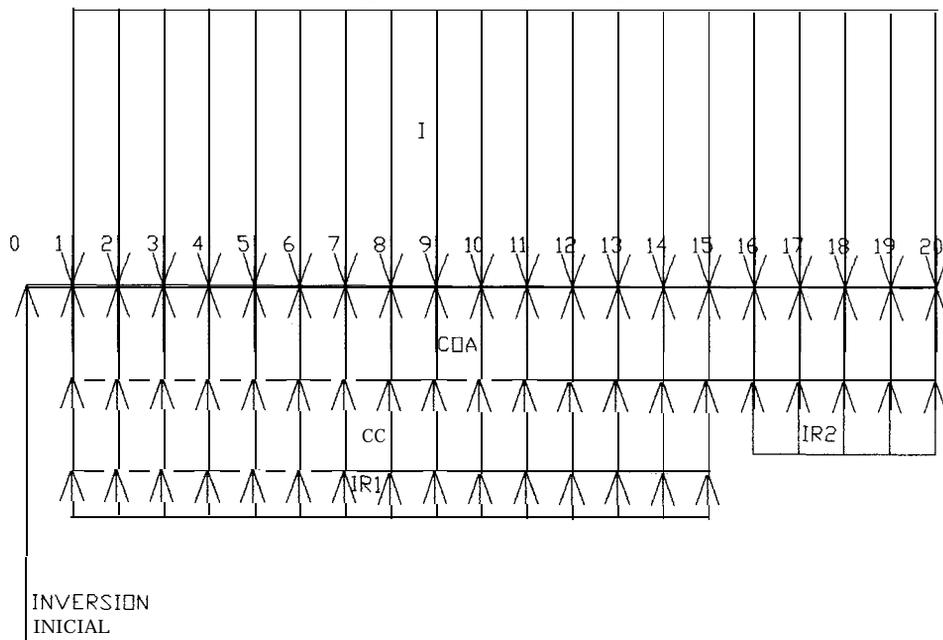
### ANÁLISIS ECONÓMICO

Se determinará la viabilidad de implantar el transporte fluvial, utilizando como criterios el V.A.N. (Valor actual neto) y el T.I.R. (Tasa Interna de Retorno). Además se realizará una comparación de los valores del flete por Tm – Km con el transporte terrestre.

#### 5.1. FLUJO DE CAJA

Se va a esquematizar los ingresos y egresos estimados para un periodo de tiempo igual a 20 años, correspondientes a la vida útil típica de las embarcaciones, para lo que se seguirá el modelo propuesto en la referencia (10). El flujo de caja se muestra en la figura No. 24:

Figura No. 24  
Diagrama de **flujo** de caja



donde:

10: Inversión inicial, compuesta por la parte no financiada del navío, costos de estudios preliminares, establecimiento del sistema, y, reserva de operación para 01 mes.

COA: Costo operacional anual.

CC: Amortización anual del financiamiento + depreciación anual.

IR1: Impuesto a la renta hasta el año 15.

IR2: Impuesto a la renta a partir del año 15.

1: Ingresos anuales.

J: Amortización anual del financiamiento.

D: Depreciación anual.

## 5.2. CÁLCULO DE COSTOS FIJOS Y OPERACIONALES

A **continuación** se calculará los costos de transporte por Ton – Km.

### Costos de las unidades de transporte de la flota:

El costo de las embarcaciones necesarias para la **implantación** del sistema de transporte fluvial está basado en el diseño preliminar efectuado en el capítulo No. 4. Su cálculo detallado se muestra en el **apéndice**. Los costos aproximados de las embarcaciones se muestran en la tabla No. 27.

Tabla No. 27  
Costo de embarcaciones

	L/C MARIA MERCEDES I	L/C MARIA MERCEDES II
# BARCAZAS	5	9
COSTO UNITARIO	50000	30000
COSTO FLOTA	250000	270000

Los costos de capital y operaciones de la flota de embarcaciones **serán** calculados de acuerdo al modelo de costos empleado en el estudio desarrollado por la FIMCM en el **año 1992 (15)**, el cual se muestra en el **apéndice 06**.

**Costo de capital de la embarcación:**

Para este cálculo, se asumirá que el 85% del valor de adquisición de la flota será financiado a 15 años plazo con un interés anual del 15%. La depreciación se considerará lineal y limitada a la vida útil de la embarcación, esto es, 20 **años**, con valor residual nulo.

**Costos operacionales:**

Para el cálculo de los costos operacionales se considerará los siguientes items:

- a) Costo de salarios del personal viajante.
- b) Costo de salarios del personal no viajante.
- c) Consumos de combustible y lubricante.
- d) Costo de mantenimiento de la embarcación.
- e) Gastos generales.

Los valores de ingreso a este modelo se muestran en la tabla No. 28.

Tabla No. 28

INGRESAR VALORES DE PRECIOS UNITARIOS			L/C MARIA MERCEDES I	L/C MARIA MERCEDES II
ABREV.	DESCRIPCIÓN	UNI	P.U.	P.U.
PMV	PRECIO DE MERCADO DE LA FLOTA*85%	\$	212.500	229.500
VEV	VIDA ECONOMICA DE LA EMBARCACIÓN	millas	397.769	236.894
PVC	PERSONAL VIAJANTE CALIFICADO POR EMBARCACION POR DIA	# DE PERSONAS	5	9
PVNC	PERSONAL VIAJANTE NO CALIFICADO POR EMBARCACION POR DIA	# DE PERSONAS	5	9
PCNV	PERSONAL CALIFICADO NO VIAJANTE POR EMBARCACION POR DIA	# DE PERSONAS	-	0
CUAPC	COSTO UNITARIO ANUAL DEL PERSONAL CALIFICADO	\$	2.400	2400
CUAPNC	COSTO UNITARIO ANUAL DEL PERSONAL NO CALIFICADO	\$	1.800	1800
CC	CONSUMO DE COMBUSTIBLE	GALON/VEHICULO/millas	12	6,0
PMC	PRECIO DEL MERCADO DE COMBUSTIBLE	\$/GALON	1	1
CL	CONSUMO DE LUBRICANTE	LT/VEHI/millas	4,40	4,07
PML	PRECIO DEL MERCADO DE LUBRICANTE	\$/LT	2	2
RAV	RECORRIDO ANUAL DE LA EMBARCACION	millas	26.312	15792,9
GG	GASTOS GENERALES	% DE COSTO TOTAL	5	5
CAMV	COSTO ANUAL DEL MANTENIMIENTO DEL VEHICULO	%	5	5
CV	CAPACIDAD DE LA FLOTA	TM	39.148	20278
	TONELADAS - MILLAS TRANSPORTADAS ANUALMENTE		553.275	452196
COC	COSTO DE OPORTUNIDAD DEL CAPITAL	%	15	15
VU	VIDA UTIL DE LA EMBARCACION	AÑOS	20	20

Los costos de capital y operaciones resultantes se muestran en la tabla No. 29.

Tabla No.29

COSTOS DE CAPITAL Y OPERACIONES (\$/Tm-millas)		L/C MARIA MERCEDES I	L/C MARIA MERCEDES II
#ITEM		\$/Tm-millas	\$/Tm-millas
1	COSTO DE CAPITAL DEL VEHICULO (CCV)	6,55E-02	8,68E-02
2	DEPRECIACIÓN	2,26E-02	2,99E-02
	COSTOS OPERACIONALES		
3	COSTO DE PERSONAL VIAJANTE (CPV)	3,80E-02	8,36E-02
4	COSTO DE PERSONAL NO VIAJANTE (CPNV)	0,00E+00	0,00E+00
5	CONSUMO DE COMBUSTIBLE (CCE)	2,97E-04	2,95E-04
6	CONSUMO DE LUBRICANTES (COL)	2,25E-04	4,01E-04
7	MANTENIMIENTO DE VEHICULOS (MV)	1,92E-02	2,54E-02
8	GASTOS GENERALES	6,16E-03	9,82E-03
	SUMA DE COSTOS OPERACIONALES	6,38E-02	1,19E-01

### 5.3. CÁLCULO DEL FLETE MÍNIMO REQUERIDO

Se calculará el flete **mínimo** que permita alcanzar el **T.I.R** de **15%**, para lo cual se **seguirá** el modelo propuesto por Mariscal (13):

$$f = \frac{\sum_{N=0}^N \frac{E}{(1+r)^N}}{\sum_{N=0}^N \frac{q}{(1+r)^N}} \quad [8]$$

donde:

$f$ : Precio unitario de transporte, en **\$/Tm-millas**.

$E$ : Egresos anuales = Costos de capital + costos operacionales + depreciación, por milla recorrida.

$r$ : Tasa interna de retorno, **20%** .

$N$ : Número de años, **20 años**.

$q$ : **Cantidad** de toneladas a transportarse anualmente.

La tabla de cálculos se muestra en el **apéndice 07**, los valores de flete son:

	TIR %	FLETE \$/TM/MILLA
L/C MARIA MERCEDES I	20,00	0,16
L/C MARIA MERCEDES II	20,00	0,25

#### 5.4.COMPARACIÓN CON EL FLETE TERRESTRE

Durante las entrevistas realizadas a personas relacionadas con la producción agrícola de la zona, y reportadas en el capítulo 2, se determinó que un camión cobra **USD\$ 0.60** por transportar un quintal de arroz desde **Colimes** hasta Santa Lucía, esto es una distancia de 6.78 millas. Este valor representa un flete terrestre de **USD\$1.77/Tm/milla**, valor mucho mayor que el fluvial.

## CONCLUSIONES

Se analizó la necesidad de implantar un sistema de transportación fluvial en la cuenca del Guayas; se seleccionó luego una subárea dentro de la subcuenca del río Daule, y, se cuantificó la demanda de transporte de la producción de arroz. Se **diseñaron** luego, en forma preliminar dos flotas de embarcaciones que satisfagan los requerimientos y se determinó la rentabilidad económica para lo cual se compararon sus valores de flete con el transporte terrestre. Se puede concluir lo siguiente:

De la investigación **bibliográfica** se determina que la margen derecha del río Daule no cuenta con carreteras de primer orden a pesar de concentrar el 10.45% de la **producción** nacional de arroz. Esto hace que los agricultores de esta zona de la cuenca del Guayas tengan grandes dificultades para llevar su producto a las piladoras ubicadas alrededor de los cantones Santa Lucía y Daule, principalmente; este hecho es observable en los mapas de la región, y corroborado por pobladores entrevistados. Sin embargo, esta región cuenta con una excelente hidrovía, cuyo caudal se encuentra regulado por la presa Daule Peripa, que mantiene una profundidad promedio de 2.16 metros, según la información proporcionada por el **INAHMI**.

A partir de las estadísticas del MAG, la producción proyectada al **año** 2002, y asumiendo que la flota a **diseñarse** podría transportar el 25% de dicha producción, se determinó que se requieren transportar 137 toneladas de arroz por día, en la ruta

Bárbara – **Colimes** – Palestina – **Huajamba** – Santa Lucía – Monte Oscuro – Santa Lucía. Sin embargo debido a que únicamente las producciones de Bárbara y **Colimes** serán transportadas simultáneamente, la capacidad máxima requerida para la flota es de 71 Tm. También se determinó que de acuerdo a la zona a servir, la **máxima** distancia que la flota debe viajar es de 46.36 millas, con un tiempo de navegación y operaciones de **4H18** (sin considerar el retorno), luego la velocidad requerida para cubrir esta distancia diariamente es de 13.9 nudos. Se concluyó que esta velocidad es muy alta para este tipo de embarcaciones, motivo por el cual se decidió desarrollar una **subruta** como alternativa: Bárbara – **Colimes** – Palestina, de tal manera que se absorba el mayor porcentaje de producción dentro de la ruta seleccionada, esto es 71 Tm que representa el 51% del total. La distancia total a recorrerse es de 27.61 millas náuticas y la velocidad requerida de 8 nudos.

Debido a que el calado de la flota a diseñarse es el gran limitante de **diseño**, se preparó una **pequeña** base de datos con las dimensiones principales de embarcaciones tipo barcaza ya construidas. Las formas de este tipo de embarcaciones provee el mínimo calado para una capacidad de carga dado. Así mismo, para diseñar un casco lo más ligero posible, se seleccionó la Fibra de Vidrio como material de construcción. Se implementó un **pequeño** proceso iterativo para determinar las dimensiones básicas de las embarcaciones, reconociéndose la gran utilidad del esquema de la espiral en el **diseño** y los programas de generación automática de Formas, para lograr satisfacer los requerimientos de capacidad de carga y velocidad de la nave.

En situaciones como la presente, en que los requerimientos del sistema de propulsión son elevados, se nota la alta relación entre los parámetros de las formas del buque y otros requerimientos de los sistemas internos. Por ejemplo, para definir la altura mínima del espejo es necesario considerar el espacio para acomodar la hélice, dentro de su túnel. A su vez, es necesario mantener en mente las recomendaciones generales para la definición del **túnel**, poco conocidas en el medio, sobre los **ángulos** de entrada al disco de la hélice para evitar que el agua llegue turbulenta y genere fuerzas de excitación elevadas. Así mismo, la configuración del casco fue generada por la necesidad de evitar que el agua del río moje la carga.

Se ha evaluado la estabilidad intacta, basada en un cálculo preliminar del KG, habiendo cumplido los requerimientos básicos de estabilidad del Convenio SOLAS 74 (enmienda de 1989) regla **II-1/22**. Sin embargo, es obvio que las exigencias a este respecto para la navegación fluvial, deben ser diferentes que para aguas abiertas, debido a la imposibilidad de formarse olas de **tamaño** apreciable pero con mayores posibilidades de **daños** en el fondo. Luego de consultar, de manera informal, con la autoridad marítima, esta manifestó que no se tiene ninguna regulación especial sobre el transporte fluvial, de manera que queda como **trabajo** futuro el determinar qué requerimientos habría que imponer para este tipo de embarcaciones.

La estructura del casco fue **diseñada** siguiendo las reglas de Bureau Veritas, y se incluyó un doble fondo para incrementar la seguridad por posibles roturas debido a la presencia de troncos y otros desechos sólidos flotantes, especialmente en la

temporada de invierno. Comparando la estructura **diseñada**, con otra embarcación construída en el medio, las tipo Tiburón de **7,50** metros de eslora, se encontró que en el casco de este diseflo se laminaran 11 capas, de Matt 450 y Woven Roving 800, alternadas, mientras que las Tiburón incluyen 10 capas, de Matt 375 y Woven Roving 450, alternadas. De manera que los escantillones lucen razonables.

Finalmente para las dos alternativas de **diseño**, se determino que sus valores de flete son de **0,16** y **0,25** dolares por tonelada y por milla recorrida, para alcanzar una tasa de retorno del 20% de la inversión. Estos valores son menores que \$1.77 por tonelada y milla recorrida en el caso terrestre. Este valor fue calculado en función de la información **obtenida** en campo (\$0.60 por quintal desde Palestina a Santa Lucía). Además, es necesario recalcar que esta **comparación** tiene sentido en verano, puesto que en invierno **prácticamente** no hay en este momento alternativa en funcionamiento. Se concluye que implantar un sistema de transporte fluvial parece ser económicamente viable y además representa la solución en época de invierno para que los agricultores de la margen derecha del Río Daule en la **región** entre **Bárbara** y Monte Oscuro puedan llevar sus productos a las piladoras y centros de consumo.

El **análisis** económico determinó que los valores de flete presentan valores competitivos a largos **períodos de financiamiento**, **20 años** en este caso. Por tanto se estima que este sistema no se debe dejar en manos de la iniciativa privada ya que el lógico intento de rentabilidad inmediata la situaría en condición de desventaja respecto del transporte terrestre.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar en estudios posteriores:

Se recomienda actualizar de la información utilizando los censos poblacionales y agropecuario realizados en el 2001 y 2000 respectivamente, cuyos resultados aun no están disponibles. Para este estudio, la población humana y pecuaria se la proyectó a partir de los datos de los censos poblacional y agropecuario realizados en 1990 y 1987 respectivamente.

Las L/C Maria Mercedes 1 y Maria Mercedes II poseen números de Froude iguales a 0.41 y 0.26 respectivamente, correspondientes a embarcaciones de semiplano y desplazamiento. En el método de Holtrop para el cálculo de la Resistencia al Avance, estos valores de los números de Froude están dentro del rango de utilidad del algoritmo. Sin embargo, dado que el comportamiento hidrodinámico de una embarcación en un río presenta diferencias con el que tiene en aguas profundas, se recomienda utilizarlo como una estimación preliminar. Una mejor estimación se obtendría con pruebas de modelos a escala. Así mismo, en la selección final es necesario considerar hélices propulsores con mayor área desarrollada para reducir el porcentaje de cavitacion.

El costo del transporte terrestre está basado en información **obtenida** de manera informal. Además es posible pensar que no habiendo otra alternativa actualmente, se hayan incrementado el costo del flete en forma arbitraria. De manera que es necesario desarrollar un **análisis** de cuánto podría realmente costar el flete en presencia de una alternativa que compita con el terrestre.

## **APÉNDICES**

## APÉNDICE A

### MANUAL DEL USUARIO DE LA HOJA ELECTRÓNICA DE CÁLCULO CONCEPTUAL.XLS

Esta **pequeña** aplicación fue desarrollada en una hoja electrónica EXCEL. El libro cuenta con las siguientes hojas de cálculo: dimensiones, pesos, ruta y **subruta**, las cuales se detallan a continuación:

#### **Hoja de cálculo “Dimensiones”**

En esta, hoja al mismo tiempo que se ingresan los datos se visualizan los resultados para las dos alternativas consideradas. La figura No. A1 muestra la pantalla de la hoja de cálculo.

Figura No. A1

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

CB = 20,83+6,78

DATOS DE INGRESO		Alternativa	
		ROUTA	SUBROUTA
4	Número de embarcaciones	8	9
5	Número de viajes redondos diarios	1	1
6	Número de localidades visitadas en un viaje redondo	7	7
7	Eslora (m)	10,73	8,82
8	Distancia en un viaje redondo (millas)	48,36	27,81
9	Tiempo de un viaje redondo (hr)	8	8
10	Tiempo de operaciones en una localidad (hr)	0,1	0,1
11	Tiempo de navegación en contra de la corriente	3,7	4
12	Demanda diaria (Tm)	137	71
13	Capacidad máxima requerida (Tm)	71	71
14	Razón de carga y descarga (Tm/hr)	60	60
RESULTADOS			
19	Velocidad (VEL) en nudos	13,9	7,8
20	Capacidad de carga, en Tm	14,2	7,9
21	Desplazamiento (DESP) en Tm	16,8	9,3
22	L*B*H*Cb	16,8	9,3
23	Eslora (L) en metros	10,73	8,82
24	Manga (B) en metros	2,36	2,43
25	Calado (H) en metros	0,81	0,60
26	Puntal (D) en metros	0,76	0,62
27	Coeficiente		
28	Bloet	0,869	0,869
29	Prismático	0,887	0,887
30	Sección media	0,980	0,980
31	Piso de agua	0,979	0,979
32	Prismático vertical	0,888	0,888
33	CUMC (m3)	24,14	13,41

[\*] IMPORTANTE SE DEBE INGRESAR LOS VALORES DE ESLORA, NUMERO DE EMBARCACIONES DE LA FLOTA Y NUMERO DE VIAJES REDONDOS DIARIOS HASTA QUE LOS VALORES DE DESPLAZAMIENTO Y L\*B\*H\*Cb SEAN IGUALES.

Lista NUM

Los datos de ingreso son:

- Número de embarcaciones de la flota, (NEF).
- Número de viajes redondos diarios (NVRD).
- Número de localidades visitadas en un viaje redondo, (NLV).
- Eslora, en metros.
- Distancia recorrida, (DV).
- Tiempo de un viaje redondo en horas, (TVR).
- Tiempo de operaciones en una localidad en horas, (TOPL).
- Tiempo de navegación en contra de la corriente, (TNC).

- o Demanda diaria de transporte fluvial en toneladas métricas, (DD).
- o Capacidad **máxima** requerida para la flota, (CAPMAX).
- o Razón de carga y descarga en **Tm/hr**, (RCD).

Los resultados obtenidos son:

Velocidad en nudos.- Para el cálculo de la velocidad se utiliza la ecuación (6) descrita en el subcapítulo No.25

$$VEL = \left( \frac{DV}{TVR - TNC - NLV * TOPM - \frac{DD}{NEF * RCD * NVRD}} + \frac{DV}{TNC} \right) \div 2$$

Capacidad de carga.- Para el cálculo de la capacidad de carga de cada embarcación de la flota se utiliza la fórmula (7), descrita en el subcapítulo No.25

$$cAP = \frac{CAPMAX}{NEF * NVRD}$$

**Desplazamiento.**- Para el cálculo del desplazamiento se aumentó un 18% a la capacidad de carga, para considerar el desplazamiento ligero de la embarcación.

Dimensiones principales.- El cálculo de las dimensiones principales y coeficientes de forma se detalla en las hojas “ruta” y “subruta”.

CUNO.- Es el producto de la eslora por la manga y el puntal.

### Hoja de cálculo “Pesos”

En esta hoja se implementa el procedimiento descrito en la referencia (18). Las estimaciones preliminares de pesos, véase figura No. A2, se detallan a continuación:

FiguraNo.A2

The screenshot shows a spreadsheet window with a menu bar (Archivo, Edición, Ver, Insertar, Formato, Herramientas, Datos, Ventana, ?) and a toolbar. The spreadsheet content is as follows:

	Alternativas	
	RUTA	SUBRUTA
1		
2		
3	CUNO (m3)	24,138
4	Casco (Tm)	0,741
5	Alistamiento (Tm)	0,966
6	Motor principal y auxiliares (Tm)	0,181
7	Desplazamiento liviano (Tm)	1,887
8	Capacidad de carga (Tm)	14,200
9	Desplazamiento cargado (Tm)	16,087
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		

At the bottom of the spreadsheet, the status bar shows: Listo |< |> \ dimensiones \ pesos \ RUTA \ SUBRUTA / |< |> MAY NUM

- **CUNO.**- Toma los valores calculados en la hoja de calculo “dimensiones”.
- Casco.- Para el cálculo del peso del casco se utiliza la siguiente formula:

$$PESO_{CASCO} = (0.0153 * L^2 + 2.1896 * L + 5.4236) * CUNO$$

donde:

L = eslora en metros, tomada de las hojas de calculo “ruta” y “subruta”.

- Alistamiento.- Para el calculo del alistamiento se utiliza la siguiente fórmula:

$$PESO_{ALISTAMIENTO} = 40 * CUNO$$

- Motor principal y auxiliares.- Para el cálculo del peso del motor principal y auxiliares se utiliza la siguiente formula:

$$PESO_{MOTOR} = 7.5 * CUNO$$

- Desplazamiento liviano.- Para estimar el desplazamiento liviano se suman los pesos del casco, alistamiento y motor principal, y luego se multiplica por 1.1.
- Capacidad de carga.- Como se define en la hoja de cálculo “dimensiones”.
- Desplazamiento **cargado.**- Se suma el desplazamiento liviano mas la capacidad de carga.

### **Hojas de cálculo “ruta”y “subruta”**

Las ecuaciones descritas en el subcapítulo 3.2 se implementaron en estas hojas. Los valores de la manga, calado y coeficientes de forma se calculan de la siguiente forma:

$$B = \frac{L}{0.179 * \left(\frac{DESP}{L^3}\right)^2 - 0.5429 * \left(\frac{DESP}{L^3}\right) + 7.6977}$$

$$H = \frac{B}{2.5795 * \left(\frac{DESP}{L^3}\right)^2 - 23.101 * \left(\frac{DESP}{L^3}\right) + 54.717}$$

$$C_{BLOCK} = 0.0012 * \left(\frac{DESP}{L^3}\right) + 0.8525$$

$$C_{PRISMATICO} = 0.0002 * \left(\frac{DESP}{L^3}\right) + 0.8898$$

$$C_{SECCIONMEDIA} = 0.0014 * \left(\frac{DESP}{L^3}\right) + 0.9607$$

$$C_{PLANODEAGUA} = 0.0025 * \left(\frac{DESP}{L^3}\right) + 0.9446$$

$$C_{PRISMATICOVERTICAL} = 0.0012 * \left(\frac{DESP}{L^3}\right) + 0.904$$

Estas ecuaciones se implementaron en las hojas de cálculo “ruta” y “subruta” tomando como dato el desplazamiento y eslora indicado en la hoja de cálculo “dimensiones”, a su vez que le devuelve a la misma hoja los valores de manga, puntal y coeficientes de forma. Ver figura No. A3.



# APÉNDICE B

## ARCHIVO DE DATOS PARA PROGRAMA GENFORMS

Los archivos de datos, para los dos modelos, necesarios para ejecutar el programa GENFORMS se muestran a continuación:

Archivo: 10_7m	Descripción de datos
<b>LC MARIA MERCEDES I</b> 10.730 1.999 0.780 II 120	Nombre de la <b>embarcación</b> Eslora, semimanga y puntal (m) Constantes
<b>SIGA</b> 10 4 0.0000E+00 0.9400E+00 0.4440E+00 0.5090E+00 0.8890E+00 0.2080E+00 0.1333E+01 0.5000E-01 0.1778E+01 0.0000E+00 0.3571 E+01 0.0000E+00 0.5300E+01 0.0000E+00 0.5400E+01 0.0000E+00 0.8047E+01 0.1150E+00 0.1073E+02 0.2300E+00 0.9500E+00 0.8600E+00 10 4 0.0000E+00 0.1000E-01 0.8940E+00 0.1032E+01 0.1788E+01 0.1485E+01 0.2682E+01 0.1759E+01 0.3576E+01 0.1909E+01 0.4470E+01 0.1983E+01 0.5300E+01 0.2000E+01 0.5400E+01 0.2000E+01 0.8047E+01 0.1974E+01 0.1073E+02 0.1950E+01	Número de puntos y orden de la <b>sercha</b> del perfil (Coordenadas XZ del <b>perfil</b> (m)  Mura de la cubierta en proa y popa (m) Número de puntos y orden de la <b>sercha</b> de la cubierta (Coordenadas XZ del perfil (m)
4 1.750000 0.000000E+00 1.941795 1.891000 5.900000E-02 0.9528531 1.950000 0.2000000 0.8983600 2.000000 0.2100000 0.6983800 5.300000 5.400000 0.000 0.010 50.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.205 50.000 -3.000 0.000 0.000 0.000 0.350 50.000 -3.000 0.000 0.000 0.000 0.350 51.000 -3.000 0.000 0.000 1.700 0.230 -1.000 2.450 1.841 0.388 -1.000 2.450 1.900 0.530 -1.000 2.450 1.950 0.540 -1.000 2.450	Número de chinias (Coordenadas Y, Z, X de las chinias ¿n sección media (m)  Inicio y fin del cuerpo medio paralelo (m) (Coordenadas Y, Z en proa, (m). <b>Ángulos</b> con respecto al eje x en los planos XY y XZ en proa y <b>sección</b> media de las chinias (grados).  (Coordenadas Y, Z en popa, (m). <b>Ángulos</b> con respecto al eje x en los planos XY y XZ en popa de las chinias (grados).

Archivo: 8 8m	Descripción de datos
L/C MARIA MERCEDESII	Nombre de la embarcación
8.820 1.749 0.620	Eslora, semimanga y puntal
11 120	Constantes
SIGA	
11 4	
0.0000E+00 0.8100E+00	Número de punto8 y orden de la sercha del perfil
0.2050E+00 0.6140E+00	Coordenadas XZ del perfil
0.4100E+00 0.4090E+00	
0.6160E+00 0.2030E+00	
0.8210E+00 0.4400E-01	
0.1027E+01 0.0000E+00	
0.2200E+00 0.0000E+00	
0.0000E+01 0.0000E+00	
0.4500E+01 0.0000E+00	
0.6615E+01 0.1400E+00	
0.8820E+01 0.2800E+00	
0.8200E+00 0.7200E+00	
10 4	Altura de la cubierta enproaypopa
0.0000E+00 0.1000E-01	Número de puntos y ordende la sercha de la cubierta
0.7350E+00 0.9390E+00	Coordenadas XZ del perfil
0.1470E+01 0.1321E+01	
0.2205E+01 0.1538E+01	
0.2940E+01 0.1664E+01	
0.3675E+01 0.1730E+01	
0.4400E+01 0.1750E+01	
0.4500E+01 0.1750E+01	
0.6615E+01 0.1725E+01	
0.8820E+01 0.1700E+01	
4	Número de chinas
1.500000 0.0000000E+00 1.102566	Coordenadas Y, Z, X de las chinas
1.641000 5.7999998E-02 0.8091197	en sección media
1.700000 0.2000000 0.6073781	
1.750000 0.2100000 0.6073781	
4.400000 4.500000	Inicio y fin del cuerpo medio paralelo
0.000 0.000 45.000 0.000 0.000 0.000	Coordenadas Y, Z enproa, ángulos con respecto al
0.000 0.060 45.000 -0.400 0.000 0.000	al eje x en los planos XY y XZ en proa y sección
0.000 0.220 45.000 -1.000 0.000 0.000	media de las chinas.
0.000 0.220 46.000 -1.000 0.000 0.000	
1.450 0.280 -1.000 3.630	Coordenadas Y, Z en popa, ángulos con respecto al
1.591 0.338 -1.000 3.630	eje x en los planos XY y XZ en popa de las chinas.
1.650 0.480 -1.000 3.630	
1.700 0.490 -1.000 3.630	

## APÉNDICE C

### CÁLCULO ESTRUCTURAL

Para este cálculo se siguieron las reglas y regulaciones para la clasificación de naves construídas en fibra de vidrio de la Sociedad Clasificadora Bureau **Veritas**, (14).

#### **Estimación de las propiedades mecánicas de capas elementales de matt y vovon**

**roving:** Para realizar estas estimaciones se seguirá el procedimiento descrito en el numeral II – 022 de la referencia (14). Las fórmulas se describen a continuación:

$$\varphi = \frac{\Psi(1 - \mu_0)}{\Psi + (1 - \Psi) \frac{\rho_v}{\rho_r}}$$

$$E_1 = \varphi E_v + (1 - \varphi) E_r$$

$$E_2 = \frac{E_r}{1 - \nu_r^2} \times \frac{1 + 0.85\varphi^2}{(1 - \varphi)^{1.25} + \varphi \frac{E_r}{E_v(1 - \nu_r^2)}}$$

$$E_M = \frac{3}{8} E_1 + \frac{5}{8} E_2$$

$$E_r = (1 - k)E_1 + kE_2$$

$$e_i = \frac{P_{vi}}{1 - \mu_0} \left( \frac{1}{\rho_v} + \frac{1 - \Psi_i}{\Psi_i \rho_r} \right) 10^{-3}$$

donde:

$\varphi$  = contenido en volumen, del vidrio en una capa.

$\Psi$  = contenido en masa, del vidrio en una capa.

Para el matt = 0.25

Para el woven roving = 0.60

$\mu_0$  = contenido de vacío, igual a cero si no hay **información** disponible.

$\rho_v$  = densidad del vidrio, 2.54 **gr/cm<sup>3</sup>**.

$\rho_r$  = densidad de la resina, 1.20 **gr/cm<sup>3</sup>**.

$E_v$  = Módulo de Young del vidrio E, 73000 **MPa**.

$E_r$  = Módulo de Young de la resina poliéster, 3000 **MPa**.

$E_1$  = Módulo de Young de una capa, en dirección paralela a las fibras.

$E_2$  = **Módulo** de Young de una capa, en dirección perpendicular a las fibras.

$P_{vi}$  = **masa** de la fibra de vidrio, en **gr/cm<sup>2</sup>**, en la capa i.

$$P_{\text{Matt}}=450 \text{ gr/cm}^2$$

$$P_{\text{Roving}}=800 \text{ gr/cm}^2$$

luego:

$$E_{\text{Matt}} = 7218 \text{ Mpa, Módulo de Young de una capa de matt.}$$

$$E_{\text{Roving}} = 19614 \text{ Mpa, Módulo de Young de una capa de voven roving.}$$

$$e_{\text{Matt}}=1.30 \text{ mm}$$

$$e_{\text{Roving}}=0.76 \text{ mm}$$

**Estimación de las propiedades mecánicas de láminas de i capas:** La formulación descrita en el numeral II – 023 de la referencia (14), se implementó en una hoja electrónica de la manera descrita en la tabla No. Cl.



al material **sándwich** como una capa elemental con sus propias características de espesor y módulo de Young.

**Estimación de las propiedades mecánicas de un refuerzo:** Se seguirá el procedimiento descrito en el numeral II – 025 de la referencia (14), el cual se implementó en una hoja electrónica de la siguiente manera:

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
			(1)*(2)			3*4*5	3*4	(5)-V		(3)*[(9)+(4)*(8)**2]	(9)+(4)*(8)**2
	a n c h o	espesor	E	sección	z	ESz	E S	d <sub>i</sub>	Inercia de Sección	(EI)	(I)
	M m	m m	MPa	mm <sup>2</sup>					mm'		
ala del refuerzo											
alma del refuerzo											
plancha asociada											
						SUMA(6)	SUMA(7)			SUMA(10)	SUMA(11)

$$V = \frac{\text{SUMA}(6) \cdot \text{SUMA}(7)}{17 \cdot \text{SUMA}(10) / \text{SUMA}(11) \cdot 10^{-3}}$$

$$(I) = \text{Suma}(10)$$

$$(EI) = \text{Suma}(11)$$

donde:

$Z_i$  = distancia desde el eje neutro de cada uno de los tres elementos a la plancha asociada, en mm.

$V$  = distancia del eje **neutro**, en mm, del refuerzo a la plancha asociada al refuerzo.

$\sigma_{br}$  = esfuerzo último teórico, en **MPa**.

**Cálculo de las cargas de diseño:** Para este cálculo se seguirá la formulación descrita en el numeral II – 04 de la referencia (14). La formulación se describe en la tabla No. C2.

Tabla No. C2

Elemento estructural	Carga de diseño, en metros	
	Sección media	Proa y popa
Fondo	Planchajes y refuerzos $h_r = 0,75C + 0,325T$ si $T \geq 0,53C$ $h_r = 1,75T$ si $T < 0,53C$ sin ser menor que $1,25d_o$	Planchajes y refuerzos $h_r = 1,75T$ sin ser menor que $2d_o$
Costado	Planchaje $h_m = 0,65(C + T/2)$ si $T \geq 0,53C$ $h_m = 1,75T - 0,1C$ si $T < 0,53C$ sin ser menor que $1,25d_o$	Planchaje $h_m = 1,75T$ sin ser menor que $2d_o$
Cubierta interior de carga	$h = 1,2p$ $p = \text{carga en la cubierta, en Tm/m}^2$	$h = 1,2p$ $p = \text{carga en la cubierta, en Tm/m}^2$
Mamparos estancos	no menor que: $h = d$ ó $h = d_o$	no menor que: $h = d$ ó $H = d_o$

**Escantillado de la estructura:** Para este cálculo se seguirá el procedimiento descrito en el numeral II – 05 de la referencia (14).

Para calcular el esfuerzo y la deflexión debido a las cargas de **diseño** en una lámina multicapa se seguirá en orden, la siguiente formulación:

$$\mu_1 = \begin{cases} 1 & \text{si } \ell \geq 2E \\ 1 - 1.5 \left( 1 - \frac{\ell}{2E} \right)^2 & \text{si } E < \ell < 2E \\ 0.625 & \text{si } \ell \leq E \end{cases}$$

$$r_c = \Gamma \frac{0.8 f_c}{E}$$

$$k_s = \mu_1 r_c^2$$

$$1 \quad \text{si } \ell \geq 2E$$

$$\mu_2 = 1 - 2.1 \left(1 - \frac{\ell}{2E}\right)^2 \quad \text{si } E < \ell < 2E$$

$$0.475 \quad \text{si } \ell \leq E$$

$$\sigma_d = k_s \frac{V}{[I]} \frac{hE^2}{12} 10^4$$

$$f = \frac{\mu_2}{384} \frac{hE^4}{[EI]} 10^{10}$$

Para calcular el esfuerzo, esfuerzo cortante y deflexión debido a las cargas de diseño en una lámina **sándwich** se seguirá, en orden, la siguiente formulación:

$$1 \quad \text{si } \ell \geq 2E$$

$$\mu_1 = 1 - 1.8 \left(1 - \frac{\ell}{2E}\right)^2 \quad \text{si } E < \ell < 2E$$

$$0.55 \quad \text{si } \ell \leq E$$

$$\sigma_d = k_s \frac{V}{I_1} \frac{hE^2}{12} 10^4$$

$$\tau_d = \frac{10hE}{2\%}$$

$$f = \frac{\mu_2}{384} \frac{hE^4}{[EI]} 10^{10} + \frac{\mu_3}{8} \frac{hE^2}{e_a G} 10^4$$

Para calcular el esfuerzo y esfuerzo cortante debido a las cargas de **diseño** en un refuerzo se seguirá, en orden, la siguiente formulación:

$$\sigma_d = \varepsilon \frac{V}{[I]} \frac{hE\ell^2}{12} 10^7$$

$$\tau_d = \frac{hE\ell}{2S_a} 10^4$$

donde:

$\ell$  = luz no soportada entre refuerzos, en mm.

$E$  = espaciamiento entre refuerzos, en mm.

$F_c$  = flecha de la lámina, en mm.

$\varepsilon$  = 1 si el refuerzo se encuentra fijo en sus extremos, 6 1.5 en los demás casos.

$S_a$  = área **seccional** del web, en  $\text{mm}^2$ .

ea = espesor del material **sándwich**, en mm.

F = deflexión debido a los esfuerzos **flectores**, en mm.  $\sigma_d$  = esfuerzo debido a las cargas de diseño, en  $\text{N/mm}^2$ .

$\tau_d$  = esfuerzo cortante debido a las cargas de diseño, en  $\text{N/mm}^2$ .

**Factores de seguridad:** Los factores de seguridad se describen en las tablas No. 1 1-05-III y 1 1-05-IV, de la referencia (14). Los esfuerzos deben cumplir las siguientes condiciones:

$$\sigma_d < \frac{\sigma_{br}}{SF}$$

$$\tau_d < \frac{\tau_{br}}{SF}$$

La deflexión debido a las cargas de **diseño** en una lámina, no debe ser menor que el 1% del espaciamiento entre sus refuerzos.

# APÉNDICE D

## ARCHIVOS DE DATOS PARA PROGRAMA DISPROP

Los archivos de datos, para ambos modelos, necesarios para ejecutar el programa DISPROP se muestran a continuación:

---

L/C MARIA MERCEDES 1	TITULO
MARIA ELIZALDE	ARMADOR
FEBRERO/2002	<b>FECHA</b>
1	<b>2=ANAL</b>
2	<b>IEMBARC (1PESQ, 2BARC, 3PLAN, 4MISC)</b>
35.19,13.12,1.87	<b>L, B, T</b>
628.12,538.0	<b>VOL, SMOJ</b>
.76 , .80 , .95 , .88	<b>CB, CP, CM, CWL</b>
-0.63	<b>LCB</b>
14.3,0	<b>AT, ABT</b>
1	<b>IPOPA</b>
0	<b>HB</b>
2.0,2.0	<b>TF, TA</b>
47.49	<b>iE</b>
3,50.0	<b>UK2, SAPEN</b>
.95	<b>EFICEJE</b>
0.75	<b>HINM</b>
0	<b>IGUA</b>
14	<b>Vdiseno</b>
0 64	<b>IOPORT,MODEL</b>
35,114,-4.1,1	<b>LPROY, AFONDO, LCG, BETA</b>
6.0,18.0,1	<b>VI, VF, DVEL</b>
2,0.774, .75, 3, 2	<b>DIAM, PSDM, AEAO, ZPROP, NPROPL</b>

---

---

L/C MARIA MERCEDES II	TITULO
MARIA ELIZALDE	ARMADOR
FEBRERO/2002	FECHA
1	2=ANAL
2	EMBARC (1PESQ, 2BARC, 3PLAN, 4MISC)
28.93,11.48,1.71	L,B,T
367,409	VOL,SMOJ
.64 ,.70 ,.92 ,.83	CB,CP,CM,CWL
-4.62	LCB (%L)
7.64,0	AT,ABT
1	IPOPA
0	HB
1.71,1.71	TF,TA
47.49	iE
3,41.0	UK2,SAPEN
.95	EFICEJE
0.75	HINM
0	IGUA
06.0	Vdiseno
064	IOPORT,MODEL
27.0,80,-2,1	LPROY,AFONDO,LCG,BETA
6.0,18.0,1	VI,VF,DVEL
1,0.774,.75,3,1	DIAM,PSDM,AEAO,ZPROP,NPROPL

---

donde:

- L Eslora en la línea de agua de **diseño**, en pies.
- B Manga en la línea de agua de **diseño**, en pies.
- T Calado de **diseño**, en pies.
- CB Coeficiente **block**
- CP Coeficiente **prismático** longitudinal.
- CM Coeficiente de la sección media.
- CWL Coeficiente de la línea de agua.
- LCB Centro **de boyantez** longitudinal, en pies.
- AT **Area** del espejo hasta línea de agua de **diseño**, en pies cuadrados,
- ABT Área del bulbo, en pies cuadrados.
- TF Calado en proa, en pies.
- TA Calado en proa, en pies.

<b>iE</b>	Ángulo de la proa en la línea de agua de diseño, en grados.
<b>SAPEN</b>	Superficie de apéndices, en pies cuadrados.
<b>HINM</b>	Altura sumergida de la hélice medida desde la manzana, en pies.
<b>Vdiseno</b>	Velocidad de <b>diseño</b> .

# TAMD63L/P

## Technical Data

**Engine designation** ..... TAMD63L/P  
**No. of cylinders and configuration** ..... in-line 8  
**Method of operation** ..... 4-strokes,  
 direct-injected, turbocharged  
 diesel engine with aftercooler  
**Bore, mm (in.)** ..... 98.42 (3.87)  
**Stroke, mm (in.)** ..... 120 (4.7)  
**Displacement, l (cu.in.)** ..... 5.48 (333)  
**Compression ratio** ..... 15:1  
**Dry weight TAMD63L, kg (lb)** ..... 742 (1636)  
**Dry weight incl. ZF 220A, kg (lb)** ..... 821 (1810)  
**Dry weight TAMD63P, kg (lb)** ..... 764 (1662)  
**Dry weight incl. ZF 220A, kg (lb)** ..... 833 (1836)  
**Crankshaft power TAMD63L,**  
**Rating 3, kW (hp) 2800 rpm<sup>11</sup>** ..... 234 (316)  
**Rating 3, kW (hp) 2800 rpm<sup>21</sup>** ..... 228 (310)  
**Rating 2, kW (hp) 2500 rpm<sup>21</sup>** ..... 173 (235)  
**Crankshaft power TAMD63P,**  
**Rating 4, kW (hp) 2800 rpm<sup>11</sup>** ..... 272 (370)  
**Rating 4, kW (hp) 2800 rpm<sup>21</sup>** ..... 265 (360)  
**Torque TAMD63L,**  
**Rating 3, Nm (lbf.ft) 2800 rpm<sup>11</sup>** ..... 778 (574)  
**Rating 2, Nm (lbf.ft) 2500 rpm<sup>21</sup>** ..... 693 (489)  
**Torque TAMD63P,**  
**Rating 4, Nm (lbf.ft) 2800 rpm<sup>11</sup>** ..... 904 (667)  
**Recommended fuel to**  
**conform to** ..... ASTM-D976 1-D&2-D,  
 EN 690 or JIS KK 2204

**Specific fuel consumption TAMD63L,**  
**R3, g/kWh (lb/hph) 2800 rpm<sup>21</sup>** ..... 295 (0.281)  
**R2, g/kWh (lb/hph) 2500 rpm<sup>21</sup>** ..... 238 (0.269)  
**Specific fuel consumption TAMD63P,**  
**R4, g/kWh (lb/hph) 2800 rpm<sup>21</sup>** ..... 248 (0.402)

1) Fuel temperature 25 °C (77 °F)  
 2) Fuel temperature 40 °C (104 °F)

The diagrams relate to a fuel temperature of 26 °C (77 °F)  
 Technical data according to ISO 3046 Fuel Stop Power and ISO  
 8695. Fuel with a lower calorific value of 42700 kJ/kg and det. vis of  
 840 g/liter at 15 °C (60 °F). Merchant fuel may differ from this spec-  
 ification which will influence engine power output and fuel consump-  
 tion.

The engines comply with the IMO emission regulations.  
 TAMD63P complies with the SAV-1 emission regulations.

N.B. The product can also be used in an application with a higher  
 rating than stated, e.g. R3 can be used for R4 or R6.

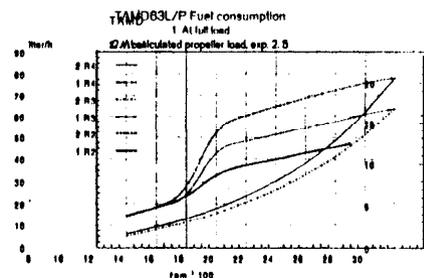
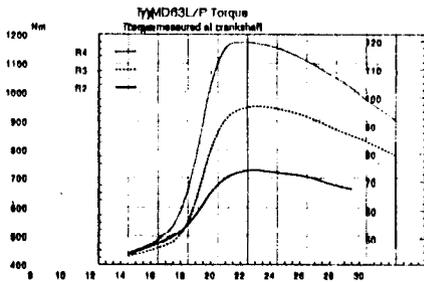
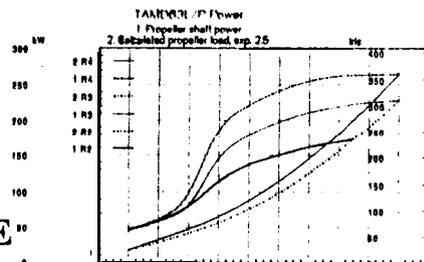
## Optional equipment:

- Engine**
- Flexible suspension for the engine and reverse gear
- Lubrication system**
- Bulkhead-mounted full-flow oil filter
  - Electrically operated oil drain pump
- Fuel system**
- Fuel filter with water separator
- Exhaust system**
- Exhaust elbow, wet
  - Exhaust riser, wet
  - Exhaust boot, wet
  - Exhaust elbow, dry
  - Blencer, dry
  - Flexible compensator, dry
- Cooling system**
- Seawater strainer
  - Hot water outlet
  - Separate expansion tank
- Electrical system**
- 12V 130A or 24V 100A extra alternators
  - Various instrument panels
  - Cable harness in different lengths
- Power transmission**
- PTO crankshaft front end, type stub shaft incl. universal bracket
  - Hydraulic pump for steering and other duties
- Reverse gear**
- ZF 220A
  - ZF 220AV
  - MG 5081A
  - MG 5082V
- Our equipment**
- Bell gird
  - White-painted engine and reverse gear

Contact your local Volvo Penta dealer for further information.

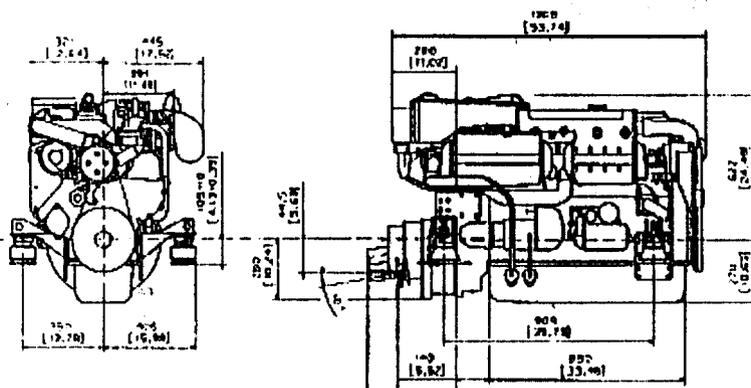
Not all models, standard equipment and accessories are available in all countries. All specifications are subject to change without notice.

The engine illustrated may not be entirely identical to production standard engines.



## Dimensions TAMD63L/P with ZF 220A

Not for installation



# VOLVO PENTA

AB Volvo Penta

# Single Speed Gears



Single Speed Gears

Product Information

ZF 220 A

Description

ZF 220 A

IRM 210 A-1

## Single Speed, 10° Down Angle, Direct Mount Marine Transmission

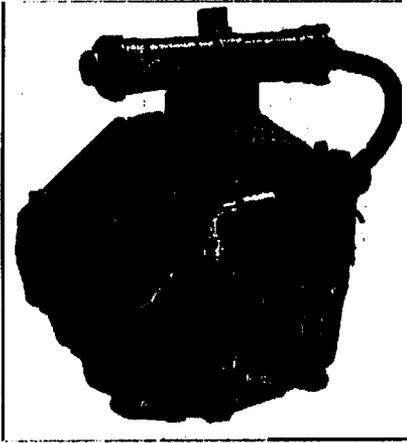
Suitable for **Pleasure, Light, Medium** and **Continuous Duty** applications

Maximum rated input: 298kW (399hp) at 3200rpm, **Pleasure Duty**.

Capable of input speeds up to 4500rpm

Ratios: 1.235, **1.833**; 1.750, **2.040, 2.455**

- o Robust design also withstands continuous duty in workboat applications
- o Fully works tested, reliable, and simple to install
- o Design, manufacture and quality control standards comply with ISO 9001
- o Compatible with all types of engines and propulsion systems, including waterjets and surface piercing propellers, as applicable
- o Suitable for high performance applications in luxury motoryachts, sport fishers, express cruisers etc
- o Reverse reduction marine transmission with hydraulically actuated multi disc clutches



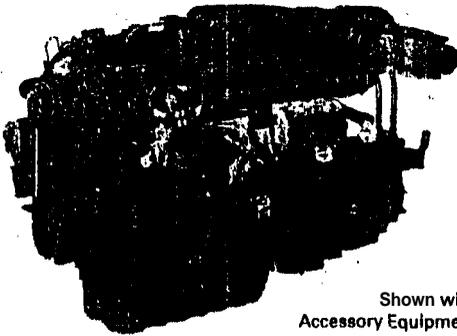
### Features

- o Lightweight and robust aluminum alloy casing (sea water resistant)
- o Case hardened and precisely ground gear teeth for long life and smooth running
- o Output shaft thrust bearing designed to take maximum propeller thrust astern and ahead
- o Smooth and reliable hydraulic shifting with control lever for attachment of push-pull cable
- o Suitable for twin engine installations (same ratio and torque capacity in ahead or astern mode)
- o Compact, space saving design, 10° down-angle and “Lambda beveloid gear principle

### Optional Extras

- o Engine matched torsional coupling
- o Propeller shaft flange and coupling bolt sets
- o Classification by all major Classification Societies on request
- o Oil cooler complete with fittings and flexible oil hoses
- o Mounting brackets
- o SAE 2 and SAE 3 bell housings
- o Thrust valve for slow-speed drive

**60 kW @ 2600 rpm**  
**80 bhp @ 2600 rpm**



Shown with  
Accessory Equipment

## SPECIFICATIONS

### I-4, 4-Stroke-Cycle-Diesel

Bore— mm (in).....	97 (3.92)
Stroke—mm (in).....	100 (3.94)
Displacement— L (cu in).....	3.0 (183)
Aspiration .....	DIT
Rotation (from flywheel end).....	Counterclockwise
Compression Ratio .....	17.5:1
Capacity for Liquids—L (U.S. gal)	
Cooling System .....	9.5 (2.5)
Lube Oil System (refill) .....	9 (2.4)
Oil Change Interval — hrs .....	500
Caterpillar DEO 10W30 or 15W40	
Engine Weight (wet)	
(approx) — kg (lb) .....	291 (642)

## STANDARD ENGINE EQUIPMENT

### Air Inlet System

air cleaner/fumes disposal (closed system), dry insulated turbocharger

### Control System

mechanical governor

### Cooling System

belt-driven centrifugal jacket water pump, gear-driven self-priming sea water pump, heat exchanger with cupro-nickel tube bundle, de-aeration expansion tank, plate-type engine oil cooler in oil filter base, thermostat and housing

### Exhaust System

dry insulated turbocharger, water cooled exhaust manifold

### Flywheel and Flywheel Housing

SAE No. 4

### Fuel System

fuel filter

### Lube System

crankcase breather (closed system), oil filter, oil sump drain pump, RH service oil level gauge

### Protection System

shutoff solenoid (ETS)

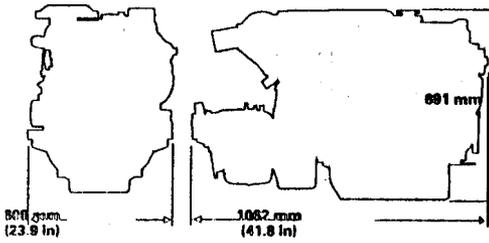
### General

English decals, lifting eyes, plastic wrap packaging, belt cover

*Power produced at the flywheel will be within standard tolerances up to 50°C (122°F) combustion air temperature measured at the air cleaner inlet, and fuel temperature up to 52°C (125°F) measured at the fuel filter base. Power rated in accordance with NMMA procedure as crankshaft power. Reduce crankshaft power by 3% for propeller shaft power.*

## DIMENSIONS

## RATING DEFINITIONS AND CONDITIONS



with ZF 25 A Transmission

**RATING** - Vessels such as ferries, harbor tugs, fishing boats moving at higher speeds out and back (e.g. lobster, crayfish, and tuna), offshore service boats, and also displacement hull yachts and short trip coastal freighters where engine load and speed are cyclical.

**RATINGS** are based on SAE J1228/ISO8665 standard conditions of 100 kPa (29.61 in. Hg), 25°C (77°F), and 30% relative humidity. These ratings also apply at ISO3046/1, DIN6271/3, and BS6514 conditions of 100 kPa (29.61 in. Hg), 27°C (81°F), and 60% relative humidity. Ratings are valid for air cleaner inlet temperatures up to and including 50°C (122°F). Emissions are certified for sea water temperatures of 30°C (86°F) and lower. No derates or engine life penalties will result from sea water temperatures up to and including 42°C (108°F).

**FUEL RATES** are based on fuel oil of 35° API (16°C (60°F)) gravity having an LHV of 42 780 kJ/kg (16,390 Btu/lb) when used at 29°C (65°F) and weighing 638.9 g/liter (7.001 lbs/U.S. gal). Fuel consumption shown with all oil, fuel, and water pumps, engine driven. For a "without pumps" condition, deduct approximately 0.5% for each pump not engine driven.

Additional ratings may be available for specific customer requirements. Consult your Caterpillar representative for additional information.

# Single Speed Gears



Single Speed Gears

## Product Information

ZF 25 A

Description

ZF 25 A

HSW 250 A

### Single Speed, 8" Down Angle, Direct Mount Marine Transmission

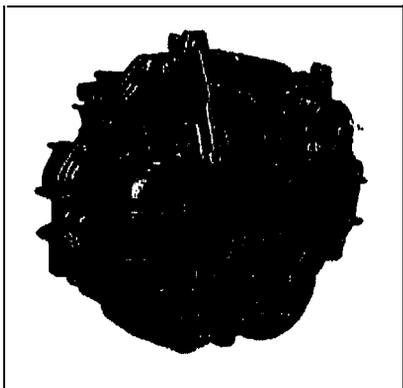
Suitable for **Pleasure, Light, Medium and Continuous** duty applications

Maximum rated input: 107kW (**143hp**) at 3300rpm, **Pleasure Duty**.

Capable of input speeds up to 5500rpm

Ratios: 1.548, 1.926, 2.292, 2.714

- o Robust design also withstands continuous duty in workboat applications
- o Fully works tested, reliable and simple to install
- o Design, manufacture and quality control standards comply with ISO 9001
- o Compatible with all types of engines and propulsion systems, including waterjets and surface piercing propellers, as applicable
- o Suitable for high performance applications in luxury motor yachts, sport fishers, express cruisers etc
- o Reverse reduction integral marine transmission with hydraulically actuated multi-disc clutches



- o Lightweight and robust aluminum alloy casing (sea water resistant)
- o Case hardened and precisely ground gear teeth for long life and smooth running
- o Output shaft thrust bearing designed to take maximum propeller thrust astern and ahead
- o Smooth and reliable hydraulic shifting with control lever for attachment of push-pull cable
- o Suitable for twin engine installations (same ratio and torque capacity in ahead or astern mode)
- o Compact, space saving design due to 8° down-angle and beveloid gear principle

### Features

- o Engine matched torsional coupling
- o Propeller shaft flange and coupling bolt sets
- o Classification by all major Classification Societies on request
- o Oil cooler complete with fittings and flexible oil pipework
- o Trolling valve for slow-speed drive
- o SAE 3, SAE 4 and B W adapters
- o SAE «A» Power Take Off

### Optional Extras

# APÉNDICE F

## MODELO DE COSTOS

En el presente apéndice se ilustran los modelos de costos utilizados para calcular los costos de transporte por Tm-Km.

### 1. COSTO DE CAPITAL DEL VEHÍCULO (CCV)

$$CCV = \frac{AAV}{CAS}$$

donde:

$$AAV = PMV * \frac{\frac{COC}{100} * (1 + \frac{COC}{100})^{\frac{VEV}{RAV}}}{(1 + \frac{COC}{100})^{\frac{VEV}{RAV}} - 1}$$

$$CAS = RAV * CV$$

donde:

**AAV = AMORTIZACION ANUAL DEL VEHICULO**

**CAS** = CAPACIDAD ANUAL DEL SERVICIO  
**PMV** = PRECIO DE MERCADO DE UN VEHICULO  
**VEV** = VIDA ECONOMICA DEL VEHÍCULO  
**RAV** = RECORRIDO ANUAL DEL VEHÍCULO  
**CV** = CAPACIDAD DEL VEHÍCULO  
**COC** = COSTO DE OPORTUNIDAD DEL CAPITAL

2. COSTO DE PERSONAL, VIAJANTE (CPV)

$$CPV = \frac{PVC * CUAPC + PVNC * CUAPNC}{CAS}$$

donde:

**PVC** = PERSONAL VIAJANTE CALIFICADO POR VEHICULO POR DIA  
**PVNC** = PERSONAL VIAJANTE NO CALIFICADO POR VEHICULO POR DIA  
**CUAPC** = COSTO UNITARIO ANUAL DEL PERSONAL CALIFICADO  
**CUAPNC** = COSTO UNITARIO ANUAL DEL PERSONAL NO CALIFICADO

3. COSTO DE PERSONAL NO VIAJANTE

$$CPNV = \frac{PCNV * CUAPC}{CAS}$$

donde:

**PCNV = PERSONAL CALIFICADO NO VIAJANTE POR VEHICULO POR DIA**

4. CONSUMO DE COMBUSTIBLE (CCE)

$$CCE = \frac{CC * PMC}{CV}$$

donde:

**CC = CONSUMO DE COMBUSTIBLE**

**PMC = PRECIO DEL MERCADO DE COMBUSTIBLE**

5. CONSUMO DE LUBRICANTES (COL)

$$COL = \frac{CL * PML}{CV}$$

donde:

**CL = CONSUMO DE LUBRICANTE**

**PML = PRECIO DEL MERCADO DE LUBRICANTE**

6. **MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS (MV)**

$$MV = \frac{CAMV}{100} * \frac{PMV}{CAS}$$

donde:

**CAMV = COSTO ANUAL DEL MANTENIMIENTO DEL VEHICULO**

7. **GASTOS GENERALES**

$$GA = \frac{GG}{100} * (CCV + CPV + CPNV + CCE + COL + CLL + MV)$$

donde:

**GG = GASTOS GENERALES**

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) CAJAS Edmundo, MUÑOZ Gonzalo, PAZMIÑO Liliana, **Juntermanns** Gerd, Estadísticas Pecuarias de la provincia del Guayas 1950 – 1989, Proyecto de Fomento Ganadero – Convenio Ecuatoriano Alemán del Ministerio de Agricultura y Ganadería y Deutsche Gesellschaft **fur** technische zusammennarbeit (GTZ), G. m. b. H., 1990
- (2) **CEDEGE**, Estudios de la Cuenca Baja del Río Guayas: **Zonificación** Socio – Económica. Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas e Instituto Ecuatoriano de Recursos **Hidráulicos**, Agosto 1978
- (3) GOODIER B.F., Estudios de la Cuenca Baja del **Río** Guayas: Identificación de proyectos de drenaje y riego en la baja cuenca del Guayas, Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del **Río** Guayas e Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos, Noviembre 1977
- (4) **INGLEDOW T. & ASSOCIATES LIMITED GUAYASCONSULT**, Conceptos regionales de desarrollo de la cuenca del río Guayas. Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas, Enero 1970

- (5) INSTITUTO GEOGRÁFICO **MILITAR**, Mapa de Babahoyo Hoja NIV **SA** 17.7, Instituto Geográfico Militar, 1984
- (6) INSTITUTO GEOGRÁFICO **MILITAR**, Mapa de Portoviejo Hoja NIV **SA** 17.6, Instituto Geográfico Militar, 1984
- (7) INFOPLAN, <http://www.infoplan.gov.ec>, Gobierno del Ecuador, 2001
- (8) SERVICIO DE **INFORMACIÓN AGROPECUARIA** del M.A.G., <http://www.sica.gov.ec>, Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, 2001
- (9) MAG, Compendio de Información Estadística, Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, 1998
- (10) **OLIVEIRA** Leopoldo R. y **PORFIRIO** Bahía F. Neto, Analise de um **sistema** integrado de transportes para a distribuicao da **producao** nacional de **vehículos**, VI Congreso Nacional de transportes marítimos e construcao naval, 1976.
- (11) **MARÍN**, José, **GENFORMS & ALISAM**: Generación automática de las Líneas de Formas de un buque, Manual del usuario, 2001

- (12) U.S. NAVY, SHCP: Ship Hull Characteristics Program, Manual del usuario, 1976
- (13) MARISCAL, Cristóbal, Ingeniero Naval, Formulación y Evaluación de Proyectos. Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001
- (14) BUREAU VERITAS, Reglas y regulaciones para la clasificación de naves construidas en fibra de vidrio. BV, 1996
- (15) FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTIMA Y CIENCIAS DEL MAR, Estudio de Prefactibilidad de Implantación de un Sistema de Transporte Fluvial de Carga para Jabonería Nacional S.A.. ESPOL, 1992
- (16) TAGGART, Robert, A study of barge hull forms, A.S.N.E., 1956
- (17) SNAME, Model Resistance Data Sheets, Barges. The Society of Naval Architects and Marine Engineers, T&R D-8, 1966
- (18) INAMHI, Anuario Hidrológico, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología 1990 – 1992

- (19) FRASER, Estimates hull work and material **content** for 100 **ft** fishing vessel, 1968
- (20) EAMES M. C., **Concept** Exploration and approach to **small** warship design (RINA), 1976
- (21) MARIN J. R., Disprop (**Diseño** Propulsivo de **un** buque), Manual del usuario, 1998.
- (22) Catálogos [www.caterpillar.com](http://www.caterpillar.com) y [www.volvo-penta.com](http://www.volvo-penta.com), 2002
- (23) SNAME, **Principles** of Naval Architecture, vol. 2. SNAME, 1998
- (24) LATORRE, Hull form stern **Design**, Intemational Shipbuilding Progress, Volumen 29, Octubre 1982, **Nº** 338
- (25) SALAZAR Eduardo, Secciones transversales al Río Daule tramo Balzar-Petrillo, Comisión para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas, 1977

## APÉNDICE G

### CÁLCULO DEL FLETE FLUVIAL

Las tablas de cálculo, para ambos modelos, del flete mínimo requerido se muestran a continuación:

#### L/C MARIA MERCEDES I

AÑOS	lo	COA	A	D	E	(1)	(2)	(3)	(1)*(2)	(2)*(3)
						E*g	FRC	g		
	\$/TM/MILL	\$/TM/MILL	\$/TM/MILL	\$/TM/MILL	\$/TM/MILL	\$/MILL		TM		
-	6,78E-02	6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	2,20E-01	8,60E+03	1,00E+00	3,91E+04	8,60E+03	3,91E+04
1		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	1,15E+00	3,91E+04	5,17E+03	3,40E+04
2		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	1,32E+00	3,91E+04	4,50E+03	2,96E+04
3		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	1,52E+00	3,91E+04	3,91E+03	2,57E+04
4		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	1,75E+00	3,91E+04	3,40E+03	2,24E+04
5		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	2,01E+00	3,91E+04	2,96E+03	1,95E+04
6		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	2,31E+00	3,91E+04	2,57E+03	1,69E+04
7		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	2,66E+00	3,91E+04	2,24E+03	1,47E+04
8		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	3,06E+00	3,91E+04	1,94E+03	1,28E+04
9		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	3,52E+00	3,91E+04	1,69E+03	1,11E+04
10		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	4,05E+00	3,91E+04	1,47E+03	9,68E+03
11		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	4,65E+00	3,91E+04	1,28E+03	8,41E+03
12		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	5,35E+00	3,91E+04	1,11E+03	7,32E+03
13		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	6,15E+00	3,91E+04	9,67E+02	6,36E+03
14		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	7,08E+00	3,91E+04	8,41E+02	5,53E+03
15		6,38E-02	6,55E-02	2,26E-02	1,52E-01	5,95E+03	8,14E+00	3,91E+04	7,31E+02	4,81E+03
16		6,38E-02		2,26E-02	8,64E-02	3,38E+03	9,36E+00	3,91E+04	3,62E+02	4,18E+03
17		6,38E-02		2,26E-02	8,64E-02	3,38E+03	1,08E+01	3,91E+04	3,14E+02	3,64E+03
18		6,38E-02		2,26E-02	8,64E-02	3,38E+03	1,24E+01	3,91E+04	2,73E+02	3,16E+03
19		6,38E-02		2,26E-02	8,64E-02	3,38E+03	1,42E+01	3,91E+04	2,38E+02	2,75E+03
20		6,38E-02		2,26E-02	8,64E-02	3,38E+03	1,64E+01	3,91E+04	2,07E+02	2,39E+03
								SUMA	4,48E+04	2,84E+05

TIR 15,00  
FLETE 0,16

L/C MARIA MERCEDES II

AÑOS	lo	COA	A	D	E	E*g	(1)	(2)	(3)	(1)*(2)	(2)*(3)
							PW	g	TM		
	\$/TM/MILL	\$/TM/MILL	\$/TM/MILL	\$/TM/MILL	\$/TM/MILL	\$/MILL					
-	8,96E-02	1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	3,26E-01	6,60E+03	1,00E+00	2,03E+04	6,60E+03	2,03E+04	
1		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	8,33E-01	2,03E+04	3,99E+03	1,69E+04	
2		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	6,94E-01	2,03E+04	3,33E+03	1,41E+04	
3		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	5,79E-01	2,03E+04	2,77E+03	1,17E+04	
4		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	4,82E-01	2,03E+04	2,31E+03	9,78E+03	
5		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	4,02E-01	2,03E+04	1,92E+03	8,15E+03	
6		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	3,35E-01	2,03E+04	1,60E+03	6,79E+03	
7		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	2,79E-01	2,03E+04	1,34E+03	5,66E+03	
8		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	2,33E-01	2,03E+04	1,11E+03	4,72E+03	
9		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	1,94E-01	2,03E+04	9,28E+02	3,93E+03	
10		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	1,62E-01	2,03E+04	7,73E+02	3,28E+03	
11		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	1,35E-01	2,03E+04	6,44E+02	2,73E+03	
12		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	1,12E-01	2,03E+04	5,37E+02	2,27E+03	
13		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	9,35E-02	2,03E+04	4,48E+02	1,90E+03	
14		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	7,79E-02	2,03E+04	3,73E+02	1,58E+03	
15		1,19E-01	8,68E-02	2,99E-02	2,36E-01	4,79E+03	6,49E-02	2,03E+04	3,11E+02	1,32E+03	
16		1,19E-01		2,99E-02	1,49E-01	3,03E+03	5,41E-02	2,03E+04	1,64E+02	1,10E+03	
17		1,19E-01		2,99E-02	1,49E-01	3,03E+03	4,51E-02	2,03E+04	1,36E+02	9,14E+02	
18		1,19E-01		2,99E-02	1,49E-01	3,03E+03	3,76E-02	2,03E+04	1,14E+02	7,62E+02	
19		1,19E-01		2,99E-02	1,49E-01	3,03E+03	3,13E-02	2,03E+04	9,48E+01	6,35E+02	
20		1,19E-01		2,99E-02	1,49E-01	3,03E+03	2,61E-02	2,03E+04	7,90E+01	5,29E+02	
								SUMA	2,96E+04	1,19E+05	

TIR 20,00 %  
 FLETE 0,25 \$/TM/MILLA