



\*D-10745\*

623.8231  
A 552  
C.2.

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería  
y Ciencias del**



**Análisis de la Reactivación de las Lanchas  
Tipo PGM - 100**

**INFORME TECNICO**

**Previa la obtención del Título de  
INGENIERO NAVAL**

**Presentada por**

**Luis Oswaldo Andino Rodriguez**

**Guayaquil**

**Ecuador**

**1991**

## AGRADECIMIENTO



A Jos Rolando Marín López, Director de Tesis, por su invaluable ayuda brindada en la realización de este trabajo.

A la Escuela Superior Politecnica por haberme formado en sus aulas a través de los valiosos conocimientos impartidos por sus catedráticos.

DEDICATORIA

A D I O S.....

A M I M A D R E.....

A M I E S P O S A.....

A M I S H I J O S.....

## DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad expresa por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este informe, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral."

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL)

.....

Luis Oswaldo Andino Rodríguez



A handwritten signature in black ink, slanted upwards to the right. The signature is highly stylized and appears to read "Jorge Faytong".

.....  
inn. Jorge Faytong D.  
Fdte. Tribunal. de Grado

A handwritten signature in black ink, slanted upwards to the right. The signature is highly stylized and appears to read "Dr. José R. Marín".

.....  
Dr. José R. Marín L.  
Director Informe Técnico

A handwritten signature in black ink, slanted upwards to the right. The signature is highly stylized and appears to read "Néstor-Alejandro".

.....  
Ing. Néstor-Alejandro O.  
Miembro Tribunal de Grado

# ANALISIS DE LA REACTIVACION DE LAS LANCHAS TIPO PGM-100

## CONTENIDO

1. Descripci"n del Proyecto de Reactivaci"n
  - 1.1.- Descripci"n de la embarcaci"n antes de la Reactivaci"n .....
  - 1.2.- Descripci"n del proyecto de Reactivaci"n .....
2. An lisis de la Planificaci"n
  - 2.1.- Planificaci"n Propuesta .....
  - 2.2.- Planificaci"n Ejecutada .....

3. An



3.1..... Descripci"n del Sistema Propulsor .....

3.2..... An lisis de la Potencia Requerida para la nueva  
condici"n de operaci"n .....

BIBLIOTECA

4. Corrosi"n del Eje Propulsor

4.1.- Descripci"n del Problema .....

4.2.- Diagn"stico y Soluci"n del Problema .....

Conclusiones y Recomendaciones .....

ap"ndices .....

Bibliografia .....

## INDICE DE FIGURAS

- 1.1 DISTRIBUCION DE LA LANCHAS TIPO PGM-100
- 1.2 ESQUEMA DE LOS MOTORES PROPULSORES
- 1.3 ESQUEMA DEL ESTADO DE LAS LANCHAS TIPO PGM-100
- 2.1 ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA
- 2.2 ESQUEMA GENERAL DE LAS ACTIVIDADES
- 2.3 ESQUEMA DE LA PLANIFICACION SEMANAL
- 2.4 ORGANIGRAMA IMPLANTADO
- 2.5 PLANIFICACION GENERAL
- 2.6 PLANIFICACION POR BLOQUES
- 2.7 ORGANIGRAMA DEL COMITE DE SEGURIDAD



- 3.1 DISTRIBUCION GENERAL DE LA LINEA DE EJE
- 3.2 DATOS DE LA LANCHA TIPO PGM-100
- 3.3 CORTES VERTIC-TRANSV. DE LAS LINEAS DE FORMA
- 3.4 VALORES DEL PROGRAMA EFICPROP
- 3.5 POTENCIA AL EJE
- 3.6 RPM PROPULSOR VS VELOCIDAD DE LA EMBARCACION
- 3.7 RESISTENCIA AL AVANCE
- 4.1 ESQUEMA DE LAS PICADURAS EN EL EJE DE COLA



## ANÁLISIS DE LA REACTIVACION DE LAS LANCHAS TIPO PGM-100

### INTRODUCCION

El objetivo del trabajo que a continuaci3n se presenta, es basicamente el de dar a conocer a ingenieros y t3cnicos los problemas observados en la construcci3n y dise1o naval en la reactivaci3n de las embarcaciones tipo PGM-100, pertenecientes al Cuerpo de Guardacostas de la Armada del Ecuador. Este trabajo fue realizado por ASTINAVE durante los a1os 1986 y 1987. El objetivo de esta reactivaci3n era el de incrementar la vida 3til de dichas embarcaciones.

Espec/ficamente se trato de:

Evaluar el funcionamiento del conjunto motor-hlice en las nuevas condiciones de operaci3n. El sistema propulsor consta de un nuevo motor- reductor, habindose conservado la hlice original. Se pretende determinar el porcentaje de

potencia del motor principal que se est utilizando en las nuevas condiciones de operaci3n.

Analizar el problema de corrosi3n que presentan los ejes propulsores. Tratando de dar una explicaci3n del origen del problema, y posibles soluciones del mismo.

Evaluar la planificaci3n originalmente planteada, compar3ndola con los sistemas de planificaci3n por Precedencia, tales como el CPM o de Flecha. La planificaci3n original no estaba organizada de acuerdo a precedencia establecidas por la pr3ctica de ingenieria, y no inclu3a un analisis de ruta cr3tica, lo que signific3 inconvenientes en el tiempo de ejecuci3n del proyecto y en su evaluaci3n.

## CAPITULO I

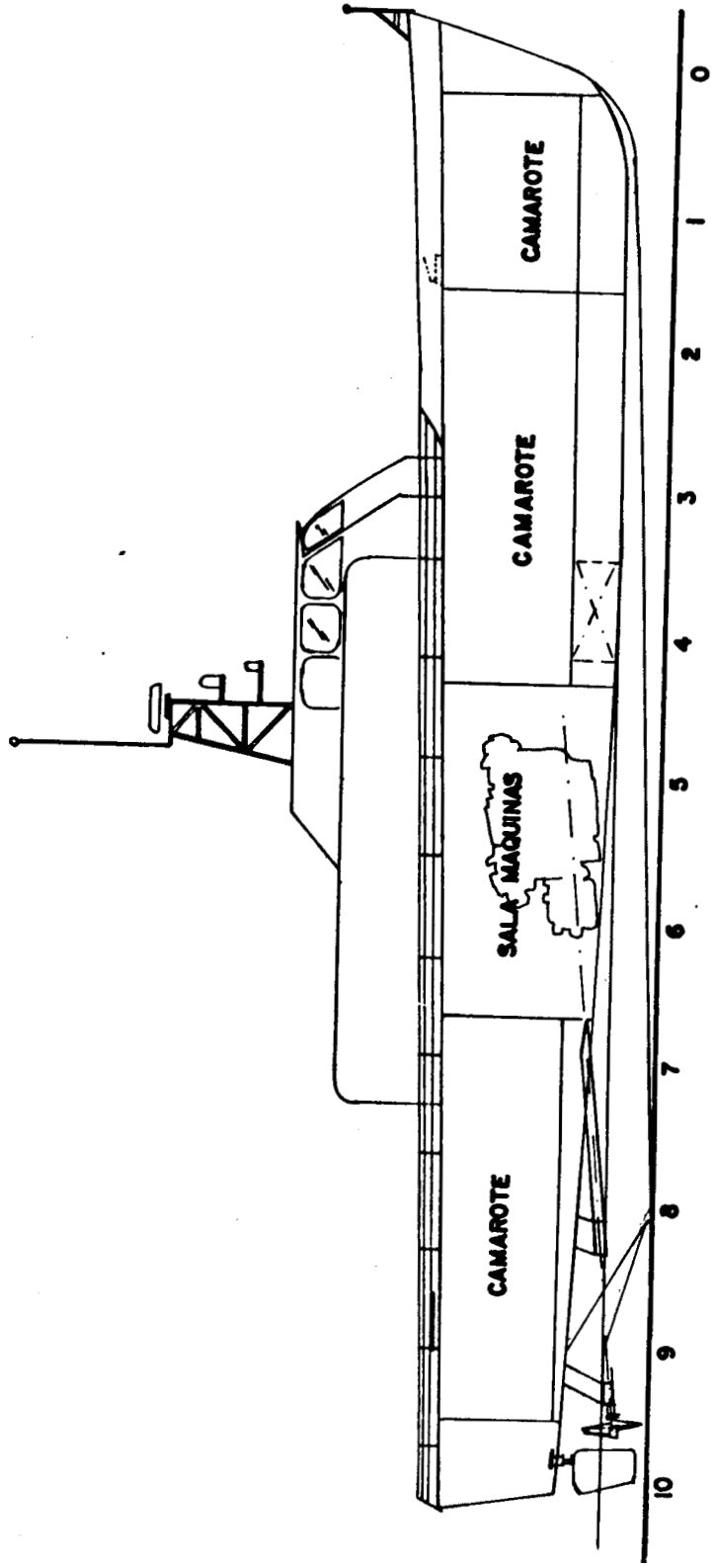


### 1.1. DESCRIPCION DE LA EMBARCACION ANTES DE LA REACTIVACION.

Las embarcaciones son del tipo PGM-100 ("Patrol, Guard, military" ), ver figura 1.1, operando en el país luego de la reactivación efectuada en los EE.UU. Estas son construidas en acero naval bajo especificaciones militares. Sus características principales son:

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| -Eslora Máxima.....      | 30.81 m.    |
| -Eslora LAD .....        | 29.22 m.    |
| -Manga Máxima .....      | 06.45 m.    |
| -Puntal .....            | 04.27 m.    |
| -Calado de Diseño.....   | 01.97 m.    |
| -Desplazamiento LAD..... | 98.00 Tons. |

Tabla I



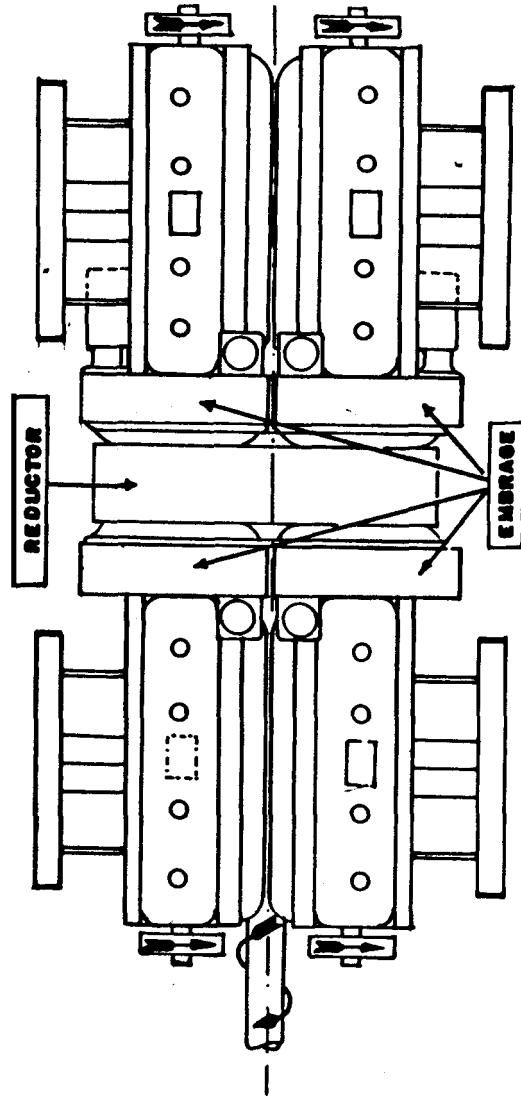
**FIGURA 1.1**

**DISTRIBUCION GENERAL DE LA LANCHA TIPO PGM - 100**

La instalaci3n propulsora de cada embarcaci3n consiste de ocho motores General Motors, modelo 6-71N, acoplados a dos l/neas de ejes en grupos de cuatro. Esto es, cuatro motores est n acoplados a un mismo reductor, ver figura 1.2. Los ejes propulsores son de material Monel, tipo AQUAMET. Las helices son de bronce, de tres palas y con relaci3n paso/di metro de 1.056 . El sistema propulsor proporcionaba una velocidad de crucero de 10 nudos aproximadamente.

- Marca del motor ..... General Motors
- Modelo ..... 6-71N
- Potencia Continua ..... 165 HP/Motor
- Velocidad de Rotaci3n ... 1800 rpm
- Raz3n de reducci3n ..... 12:1
- Di metro de la helice.... 1372 mm.
- N3mero de palas/hlice .. 03
- Di metro del Eje ..... 114 mm.

Tabla 1



CUATRO MOTORES ( UNIDAD "QUAD" ) DISTRIBUIDO PARA UNA LINEA DE EJE PROPULSOR

FIGURA 1.2

ESQUEMA DE LOS MOTORES PROPULSORES

En la figura 1.3 se presenta en forma resumida el estado de los diferentes componentes de la embarcación antes de la Reactivación. Se incluyen los cambios y reparaciones requeridos, y las exigencias a ser cumplidas por la embarcación para su normal operación.

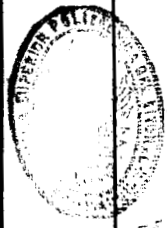
## 1.2. DESCRIPCION DEL PROYECTO.

El Proyecto se lo destinó a incrementar la vida útil y modernizar las unidades del Cuerpo de Guardacostas. La modernización contemplaba primero seleccionar nuevos motores propulsores, para que proporcionen una velocidad aproximada de crucero de 14 nudos, manteniendo las líneas de ejes originales (ejes y hélices). Como parte del objetivo, las embarcaciones también debían ser provistas de ayudas para la navegación, esto es, el equipo electrónico convencional: radar, navegador satélite, equipos de radio-comunicación, etc., y ser capaces de tener equipos adecuados para brindar ayuda en naufragios, incendios o rastreo. Todo esto sin menoscabar la



# ANALISIS DEL ESTADO DE LAS LANCHAS PGM - 100

| Nº | ITEMS                    | ESTADOS DE LOS ITEMS |         |        | % DAÑO | OBSERVACIONES                        |
|----|--------------------------|----------------------|---------|--------|--------|--------------------------------------|
|    |                          | BUENO                | REGULAR | PESIMO |        |                                      |
| 01 | CASCO FONDO -DOME FONDO  |                      | X       |        | 20 %   |                                      |
| 02 | CASCO COSTADO            |                      | X       |        | 30 %   |                                      |
| 03 | CASCO CUBIERTA           |                      |         | X      | 60 %   |                                      |
| 04 | SUPERESTRUCTURA          | X                    |         |        | 10 %   |                                      |
| 05 | TANQUES                  |                      |         | X      | 80 %   | EN ESTADO REGULAR LOS TB. INTEGRALES |
| 06 | SOPORTES ESTRUCTURA      |                      |         | X      | 70 %   |                                      |
| 07 | ESTRUCTURA INTERIOR      |                      | X       |        | 20%    | DESTRUIDO ESTRUCTURAL FONDO          |
| 08 |                          |                      |         |        |        |                                      |
| 09 |                          |                      |         |        |        |                                      |
| 01 | ACHIQUE                  |                      |         | X      | 100 %  | SOLO RECUPERABLE ASSESORIOS          |
| 02 | COMBUSTIBLE              |                      | X       |        | 40 %   | DE CUPPER-NIQUEL Y DE LOSA           |
| 03 | VENTIOS                  | X                    |         |        | 20 %   | COMO: VALVULAS, VISORES,             |
| 04 | AGUA SALADA              |                      |         | X      | 100 %  | LAVABOS, INODOROS, ETC.              |
| 05 | AGUA DULCE               |                      |         | X      | 100 %  |                                      |
| 06 | AGUAS JARDINOSAS         |                      |         | X      | 100 %  |                                      |
| 07 | CONTRA INCENDIO          |                      | X       |        | 40 %   |                                      |
| 08 | CIRC. DE GASES DE ESCAPE |                      |         | X      | 60 %   |                                      |
| 01 | CIRCUITOS DE PODER       |                      |         | X      | 100 %  |                                      |
| 02 | CIRCUITOS DE ALUMBRADO   |                      |         | X      | 100 %  |                                      |
| 03 | TABLEROS                 |                      | X       |        | 60 %   |                                      |
| 04 | SOPORTES Y PASOS         |                      |         | X      | 100 %  |                                      |
| 05 | CIRC. DE SEGURIDAD       |                      |         | X      | 100 %  | CREA NUEVOS ADICIONALES              |
| 01 | MOTORES PRINCIPALES      |                      |         | X      | 100 %  | CAMBIO / REMOTORIZAR                 |
| 02 | GENERADORES              |                      |         | X      | 90 %   | OVERHOL                              |
| 03 | BOMBA ACHIQUE            |                      |         | X      | 100 %  | CONSIDERAR POTENCIA                  |
| 04 | BOMBAS DE AGUA S/O       |                      |         | X      | 100 %  |                                      |
| 05 | VENTILADORES / EXTRAC    |                      | X       |        | 80 %   |                                      |
| 01 | MUEBLES                  |                      |         | X      | 100 %  |                                      |
| 02 | ACABADOS                 |                      |         | X      | 100 %  |                                      |
| 03 | PROTECCION TERMICA       |                      |         | X      | 100 %  |                                      |
| 04 | PROTECCION CASCO-SUP.    |                      |         | X      | 70 %   |                                      |



**FIGURA 1.3B**

**ESQUEMA DEL ESTADO DE LAS LANCHAS PGM - 100**

comodidad de la tripulaci"n.

Con los requerimientos expuestos, se determin" que la ejecuci"n del proyecto deber/a dividirse en etapas. La primera exig/a que las unidades se sometieran a un conjunto de pruebas para determinar las condiciones de los equipos, sistemas, circuitos, accesorios y de su estructura. Para la remotorizaci"n de las naves, la segunda etapa inclu/a seleccionar el nuevo motor + reductor y practicar un conjunto de pruebas a las hlices y ejes. Esto para determinar la resistencia estructural de estos elementos, que estar/an expuestos a esfuerzos diferentes, originados por los nuevos motores a instalarse. Finalmente con los requisitos iniciales y las pruebas efectuadas, en la tercera etapa se deb/a delinear la planificaci"n de los trabajos a desarrollarse, y finalmente ejecutarlos.

Cabe indicarse que dentro del objetivo de modernizaci"n deb/a considerarse que se proporcionar/a a las unidades con sistemas de achique, contraincendio, ayudas a la navegaci"n y mejorar la comodidad de la tripulaci"n. Los sistemas de achique y contraincendio deber/an cumplir con condicionamientos

especiales, como el de prestar ayudas a otras unidades o embarcaciones. La modernización requería además que se efectuara un análisis de la carga eléctrica para compararla con la que proporcionaban los moto-generadores originales.

## CAPITULO II

### ANALISIS RE LA PLANIFICACIUN

El análisis de la planificación del proyecto se realiza básicamente efectuando una enumeración de los problemas suscitados y de las soluciones aplicadas, durante la ejecución del mismo. Cabe anotar que muchas de las anomalías son causadas por la falta de comunicación tanto de los niveles horizontales como en los mandos verticales del grupo de ejecutivos y técnicos involucrados en el proyecto, y de la ingerencia interna y externa que en él se pueda tener. Los niveles horizontales corresponden dentro de un organigrama a cada uno de los estratos del personal y los verticales son las cadenas de mando a los que se deben cada uno, (ejecutivos, técnicos, obreros, etc.), [6].

La falta de controles oportunos (calidad y avance), pruebas no efectuadas, evaluación del avance de la

obra, restauraci3n de actividades, definici3n y soluciones a los problemas, mala estimaci3n de tiempo de ejecuci3n, desconocimiento de la capacidad operativa de la empresa y de la requerida, entre otras fueron causa de demora y atraso en la ejecuci3n del proyecto. Todos los problemas enumerados fueron producto de una mala planificaci3n y direcci3n.



Asi mismo podemos afirmar categ3ricamente que ningun proyecto est libre de problemas. Estos subsistir n en un mayor o menor grado; se debe empezar por tratar de eliminar problemas de orden administrativo tales como:

- La dualidad en la administraci3n del proyecto,
- Falta de familiarizaci3n con diagramas de ejecuci3n
- Falta de incentivos en el personal, y,
- Dimensionamiento inadecuado de los recursos.



De esta forma #nicamente los problemas t3cnicos capturar n nuestra atenci3n.

La meraci3n de los xitos y de los problemas,

constituir el desarrollo de la primera etapa de este cap/tulo. En la segunda se enumeran soluciones y se har un analisis de la planificaci"n del proyecto.

## 2.1. PLANIFICACION PROPUESTA.

Como se explic" en el p rrafo anterior se har primero una enumeraci"n de sucesos en orden cronol"gico para familiarizarse con el proyecto. Se indican tambien los problemas que exist/an originalmente y soluciones dadas en busca del buen desarrollo del proyecto.

El proyecto se inici" en Octubre de 1986, con la varada de las unidades en el patio de transferencia de ASTILLEROS NAVALES ECUATORIANOS (ASTINAVE). Inmediatamente se ejecutaron las pruebas y se continu" de acuerdo con la planificacion original (ver Apndice A), con la desmantelaci"n de la unidad y la restauraci"n estructural del casco. Esta etapa se cumpli" hasta mediados de Enero de 1987 y fue durante este per/odo que se presentaron una serie de inconvenientes que pudieron ser evitados, si la planificaci"n hubiera sido la adecuada.

En los primeros días de Enero de 1987 el autor  
 presente trabajó en el proyecto para continuar  
 su ejecución. Debido a problemas con  
 detalla a conti

-Se encontró un contenido general tanto en  
 trabajadores como supervisores, así como en todo  
 los mandos medi

-Planes de ejecución no continuos

-Sin existencia de materiales previstos.

-Sin existencia de diseños completos.

Actividades previstas incoherentes.

-Recursos sin dimensionarse.

-Desactivación y remoción de sistemas sin proyección.

-Superposición de actividades.

Dualidad en los mandos medios, con ingerencia del armador.

Con los problemas expuestos se encontraron además una carencia de controles, estadísticas, reportes de pruebas efectuadas, y un sinnúmero de actividades no cubiertas de acuerdo a la planificación original. El diagrama carecía de precedencia e incurrió en una falta de proporcionalidad (ver Apéndice G). Muchas actividades concurrían a un mismo punto y muchas se efectuaban simultáneamente lo que causaba problemas de espacio y carencia de recursos, (equipos y mano de obra)

Viendo los problemas de aglomeramiento de actividades en un sector se entiende que no existía un cabal conocimiento de la capacidad operativa de la empresa y del dimensionamiento del espacio físico en las embarcaciones. En el diagrama propuesto no se determinó la ruta crítica, holguras, tolerancias, por lo que se lo balanceó. El diagrama de barras no se lo obtuvo del diagrama proporcional. Todas las actividades se concentraron en el departamento de máquinas lo que reafirmaba lo enumerado



anteriormente, y en la estimaci3n de hombre-hora y hora-m quina no se hab/a determinado realmente arrojando problemas de presupuesto en hombre-hora, hora-m quina etc, apndice A.

El aglomeramiento de las actividades y las limitaciones en el espacio f/sico engendraron problemas colaterales que pusieron en riesgo la integridad f/sica de operarios de las unidades e instalaciones. Se produjeron conatos e incendios, heridos, asfixiados y sustracciones.

Debido a la carencia de estad/sticas y registros de las pruebas efectuadas previo al desarrollo del proyecto, no se pudo detallar los diferentes trabajos que deb/an ejecutarse y la extensi3n de los mismos. En muchas ocasiones se tuvo que empezar "desde cero: como aconteci" con las actividades planificadas para cambio de planchaje y tendido de ca#er/as de los diferentes circuitos.

En el rea de dise#o no se hab/an previsto los diagramas de los diferentes circuitos. Esto hac/a que la existencia en bodega de muchos materiales no sea prevista. Esto se constat" en los cambios de

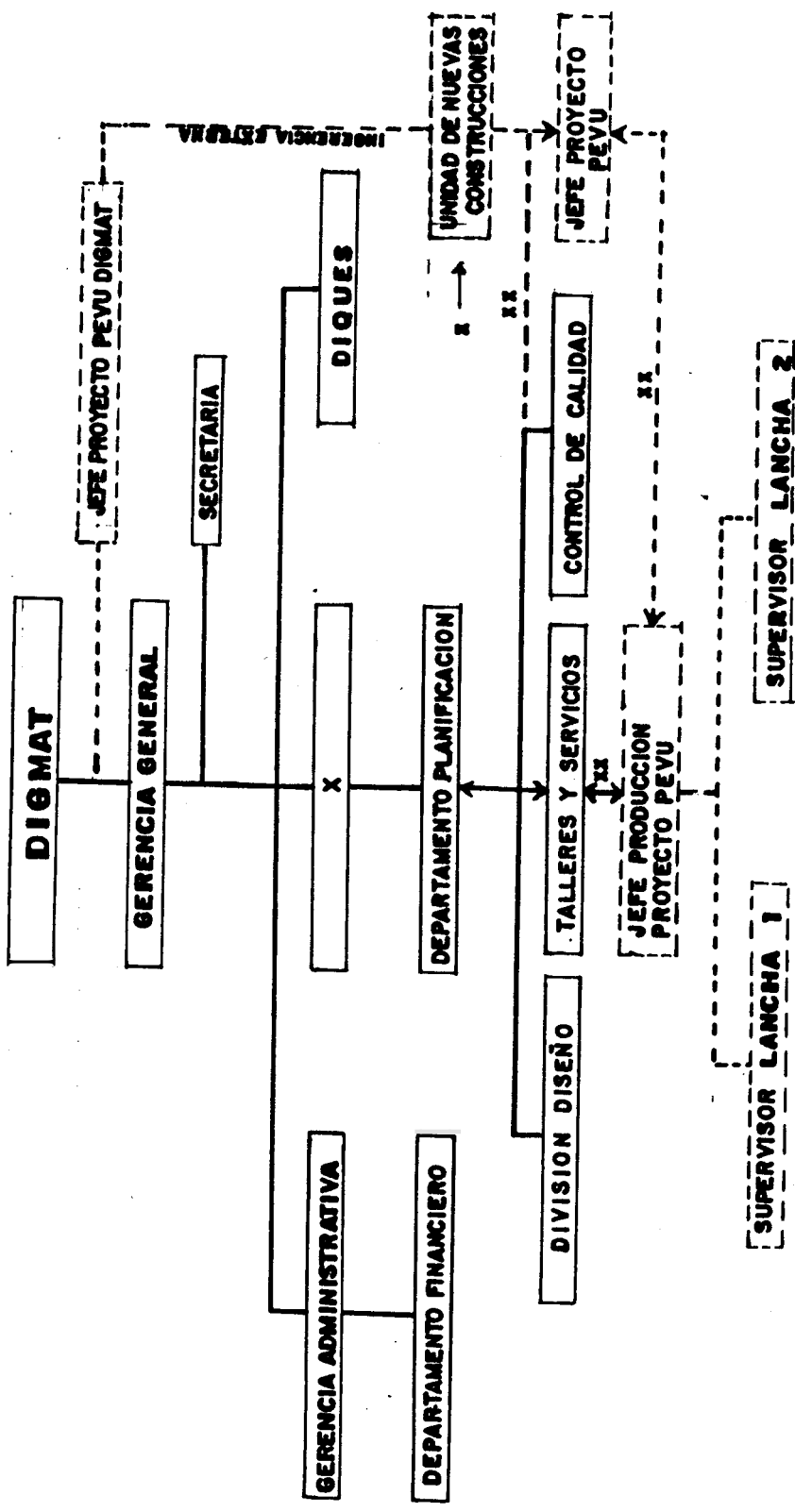
planchaje y montaje de accesorios de los diferentes sistemas. (ver Apendice A)

Finalmente tambien se detectó que en el diagrama de planificaci6n se omiti6 actividades como: Construcci6n de tanques de Decantaci6n, Líneas de de venteo, Acabados y aguas servidas, y la Determinaci6n de Planes de Pintura, y An lisis de pesos.

## 2.2. PLANIFICACION EJECUTADA.

La planificaci6n se elabor6 en tiempos muy posteriores al inicio del proyecto, y se hizo hincapi en mantener la idea del por qu se elabor6 en esa forma. Existi6 inicialmente una dualidad en el administrar, coincidente con ingerencia externa e interna, ver la figura 2.1 Los problemas administrativos hab/án llegado hasta el nivel de obreros, causando descontento e incertidumbre.

Se desconoc/án funciones en el grupo de supervisores, causándose interferencia duplicando esfuerzos



**LEYENDAS**

- X LA UNIDAD DE CONSTRUCCION DE SUBORDINO A LA GERENCIA DEL DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION SE ORGANIZAN EN UNIDAD DE PROYECTO PEVU
- XX CALIDAD
- XXX JEFE DE PROYECTO TAMBIEN ERA SUPERVISOR ELECTRICO

**FIGURA 2.1**

innecesarios. No se conoc/a de donde se emit/an las órdenes de trabajo y si estas se coordinaban con lo de los trabajos planificados. Carec/a el cuerpo involucrado en la producción, de diagramas menos complicados o específicos de ejecución y control. No exist/an records de trabajos y de pruebas, para poder posteriormente levantar una estadística que ayude en el control del avance del proyecto y en su ejecución en serie, (el proyecto implicaba restaurar dos embarcaciones).

Con todo esto, se trató de corregir el plan de ejecución propuesto, pero se encontró un gran impedimento, la falta de información o record de las pruebas y trabajos efectuados. Por ello, previo al establecimiento de la nueva planificación deb/amos respondernos a:

Qu pruebas se efectuaron?

En qu consistieron dichas pruebas?

De qu nuevas pruebas se requer/a?

Qu materiales se requer/an, cu les se podr/an recuperar, y cu les exist/an en bodega?

Qu trabajos se hab/an efectuado?

De cu recursos se dispone efectivamente?

Cu les son las actividades a#n no inclu/das  
en el proyecto

Qu actividades hay que reconsiderar?

Por todo esto, se debi" elaborar una planificaci"n de b#squeda y determinaci"n, previa a cualquier estimaci"n de recursos, que no paralice el proyecto mientras se defin/a totalmente su ejecuci"n, ver figura 2.2. Para evitar la paralizaci"n del proyecto se opt" por elaborar micro-planificaciones o planificaciones semanales, hasta pasar la etapa de transici"n, (ver figura 2.3).

Para poder definir los requerimientos en materiales, hombres-hora, horas-maquina, etc. deb/an determinarse dise#os completos. Despus de las pesquisas correspondientes se determin" que dichos proyectos exist/an en archivos, y que correspond/an a los dise#os del proyecto de construcci"n de las tablas PGM-100, [3].

Definida la programaci"n en todos los recursos, como son los de material, mano de obra, tiempo, maquinaria

| Nº | ACTIVIDADES                  | ESTADO DE LAS ACTIVIDADES |         |        |         |          |           |               |  |  |  |
|----|------------------------------|---------------------------|---------|--------|---------|----------|-----------|---------------|--|--|--|
|    |                              | FRUEBAS                   | PLANIF. | DISEÑO | EJECUTA | DEFINIDO | EXIS. MAT | OBSERVACIONES |  |  |  |
| 01 | RECONST. PROTEG. TERMICA     | NR                        | NO      | NR     | 80%     | NO       | NR        |               |  |  |  |
| 02 | RECONST. CUBIERTA            | PARCIAL                   | PARCIAL | NO     | 40%     | PARCIAL  | NO        |               |  |  |  |
| 03 | RECONST. FONDOS              | PARCIAL                   | PARCIAL | NO     | 20%     | PARCIAL  | NO        |               |  |  |  |
| 04 | RECONST. COSTADOS            | PARCIAL                   | PARCIAL | NO     | 30%     | PARCIAL  | NO        |               |  |  |  |
| 05 | RECONST. SUPERESTRUCTURA     | NO                        | PARCIAL | NO     | 10%     | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 06 | REPARACIONES DOBLE FONDO     | NO                        | NO      | NO     | 20%     | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 07 | CONST. TANQ. DECANT.         | NO                        | NO      | NO     | 0%      | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 08 | CONST. BASES MAQUINA         | NR                        | SI      | NO     | PARCIAL | NO       | PARCIAL   |               |  |  |  |
| 09 | CONST. ESTIBA - SOPOR.       | NR                        | NO      | NO     | 20%     | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 10 | CONST. CAJAS DE MAR          | NO                        | NO      | NO     | 0%      | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 11 | MONTAS PROTEG TERMIC.        | NR                        | NO      | NO     | 0%      | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 12 | DESMONT. CIRC. HIDRAULICO    | NO                        | SI      | NR     | 100%    | NO       | PARCIAL   |               |  |  |  |
| 13 | DETERMINEG. CIRC. HIDRAULICA | NR                        | NO      | NO     | 0%      | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 14 | TERRNO DE CIRC. HIDRAULICO   | NO                        | PARCIAL | NO     | 5%      | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 15 | CONST. DE SONDAS - VENT.     | NR                        | NO      | NO     | 0%      | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 16 | RESTAURACION - AGRESOR.      | NO                        | NO      | NR     | 20%     | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 17 | CONST. DE ANCLAJES           | NR                        | NO      | NO     | 0%      | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 18 | DETERMINEG. CIRC. M.E. PP.   | NR                        | PARCIAL | NO     | 0%      | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 19 |                              |                           |         |        |         |          |           |               |  |  |  |
| 20 | DESMONT. SIST. ELECTRICO     | NO                        | SI      | NO     | 60%     | PARCIAL  | PARCIAL   |               |  |  |  |
| 21 | TENDIDO DE LINEAS            | NO                        | SI      | NO     | 20%     | PARCIAL  | PARCIAL   |               |  |  |  |
| 22 | REVISION TABLEOS             | NO                        | SI      | NR     | 0%      | PARCIAL  | PARCIAL   |               |  |  |  |
| 23 | CONST. DE ACCESORIOS         | NR                        | NO      | NO     | 0%      | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 24 | DETERMINACION DE CARGA       | NO                        | NO      | NO     | 10%     | NO       | NR        |               |  |  |  |
| 25 |                              |                           |         |        |         |          |           |               |  |  |  |
| 26 | DESMONTAJE MAQUINAS          | NO                        | SI      | NO     | 100%    | SI       | NR        |               |  |  |  |
| 27 | OVER NOVL. MAQUINA           | NO                        | SI      | NR     | 50%     | SI       | NO        |               |  |  |  |
| 28 | CONSTRUCCION DE ESCAPES      | NO                        | NO      | NO     | 0%      | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 29 |                              |                           |         |        |         |          |           |               |  |  |  |
| 30 | CONSTRUCCION DE AISLAMIENOS  | NR                        | NO      | NO     | 0%      | NO       | NO        |               |  |  |  |
| 31 | REVISION LINEA DE EJE        | NO                        | SI      | NO     | 20%     | PARCIAL  | NO        |               |  |  |  |
| 32 | DETERMINACION M.M. AUX.      | NR                        | NO      | NO     | 50%     | PARCIAL  | NO        |               |  |  |  |
| 33 | HABITABILIDAD DESM.          | NO                        | SI      | NO     | 0%      | PARCIAL  | NO        |               |  |  |  |
| 34 | CONSTRUCCION DE MOBILIARIO   | NR                        | SI      | NO     | 20%     | PARCIAL  | NO        |               |  |  |  |
| 35 | PLAN DE PINTURA              | NR                        | NO      | NO     | 0%      | NO       | NO        |               |  |  |  |

NR : NO REQUERIA

NO : QUE NO SE REALIZO O QUE SE HA ESPERADO TOMAR AL MOMENTO DE LEVANTAR SU AVANCE



FIGURA 2.2

ESQUEMA GENERAL DE LAS ACTIVIDADES

# PCANIFICACION SEMANAL

|    | 1ª SEMANA          | 2ª SEMANA | 3ª SEMANA | OBSERVACIONES |
|----|--------------------|-----------|-----------|---------------|
| 01 | [Barra horizontal] |           |           |               |
| 02 | [Barra horizontal] |           |           |               |
| 03 | [Barra horizontal] |           |           |               |
| 04 | [Barra horizontal] |           |           |               |
| 05 | [Barra horizontal] |           |           |               |
| 06 | [Barra horizontal] |           |           |               |
| 07 | [Barra horizontal] |           |           |               |
| 08 | [Barra horizontal] |           |           |               |
| 09 | [Barra horizontal] |           |           |               |
| 10 | [Barra horizontal] |           |           |               |
| 11 | [Barra horizontal] |           |           |               |

**FIGURA 2.3**

ESQUEMA DE LA PLANIFICACION SEMANAL

y financiamiento, así como determinados los diseños requeridos, se procedi" a :

- Reordenar las "rdenes de trabajo
- Incrementar las jornadas de trabajo
- Sub-contratar
- Definir las reas de supervisi"n
- Planificar por bloques.

El reordenamiento de las "rdenes de trabajo consistio en crear "rdenes en funci"n de lo planificado, (por tiempos y por bloques, ver figura 2.5).

Se crearon dos jornadas extras de labores espec/ficamente cuando dos o mas actividades se interfer/an. Esto para evitar riesgos en la seguridad industrial cuando se laboraba con elementos muy vol tiles o carburantes. Siendo m s espec/ficos los trabajos aprobados fueron el arenar y pintar por ir en contra de la seguridad industrial y la salud e higiene en el trabajo. Esto adem s produc/a una disminuci"n de ruidos en las jornadas de mayor producci"n y los conatos de incendio por uso de materiales combustibles.

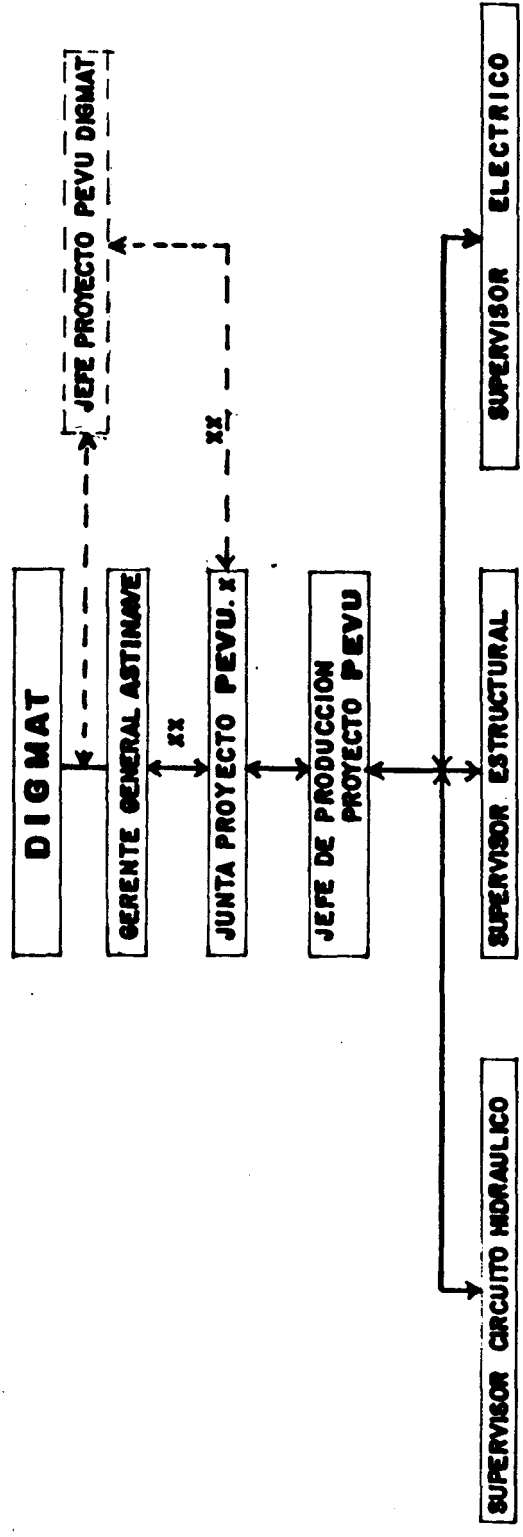


Se subcontrat<sup>o</sup> para las reas donde el astillero no respond<sup>o</sup>a con recursos de maquinarias y mano de obra que no fueran trabajos especializados y no requir<sup>an</sup> supervisi<sup>o</sup>n permanente. Espec<sup>if</sup>icamente se concertaron trabajos para las reas de cambio de planchaje y tendida de circuitos. Se logr<sup>o</sup> as<sup>i</sup> disminuir los tiempos de ejecuci<sup>o</sup>n y minimizar los costos de operaci<sup>o</sup>n.

En lo que respecta a definici<sup>o</sup>n de las reas de supervisi<sup>o</sup>n se la consigui<sup>o</sup> comprometi<sup>en</sup>do a cada uno de los responsables a mantener la supervisi<sup>o</sup>n por reas y no por embarcaci<sup>o</sup>n como se estaba llevando originalmente. Se crearon as<sup>i</sup> tres tipos de supervisores:

- Supervisor de trabajos estructurales
- Supervisor de trabajos de circuitos hidr<sup>u</sup>licos
- Supervisor de trabajos de circuitos electricos

Logr<sup>o</sup>ndose de esta manera no duplicar los esfuerzos y no interferir en la supervisi<sup>o</sup>n, ver figura 2.4.



**LEYENDA**

- JUNTA PROYECTO PEVU COMPRENDIA A
  - JEFE PROYECTO PEVU- DIGMAT
  - JEFE PLANTIFICACION ASTINAVE
  - JEFE TALLERES Y SERVICIOS ASTINAVE
  - JEFE PROYECTO PEVU ASTINAVE
  - JEFE PRODUCCION PEVU ASTINAVE
  - REPRESENTANTE TECNICO INGENIERO
- DUALIDAD NO EVITADA POR EXISTIR LA  
JERARQUIA NAVAL PERO SI HIERARQUIA



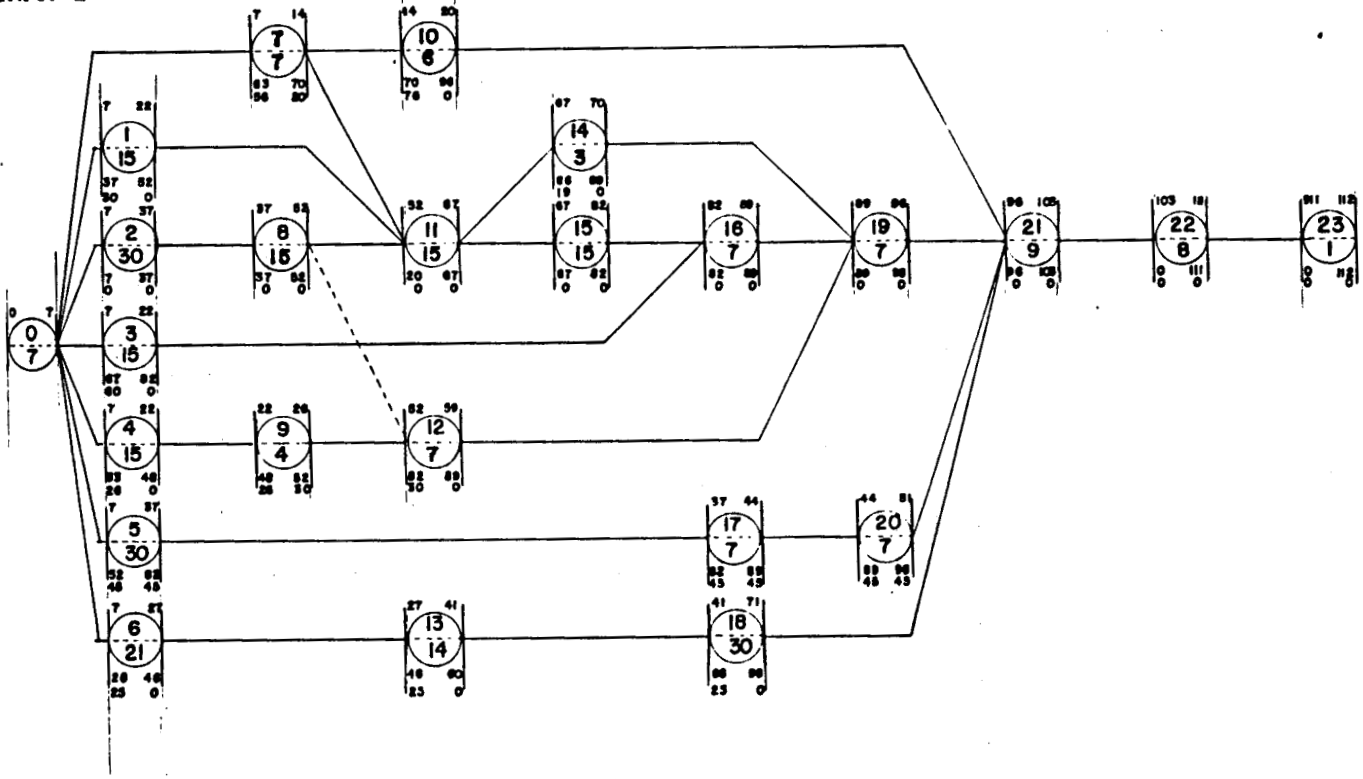
**FIGURA 2.4**

La planificaci3n por bloques consisti3 en definir en la embarcaci3n m3s de una zona de trabajos repetitivos y determinar el rea de mayor afluencia de actividades. Se trataba de evitar que un mayor n3mero de actividades se puedan ejecutar, logrando tambi3n mejorar los controles, planificar trabajos semanales y hasta diarios y en definitiva minimizar los tiempos de ejecuci3n, ver figura 2.6.

Los bloques de trabajo determinados fueron:

- Sector de Sala de M3quinas
- Sector del Casco que no sea sala de M3quinas, y,
- Sector de Superestructura

La planificaci3n propuesta cont3 de dos etapas, como se puede observar en la figura 2.5. Se desarroll3 utilizando diagramas CPM ("Critical-Programmation-Method"). Esta forma de planificaci3n se conoce como diagramas de ruta cr3tica, y es la m3s recomendada para estos tipos de producci3n (procesos no cont/nuos). Es adem3s normalmente conocida por todos los supervisores



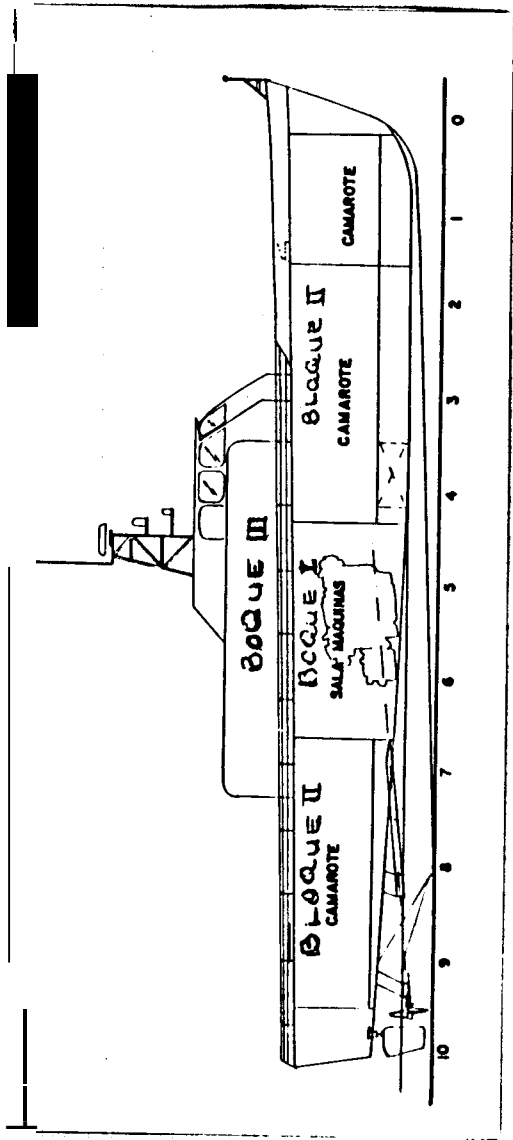
ETAPA II

| Nº | ACTIVIDADES                                   | MES    | I |   |   |   | II |   |   |   | III |    |    |    | IV |    |    |    | HM | HH |  |  |
|----|---|--------|---|---|---|---|----|---|---|---|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
|    |   | SEMANA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  | 6 | 7 | 8 | 9   | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |    |    |  |  |
| 0  | DESMTAJE                                      |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 2  | RECONSTRUCCION ESTRUCTURA                     |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 8  | PINTURA DE PREVENCION                         |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 11 | MONTAJE CIRCUIOS HIDRAULICOS                  |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 18 | CONST.DE CIRCUIOS DE ALIMENTACION MMPP Y AUX. |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 16 | MONTAJE DE GENERADORES Y BOMBAS               |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 18 | ACOPLAMIENTO DE CIRCUIOS HIDRAULICOS          |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 21 | PRUEBAS                                       |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 22 | PINTURA DE ACABADO                            |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 23 | ENTREGA                                       |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 1  | RECONSTRUCCION DE DOBLE FONDO                 |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 3  | REPARACION GENERADORES                        |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 4  | REVISION DE ACC. DE PROPULSION                |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 8  | MONTAJE CIRCUIOS ELECTRICOS                   |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 6  | CONSTRUCCION DE MOBILIARIO                    |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 7  | RESTAURACION DE ACC. HIDRAULICOS              |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 9  | MONTAJE DE LINEA DE EJE                       |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 10 | CONSTRUCCION DE VENTEOS                       |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 12 | MONTAJE DE MAQUINA PCPAL Y ALINEACIONES       |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 13 | MONTAJE MOBILIARIO                            |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 14 | CONSTRUCCION DE TANQUE RESIDUOS               |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 17 | MONTAJE EQUIPOS ELECTRICOS                    |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 18 | RECUBRIMIENTO Y ACABADOS DE CARPINTEROS       |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 20 | ACOPLAMIENTO CIRCUITO ELECTRICO               |        |   |   |   |   |    |   |   |   |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |

|              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |      |      |      |       |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|------|------|------|-------|
| MAQUINAS     | 1  | 4  | 6  | 5  | 3  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1562 |      |      |       |
| CALDERO      | 0  | 3  | 5  | 6  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |      | 840  |      |       |
| SOLDADOR     | 2  | 3  | 5  | 5  | 5  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 0 | 0 |      | 1568 |      |       |
| CARPINTERO   | 0  | 0  | 0  | 0  | 9  | 9  | 9  | 5  | 5  | 6  | 6  | 6  | 7  | 0 | 0 | 0 | 0 |      | 3828 |      |       |
| GASFITERO    | 2  | 2  | 0  | 1  |    |    |    | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 0  | 0 | 1 | 0 | 0 |      | 2072 |      |       |
| MOTORISTA    | 1  |    | 0  |    | 4  | 4  |    | 1  |    |    |    |    | 0  | 0 | 1 | 0 | 0 |      | 616  |      |       |
| MECANICO     | 0  | 2  | 2  |    |    |    | 2  | 1  |    |    |    |    | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |      | 392  |      |       |
| ELECTRICISTA | 3  |    | 0  |    |    | 6  | 6  | 6  | 6  | 3  |    |    | 0  | 1 | 1 | 0 | 0 |      | 1792 |      |       |
| MANIOBRA     | 6  | 1  | 0  | 1  |    | 5  | 5  | 9  | 2  | 2  | 2  | 2  | 0  | 3 | 6 |   | 0 |      | 2296 |      |       |
| TOTAL        | 15 | 15 | 18 | 18 | 22 | 25 | 24 | 30 | 21 | 19 | 17 | 15 | 14 | 4 | 6 |   |   |      |      |      |       |
| TOTAL        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |      |      | 1512 | 13104 |

PLANIFICACION GENERAL

FIGURA 2.5



| Nº | BLOQUE I                            | TEMP. TARDIO | BLOQUE II                           | TEMP. TARDIO | BLOQUE III                          | TEMP. TARDIO |
|----|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------|
| 0  | DES-MONTAJE                         | 00           | DES-MONTAJE                         | 0            | DES-MONTAJE                         | 0            |
| 1  | RECONSTRUCCION ESTRUCTURA           | 07           | RECONSTRUCCION ESTRUCTURA           | 07           | RECONSTRUCCION ESTRUCTURA           | 07           |
| 2  | PINTURA DE PREVENCION               | 37           | PINTURA DE PREVENCION               | 37           | PINTURA DE PREVENCION               | 37           |
| 3  | MONTAJE CIRCUITOS HIDRAULICOS       | 52           | MONTAJE CIRCUITOS HIDRAULICOS       | 44           | MONTAJE CIRCUITOS HIDRAULICOS       | 37           |
| 11 | CONST. CIRCUITOS M.M.P.P. Y AUXIL.  | 67           | MONTAJE CIRCUITOS HIDRAULICOS       | 44           | CONST. CIRCUITOS M.M.P.P. Y AUXIL.  | 49           |
| 15 | MONTAJE GENERADORES Y BOMBAS        | 62           | ACOMPLAMIENTO CIRCUITOS HIDRAULICOS | 69           | ACOMPLAMIENTO CIRCUITOS HIDRAULICOS | 62           |
| 16 | MONTAJE GENERADORES Y BOMBAS        | 62           | ACOMPLAMIENTO CIRCUITOS HIDRAULICOS | 69           | ACOMPLAMIENTO CIRCUITOS HIDRAULICOS | 62           |
| 18 | ACOMPLAMIENTO CIRCUITOS HIDRAULICOS | 69           | ACOMPLAMIENTO CIRCUITOS HIDRAULICOS | 69           | ACOMPLAMIENTO CIRCUITOS HIDRAULICOS | 62           |
| 21 | PRUEBAS                             | 94           | PINTURA DE ACABADO                  | 94           | PINTURA DE ACABADO                  | 94           |
| 22 | PINTURA DE ACABADO                  | 105          | ENTREGA                             | 94           | ENTREGA                             | 94           |
| 23 | ENTREGA                             | 112          | CONSTRUCCION DE DOBLE FONDO         | 112          | ENTREGA                             | 112          |
| 1  | CONSTRUCCION DE DOBLE FONDO         | 07           | CONSTRUCCION DE DOBLE FONDO         | 07           |                                     |              |
| 03 | REPARACION OPERADOR                 | 30           |                                     |              |                                     |              |
| 04 | REVISION AGC. PROPULSION            | 07           |                                     |              |                                     |              |
| 05 | MONTAJE CIRCUITOS ELECTRICOS        | 37           | MONTAJE CIRCUITOS ELECTRICOS        | 37           | MONTAJE CIRCUITOS ELECTRICOS        | 32           |
| 06 | CONSTRUCCION MOBILIARIO             | 30           | CONSTRUCCION MOBILIARIO             | 30           | CONSTRUCCION MOBILIARIO             | 30           |
| 07 | RESTAURACION AGC. HIDRAULICOS       | 07           | RESTAURACION AGC. HIDRAULICOS       | 07           | RESTAURACION AGC. HIDRAULICOS       | 07           |
| 09 | MONTAJE LINEA DE EJE                | 49           | CONSTRUCCION VENTOS                 | 31           |                                     |              |
| 10 | CONSTRUCCION VENTOS                 | 31           | CONSTRUCCION VENTOS                 | 31           |                                     |              |
| 12 | MONTAJE MAQUINA PRINCIPAL           | 62           | MONTAJE MOBILIARIO                  | 62           | MONTAJE MOBILIARIO                  | 62           |
| 13 | MONTAJE MOBILIARIO                  | 52           | CONSTRUCCION TANQUE RESIDUOS        | 78           |                                     |              |
| 14 |                                     |              | CONSTRUCCION TANQUE RESIDUOS        | 78           |                                     |              |
| 16 | RECURSIVOS Y ACABADOS               | 66           | RECURSIVOS Y ACABADOS               | 66           | MONTAJE EQUIP. ELECTRICOS           | 67           |
| 20 | ACOMPLAMIENTO CIRCUITOS ELECTRICOS  | 69           | ACOMPLAMIENTO CIRCUITOS ELECTRICOS  | 69           | RECURSIVOS Y ACABADOS               | 66           |
|    |                                     |              |                                     |              | ACOMPLAMIENTO CIRCUITOS ELECTRICOS  | 69           |

FIGURA 2.6  
PLANIFICACION POR BLOQUE

La planificación se llevó también a un diagrama de barras o de Gantt, y se lo balanceó. Se logró así determinar las limitaciones en mano de obra y equipos de la empresa; específicamente se analizaron el rea de soldadores y carpinteros, ver figura 2.5.

Se elaboró luego de la planificación general una individual de cada bloque, ver figura 2.6. En ella se podrá observar que muchas actividades interrelacionadas resultan repetitivas y que difícilmente se podrán efectuar satisfactoriamente si no se definen los bloques. Esto ayudó a que la supervisión no se dilate, se minimicen los tiempos de operación y se registren records de trabajo.

Se creó también un comité de Seguridad Industrial para minimizar y prevenir los riesgos potenciales; se determinó de esta forma las reas de máximo riesgo industrial. El comité se conformó por reas y comprometió a una gran cantidad de operarios, pretendiéndose ir educando en materia de seguridad al personal, ver figura 2.7.

**OBLIGACIONES**

**PROCEDIMIENTO EN CASO DE FLAGELO**

**PRESIDENTE  
DEL COMITE  
JEFE DE PRODUCCION**

COORDINAR Y ELABORAR DISPOSICIONES  
PARA PRECAUTELAR LA SEGURIDAD  
DEL PERSONAL Y DE BIENES

ELABORAR INFORME Y RECOMENDAR CORRECTIVOS  
O DISPONER DE MAYOR EQUIPOS SI ASI LO  
AMERITA

**SUPERVISORES**

DISPOSICIONES Y ROTULAR LAS ZO.

AL PRESIDENTE DEL COMITE PARA TOMAR

**COORDINADORES  
JEFE DE CUADRILLAS**

VERIFICAR Y COMUNICAR LAS AYUDAS  
QUE REQUIERE EN LAS ZONAS PRE.

DEHUNCIAR A LA GUARDIA EL FLAGELO EN CASO  
PERSISTA PARA OW SE ANUNCIE ZAFARRAM.

**OPERADORES  
G. FISICA + P. PLANTA**

PRECAUTELAR, PRESTANDO EL CONTIN  
GENTE NECESARIO (EXTINTORES)

PRESTAR AYUDA OPORTUNAMENTE

**ORGANIGRAMA DEL COMITE DE SEGURIDAD**

Finalmente es conveniente hacer hincapié en que la ejecución satisfactoria de todo proyecto se basa en tener muy clara la planificación general para poder llegar a un trazado diario y semanal. Las planificaciones diarias y semanales pueden ser variables, pues siempre se pueden adaptar de acuerdo a las necesidades; es aquí donde entra el concepto de la planificación dinámica, con lo que se aprovechan holguras, malos tiempos y se minimiza imprevistos.



## CAPITULO III

### ANALISIS DEL SISTEMA PROPULSOR

#### 3.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA PROPULSOR.

El nuevo sistema propulsor instalado en las lanchas PGM-100 consiste de dos motores tipo marino, acoplado cada uno al eje + hlice a travs de un engranaje reductor. La línea de eje de cada uno de los motores consiste de eje y contraeje, tal como se muestra en la figura 3.1. Las caracter/sticas principales del conjunto se presentan en la tabla III.

# LINEA DE C/E

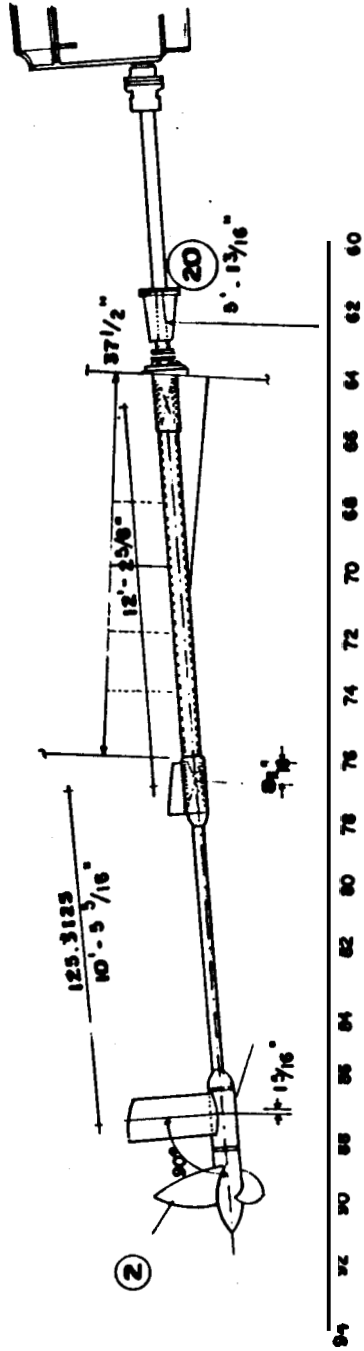


FIGURA 3.1

DISTRIBUCION GENERAL DE LA LINEA DE EJE

|                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| Motor Propulsor .....         | 2-GM-12V-117     |
| - Modelo .....                | 9122-7000        |
| Velocidad de Rotaci"n .....   | 1800 RPM.        |
| - Tipo de Motor .....         | Dos Tiempos      |
| - Razon de Compresi"n .....   | 18 a 1           |
| - Tipo de Inyectores.....     | 120              |
| - Potencia al Freno .....     | 675 HP.          |
| - Consumo de Combustible..... | 39 Gal. Hora     |
| - Reductor .....              | TWIN DISK MG-52~ |
| - Reduccion .....             | 4.0:1            |
| - Peso del Motor .....        | 12846 Lbs.       |
| - Di metro del eje .....      | 121 mm.          |
| - Material del eje .....      | MONEL.           |
| - Tipo de Hlice .....         | B-55.            |
| - No. de Palas de la Hlice..  | Cuatro.          |
| - Di metro de la Helice ..... | 1372 MM.         |
| - Paso .....                  | 1449 MM.         |
| - Raz"n Paso/Di metro .....   | 1.056            |

Los motores propulsores se acoplaron a los ejes y hlices originales para evitar costos adicionales, pues se hubiera requerido cambiar los t#neles, chumaceras, prensaestopas y patas de gallo. Estos cambios estaban contemplados en un estudio que se realiz" en el a#o 1971, desarrollado por el Departamento de Marina de los EE.UU. Dichos estudios determinaron que los motores a utilizarse podr/an ser dos GM-12V-149 o dos GM-16V-149. Adem s se determin" que si se seleccionaban los motores GM-16V-149TI de 1358 SHP a 1900 rpm. con reducci"n 2.9:1 se obtendr/a una velocidad de 19 nudos, ver referencia [3].

Para la instalaci"n de los nuevos motores propulsores se requiri" entonces de modificar las bases de las m quinas, y los sistemas auxiliares: de alimentaci"n de combustible, de agua de enfriamiento, aceite, escape, etc.

### 3.2. ANALISIS DE LA POTENCIA REQUERIDA PARA LA NUEVA CONDICION DE OPERACION

Se realiz" el c iculo de la potencia requerida con las condiciones de operaci"n que se presentan en la figura 3.2; estas son las condiciones actuales de navegaci"n de la embarcaci"n. Las l/neas de forma de la embarcaci"n se presentan en la figura 3.3. Para realizar este an lisis se emple" el programa de computaci"n EFICPROP presentado en [7]. Los resultados del programa se presentan en la figura 3.4.

De las pruebas de mar realizadas con la lancha se tiene que la lancha desarrollaba 15 nudos con el motor a 1800 rpm. Esta velocidad fue promediada con los tiempos de corrida entre dos enfiladas previamente establecidas. De los resultados presentados en la figura 3.4 se tiene que la embarcaci"n deber/a navegar a 15 nudos con la hlice girando a 448 rpm. Considerando que la raz"n de reducci"n es de 4:1, la velocidad del motor ser/a 1792 rpm (la velocidad de rotaci"n continua del motor principal es 1800 rpm). Esto comprueba lo observado en la prueba de velocidad

EFICPROP: ANALISIS DE EFICIENCIA PROPULSIVA

PROYECTO : CUERPO DE GUARDACOSTAS LANCHAS PGM-100

D A T O S de la E M B A R C A C I O N

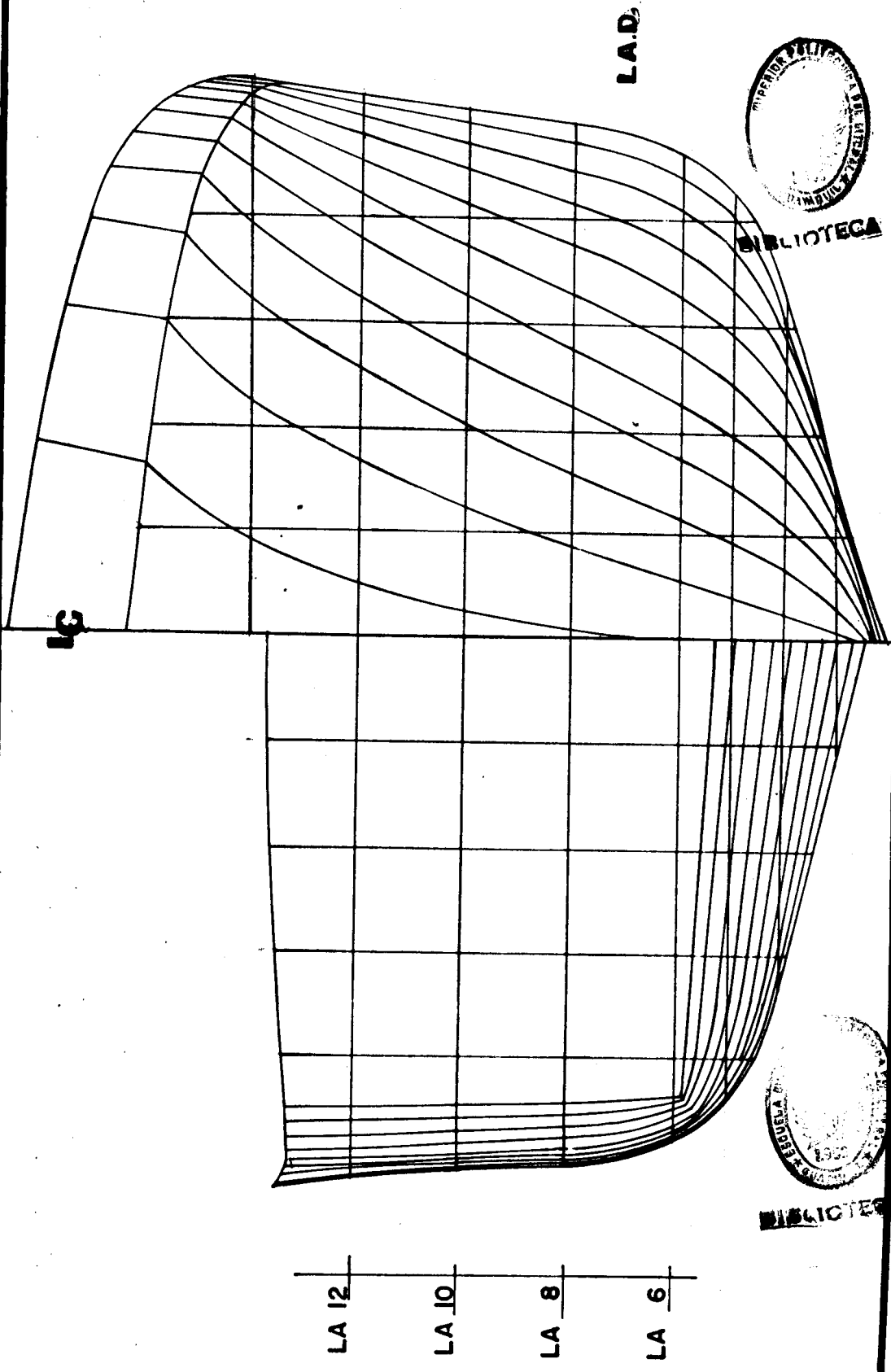
|                       |           |                 |
|-----------------------|-----------|-----------------|
| ESLORA :              | 9622E+02  | PIES            |
| MANGADA :             | 1950E+01  | PIES            |
| CAPARF :              | 5650E+01  | PIES ***3       |
| VOL DE ESPLAZ :       | 50007E+04 | PIES ***3       |
| VOL DE BLOQUE :       | 47300E+00 |                 |
| VOL DE PRISM :        | 70500E+00 |                 |
| CODEF : P-1/ENTR :    | 6680E+00  |                 |
| CODEF : P-1/ENTR :    | 7000E+00  |                 |
| SEMIANGD CINEM :      | 2500E+02  | % GRADOS **2    |
| SENSCOS : APENBULBO : | 6330E+02  | LB/PIES **2/SEG |
| DISSCOR TR : BULBO :  | 1700E+03  | PIES ***2       |
| SAREA CG EN PROA :    | 0000E+00  | PIES            |
| CALLADO EN POPA :     | 5550E+01  | PIES            |
| AREA SUM. ESP. :      | 2500E+02  | PIES **2        |

D A T O S de l P R O P U L S O R

|                   |          |      |
|-------------------|----------|------|
| DIAM. PROPULSOR : | 4500E+01 | PIES |
| PASO/DIAMETRO :   | 1056E+01 |      |
| AE/ALAS :         | 5000E+00 |      |
| Z PALAS :         | 3000E+01 |      |
| NUMERO DE PROP. : | 2        |      |

FIGURA 3.2

DATOS DE LAS LANCHAS PGM - 100



**FIGURA 3.3**  
**CORTES VERTICALES - TRANSVERSALES DE LA LINEA DE FORMA DE LA LANCHA, P6M - 100**

| VEL (NUDS ) | EFICIENCIA<br>RPM_PROP | PULSIVA<br>EFIC_PROP | SHP      |
|-------------|------------------------|----------------------|----------|
| 1100E+00    | 3997E+00               | 6445E+00             | 3153E+00 |
| 1150E+00    | 3136E+00               | 6444E+00             | 3610E+00 |
| 1200E+00    | 3469E+00               | 6428E+00             | 4200E+00 |
| 1250E+00    | 3464E+00               | 6364E+00             | 4785E+00 |
| 1300E+00    | 3687E+00               | 6308E+00             | 5069E+00 |
| 1350E+00    | 4027E+00               | 6277E+00             | 5749E+00 |
| 1400E+00    | 4279E+00               | 6118E+00             | 6740E+00 |
| 1450E+00    | 4484E+00               | 6045E+00             | 7300E+00 |
| 1500E+00    | 4687E+00               | 6017E+00             | 7890E+00 |
| 1600E+00    | 4880E+00               | 5974E+00             | 8590E+00 |

FIGURA 3.4

VALORES DEL PROGRAMA EFICPRO.



y también alega por la validez del programa de computación empleado.

Los cálculos nos presentan que para proveer una velocidad continua de 15 nudos, se deberá entregar a la hélice una potencia 1202 Shp, ver figura 3.4. Esto significa que se está empleando un 90% de la capacidad operativa del motor principal. La diferencia entre la potencia actualmente absorbida y la potencia continua de los dos motores (  $2 \times 675 \text{ shp} = 1350 \text{ shp}$  ) podría incrementar en menos de medio nudo la velocidad de la embarcación, según los resultados del programa de computación. Esto nos permite concluir que la decisión de mantener las mismas líneas de propulsión conectadas a los nuevos motores+reductores fue adecuada bajo las limitaciones del mercado.

Pause.  
Please press <return> to continue.

POTENCIA AL EJE

CUERPO DE GUARDACOSTAS LANCHAS PGM-100

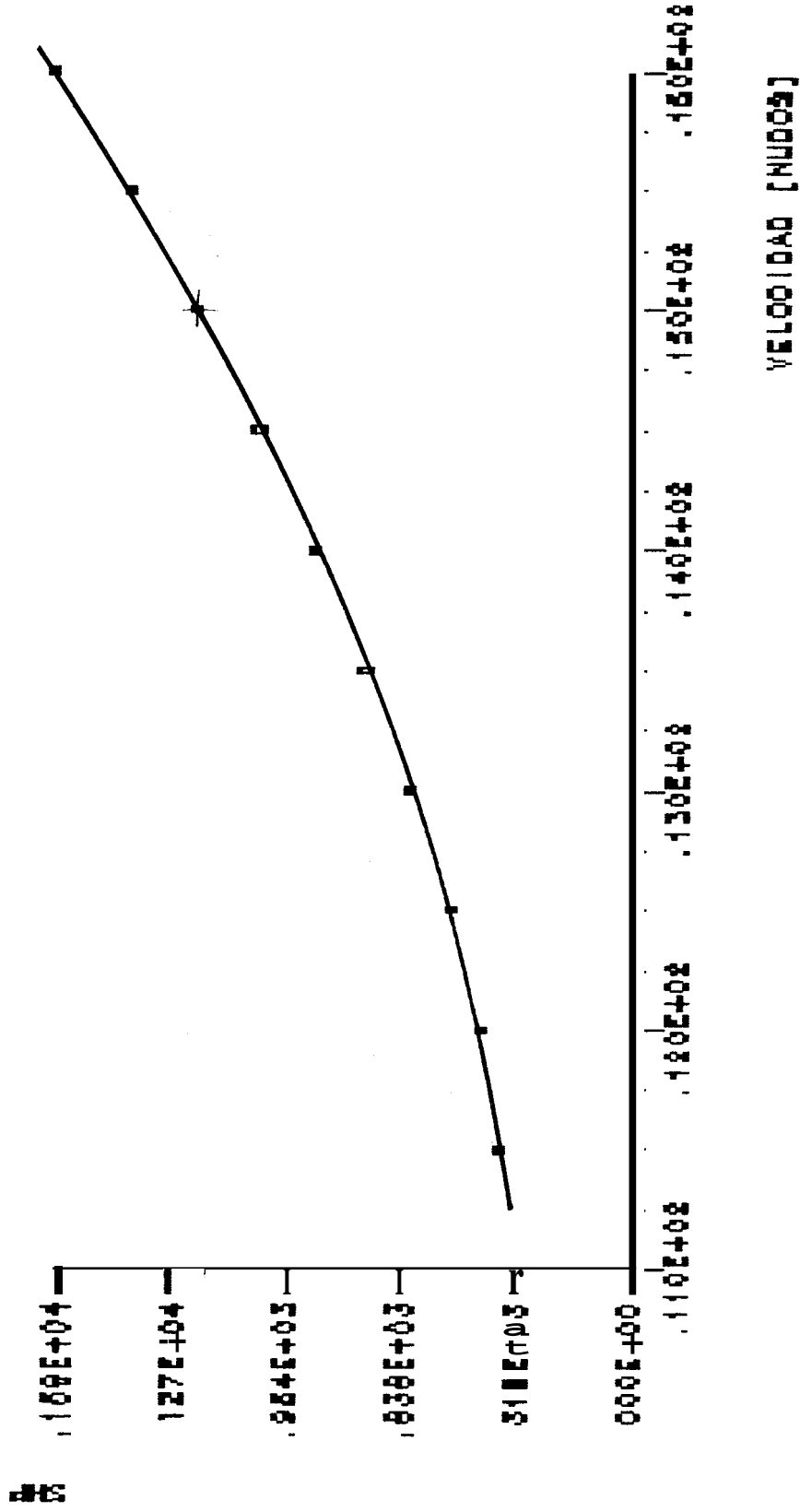


FIGURA 3.5

Pause.  
Please press <return> to continue.

RPM-PROPULSOR Y VELOCIDAD DE LA EMBARACION  
CUERPO DE GUARDACOSTAS LANCHAS PEM-100

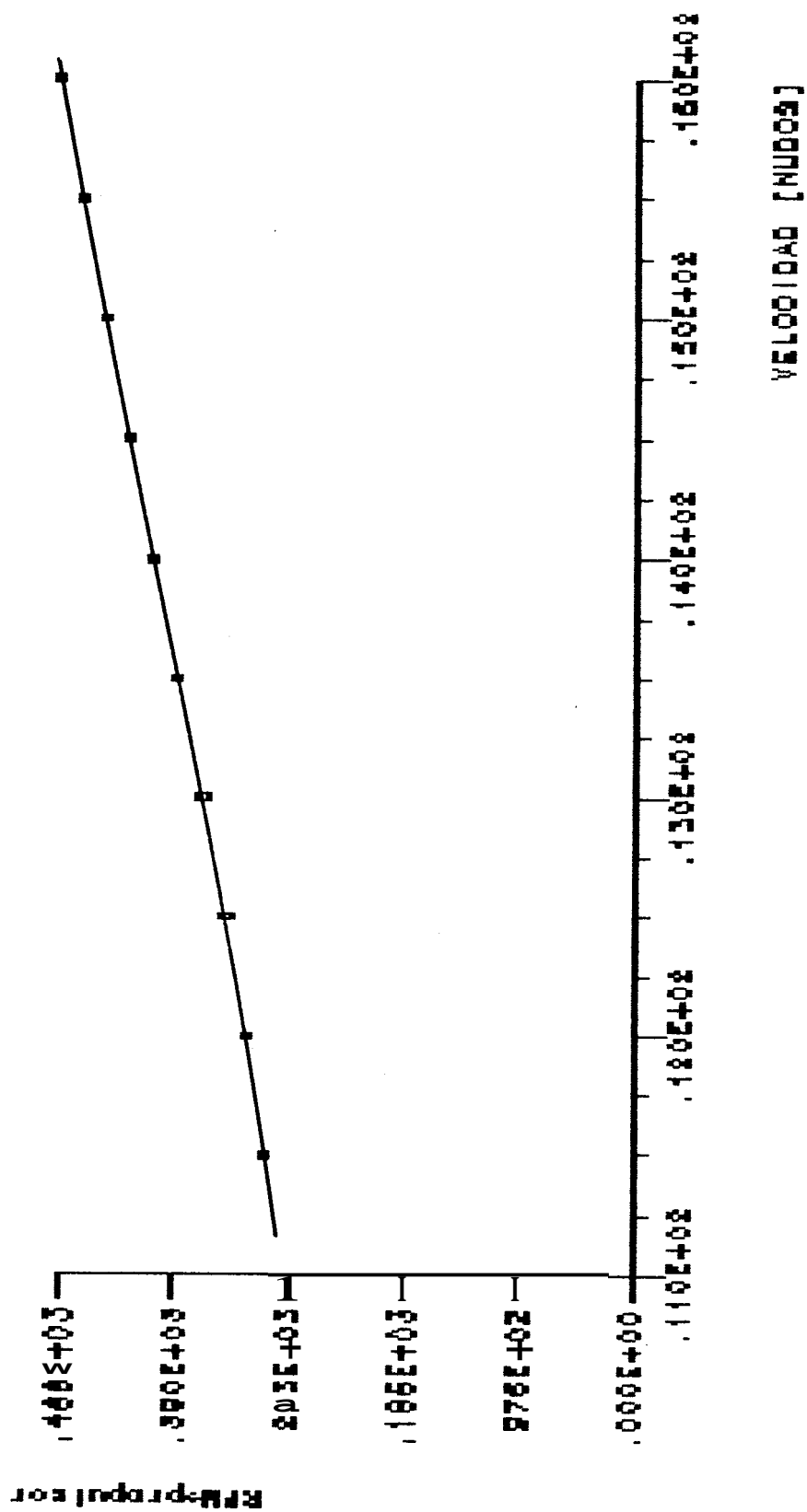


FIGURA 3.6

Pause,  
Please press <return> to continue.

RESISTENCIA AL AVANZE  
CUERPO DE GUARDACOSTAS LANCHAS PGM-100

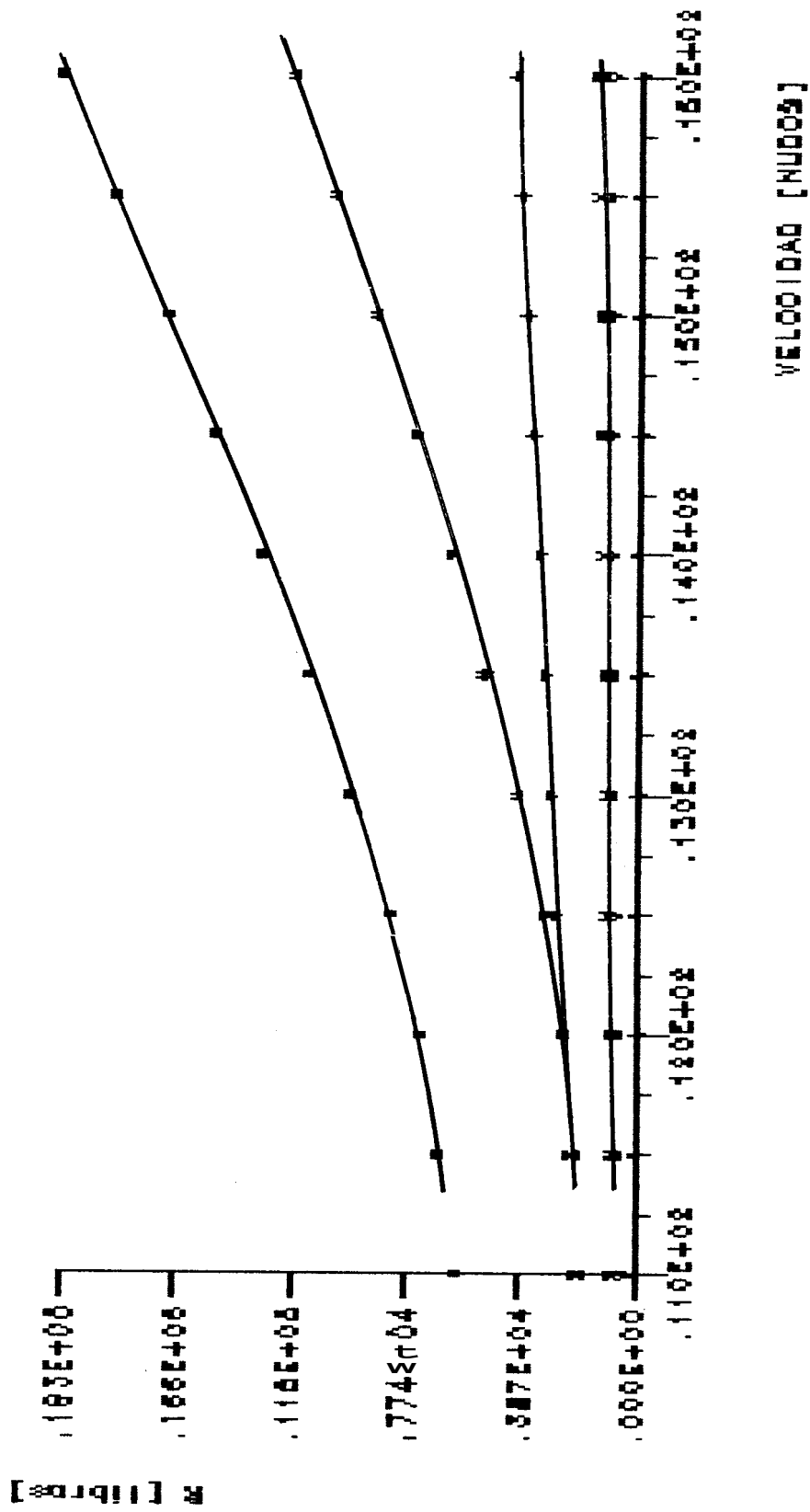


FIGURA 3.7

## CAPITULO IV

### CORROSION DE LOS EJES PROPULSORES

El objetivo de este cap/tulo es analizar el ataque destructivo que se visualizaron en los ejes de cola de las lanchas PGM-100', definido ya como una corrosi"n y determinar las causas de dicho efecto.

#### 4.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.

Los ejes propulsores de las embarcaciones analizadas est n constituidos de una aleaci"n de Cobre + Niquel, en una proporci"n 30/70, conocida comercialmente como Monel, del tipo AQUAMET. Los ejes tienen las siguientes caracter/sticas:

|                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| - Longitud entre puntos .....     | 8740 mm.                          |
| - D/ámetro .....                  | 114 mm.                           |
| - D/ámetro en descansos .....     | 127 mm.                           |
| - N#mero de descansos .....       | 03                                |
| - Mater/al .....                  | Monel                             |
| - Aleaci#n .....                  | Ni-Cu                             |
| - Proporci#n de la aleaci#n ..... | 67/30-66/29                       |
| - Densidad .....                  | 0.319-0.306 Lbs/pulg <sup>2</sup> |
| - M#dulo de elasticidad .....     | 26*E6 Lbs/pulg <sup>2</sup>       |
| - Resistencia a la fluencia ..... | 25-160*E3 Lbs/pulg <sup>2</sup>   |
| - Resistencia a la tracci#n ..... | 70-190*E3 Lbs/pulg <sup>2</sup>   |
| - Alargamiento en pulg. ....      | 60-13%                            |
| - Dureza Brinell .....            | 110-346                           |

#### Tabla IV

Siendo la composici#n qu/mica del Monel-400 y Monel-K500 la siguiente:

| Composici"n     | Monel-400 | Monel-K500 |
|-----------------|-----------|------------|
| - Niquel (Ni)   | 67        | 66         |
| - Cobre (Cu)    | 30        | 29         |
| - Hierro (Fe)   | 1.4       | 0.9        |
| - Aluminio (Al) | ---       | 2.7        |
| - Silicio (Si)  | 0.1       | 0.5        |
| - Magnesio (Mn) | 1.0       | 0.7        |
| - Carb"n (C)    | 0.15      | 0.15       |
| - Azufre (S)    | 0.01      | 0.005      |

Tabla V

El Monel es una aleaci"n rica en Niquel. Tiene alta resistencia, alta ductilidad, y resiste excelentemente la corrosi"n. Como es una aleaci"n de soluci"n s"lida homognea, su resistencia puede aumentar con s"lo el trabajo en fr/o, [2]. El Monel-400 muy intensamente trabajado en fr/o, puede empezar a cristalizarse a 427 C. El Monel-400 puede soldarse con mtodos usuales de soldadura elctrica o de gas, pero requiere de fundente especial. Como se indic" tiene alta resistencia a la acci"n atmosfrica, al agua de mar, al vapor, a los productos alimenticios y a muchas

sustancias químicas industriales. Se deteriora con rapidez en presencia de Cloro húmedo y de sales frías, estóxicas o mercúricas en soluciones ácidas, [2]. Cuando está caliente no se debe exponer a metales fundidos, azufre ni a productos de combustión que contengan azufre.

En la figura 4.1 se presenta la posición aproximada del eje donde se presentan las picaduras que se investigan. Como se puede observar en dicha figura las picaduras alcanzan una profundidad máxima de 6 mm.. Esto es sorprendente si consideramos que el material utilizado es una aleación de Níquel-Cobre (Monel), que como se mencionó anteriormente, es altamente resistente al medio marino y hasta la acción de ácidos. Además se puede observar que la zona afectada es la parte del eje que se ubica entre el descanso (cojinete) del codaste y el empacador; esta zona corresponde al túnel del eje. Esto nos dice que la acción destructora ocurrió en forma local.



# EJE DE

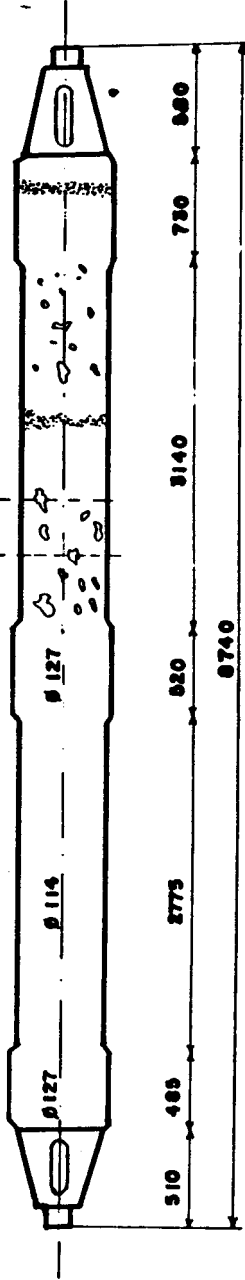
PP

PR

DESCANSO DEL PRENSA

PROFUNDIDAD DE PICADURAS :  $\frac{3}{16}$ "  $\frac{1}{4}$ "

EMPACADOR



EJE PRESENTA CORROSION EN SECTOR DEL LJE ENTRE DESCANSOS DE CODASTE Y PRENSA ; Y EN SECTOR DE DESCANSO DE PROA , DONDE TRABAJA EL EMPACADOR

FIGURA 4.1

ESQUEMA DE PICADURAS EN EL EJE DE COLA

#### 4.2. DIAGNOSTICO Y SOLUCION DEL PROBLEMA.

Corrosi3n es el deterioro y prdida de material debido al ataque qu/mico, [10], o es la forma de ataque qu/mico directo, [10]. Este ataque qu/mico con la presencia de un medio electrol/tico es un tipo general de corrosi3n. Otro tipo general de corrosi3n ocurre por ataque electro-qu/mico en la presencia de un electrol/tico; el agua de mar es el m s com#n electrolito encontrado a bordo de los buques y es el m s complicado y fastidioso factor que origina corrosi3n. La raz3n de esto es la gran actividad qu/mica que posee el agua de mar, comparada con otros electrolitos y la gran variedad de ambientes y de materiales. Otros med/os electrol/ticos atacan a bordo pero se desarrollan en medios espec/ficos con efectos en materiales definidos.

Los m s comunes tipos de corrosi3n son:

- Corrosi3n por disoluci3n,
- Corrosi3n galv nica,
- Corrosi3n diseminada ("pitting"), y
- Corrosi3n por anaerobio

Corrosi3n por disoluci3n se entiende como la corrosi3n que ocurre simplemente por acci3n de una disoluci3n quimica. Ejemplo: Los materiales orgánicos son más solubles en solventes orgánicos, los metales en otros metales líquidos y los materiales cerámicos en otros materiales cerámicos fundidos. Incrementalmente en esta categoría si la estructura del sólido y el solvente se asemejan, tal es el caso del polietileno que es más soluble en hidrocarburo líquido que en fenol líquido o el cobre que es más soluble en zinc líquido que el plomo líquido.

Corrosi3n galvánica ocurre cuando dos metales de diferente potencial eléctrico están en contacto a través de un medio electrolítico, como ocurre con el agua de mar, (disoluci3n de cloruro de sodio).

Corrosi3n diseminada es el ataque destructivo a los metales al formarse una diferencia de potencial eléctrico en una superficie o en un simple material este tipo de corrosi3n se presenta en forma local

Corrosi3n por anaerobio es la causada por la reducci3n

de sulfatos en las bacterias, por estar presente en varios puertos.

Considerando que el problema es de tipo local, las bondades del material (Monel), y los diferentes tipos de corrosión, podemos indicar en principio que se trata de una corrosión por disolución o bien una corrosión diseminada ("pitting").

Para concluir que se trata de una corrosión por disolución, deberíamos encontrar que existiera un solvente ácido como son los carburos o azufre, ver referencia [2]. Ya que como se ve en el subcapítulo 4.1, el material del eje, Monel, resiste otro tipo de ácidos. Las fundiciones de hierro blancas y ricas en carburos y contienen grandes proporciones de azufre lo que los vuelve un solvente ideal.

La otra posible causa del problema sería que cantidades de combustible hallan quedado dentro de los tubos proporcionándose así el solvente apropiado (azufre), para la disolución.

confirma el caso de corrosión diseminada,

deberíamos confirmar que en el lugar existió una diferencia de potencial eléctrico. Ahora bien en el caso supuesto de que existiera dicho factor, los efectos corrosivos se visualizarían a lo largo de todo el eje. Esto no se observa en este caso, como se puede observar en la figura 4.1.

Concluyendo podemos resumir que la posible forma de corrosión que presentan los ejes de cola de las Lanchas PGM-100 se debió a una corrosión por disolución. Al entrar en contacto el eje con sustancias cidas provenientes de fundición de hierro o por azufre provenientes de combustibles o de la misma fundición de hierro, se produjo el efecto observado.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente trabajo se han analizado ciertos aspectos del Proceso de Reactivaci3n de las lanchas PGM-100 del Cuerpo de Guardacostas de la Armada Nacional. Se ha tratado de aplicar conocimientos espec/ficos de ingenier/a naval para discutir ciertos aspectos del proyecto mencionado. Espec/ficamente se analizaron: el funcionamiento del sistema propulsor manteniendo la l/nea de propulsi3n original (eje + hlice), los problemas de corrosi3n que se presentaban en los ejes, y los problemas que se presentaron debido a una inadecuada planificaci3n, y las acciones que se tomaron para poder llevar adelante el proyecto mencionado.

Con respecto a la decisi3n de mantener la l/nea de propulsi3n original, bajo el criterio de restricci3n del gasto p#blico se deb/a elegir entre dar de baja a la unidades o de dejarlas operativas. En el caso de dejarlas operativas, cosa que se efectu3

con la reactivación, debía de quedar en mejores condiciones de servicio y técnicas. Para esto se estimaba que en una operación del Servicio de Guardacostas su velocidad no podría ser menor de 14 nudos. Bajo estas limitaciones se pudo determinar que al seleccionar un motor + reductor que permita mantener su línea de propulsión original ahorraría tiempo de ejecución y se reduciría considerablemente el presupuesto de asignación para la reactivación.

Como se demostró en el capítulo 3, la decisión tomada de instalar motores GM 12V-149 y una reducción de 4:1 fue la más aceptable bajo las limitaciones económicas. Esta decisión deja un margen de potencia no absorbida, que causa un efecto favorable en los tiempos de vida útil al disminuirse los esfuerzos a los que se expone el motor. Lógicamente esta conclusión podría ser más realista si en las pruebas de mar se hubiera proporcionado datos en los que se visualice la potencia real entregada por el motor a la velocidad continua de operación.

En lo que se refiere a la corrosión de los ejes se llegó a determinar que el problema fue causado por

disoluci3n. Dado que se trata de evitar el contacto (y la reacci3n qu/mica), se recomend3 que los ejes se recubran con resina e hilo de vidrio. No se ha observado picaduras en posteriores revisiones del eje, lo cual es indicativo de que el problema ha sido resuelto.

En la #ltima parte del informe se presenta un grupo de problemas surgidos por una inadecuada planificaci3n, y tambi3n las soluciones dadas. Al discutir dichos problemas se pretend/a dar a conocer a ejecutivos, t3cnicos y supervisores la importancia de una planificaci3n adecuada, y el grado de participaci3n que en todo proyecto se requiere de cada individuo que en el interviene. Al desarrollar las soluciones se pretend/a mostrar la necesidad de delinear en el perfil de todo supervisor y t3cnico de planeamiento la capacidad de discernir cada uno de los problemas, para resolver as/ los que son causa de preocupaci3n, que es en donde radica el buen xito de toda planificaci3n din mica.

Como se indic3 en el contexto de este informe, en el desarrollo de todo proyecto surgiran problemas en un



mayor o menor grado. Es habilidad de los responsables el poder detectar a tiempo, evaluar, canalizar, y proporcionar los recursos adecuados en el tiempo esperado. Todo responsable de proyecto debe tener una dosis de perspicacia e intuición, y así poder visualizar los problemas que se avecinen. Todos los que intervienen en un proyecto son responsables en un mayor o menor grado del avance del mismo, y todos por tanto deben ser capaces de evaluarlo hasta donde alcance su responsabilidad.

El presente reporte pretende, empleando los resultados de una experiencia, dar una visión más amplia a supervisores, técnicos y jefes de taller la responsabilidad que a cada uno le atañe en el desarrollo de todo proyecto. Ellos deben ser capaces de evaluar y mantener la supervisión sin ingerencia externa. Se pretende también proveer a planificadores con pautas para que ellos sean los primeros en estimar la carga más adecuada de recursos, basados siempre en normas o estadísticas levantadas en el medio. Ellos deben hacer partícipes de estas normas a todos los niveles involucrados en la producción, actualizando los resultados con procesos de prueba y error, para

mantener estimaciones realistas.

Finalmente es necesario analizar el proceso de reactivación frente a la construcción de nuevas unidades. Para esto sería bueno recordar la problemática económica de un país en proceso de desarrollo, impuesta por políticas cambiantes y con procesos inflacionarios, que inciden en una decisión técnico-económica. Las reactivaciones no solo son acciones que se toman en estados con economías restringidas como la nuestra, sino que se efectúan en países como los Estados Unidos o Europeos. Este fue el caso de los Destruidores (Tipo DD), o remodeladores para salvataje, respectivamente. La restauración sí es una buena opción de aprovechamiento de vida útil remanente por múltiples razones: primero, bajo costo vs beneficio, y segundo, capital amortizado e inicial bajo. La construcción de una nueva unidad causar primero capitales iniciales de operación altos con sus correspondientes altas amortizaciones; incrementado por el efecto de incertidumbre al final de la construcción.

## APENDICE

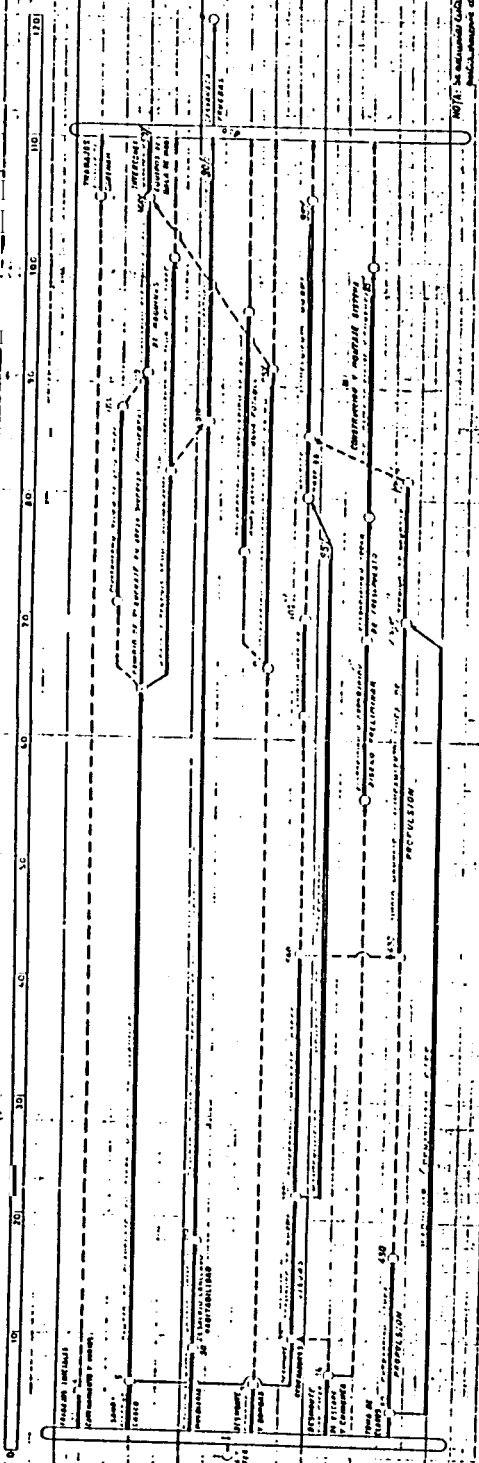
A) DIAGRAMA DE GANT

B) DIAGRAMA DE EJECUCION

C) REPORTE DE AVANCE DE TRABAJOS

**ASTILLEROS NAVALES ECUATORIANOS**  
**DIAGRAMA PERT**  
**PROYECTO LANCHAS PGM (PEVU)**

LAE 25 DE JULIO



ALTERNADOR / LAR  
 DIBUJO 87-3

NOTA: Este diagrama PERT es un resumen de las actividades y dependencias del proyecto. Para obtener más detalles, consulte el plan de actividades y el plan de recursos.

8





|     |                     |          |       |      |      |
|-----|---------------------|----------|-------|------|------|
| 27  | DESM. BNENTP        | 09-02-01 | ===== | 8    | 23   |
| 27  | DESM. BNTRIP        | 09-02-08 | ===== | 8    | 17   |
| 27  | DESM. OFIC.         | 09-03-01 | ===== | 40   | 42   |
| 27  | DESM. CMDTE.        | 09-04-01 | ===== | 40   | 25   |
| 27  | DESM. BNOFIC        | 09-05-01 | ===== | 8    | 117  |
| 27  | DESM. CAM-PAS       | 09-06-01 | ===== | 24   | 17   |
| 27  | DESM. COCIN.        | 09-07-01 | ===== | 24   | 29   |
| 27  | DESM. PUENT         | 09-08-01 | ===== | 48   | 17   |
| 27  | DESM. S/R.          | 09-09-01 | ===== | 48   | 7    |
| 30  | DES. CAB. SR        | 07-01-02 | ===== | 38   | 34   |
| 30  | DES. CAB J.         | 07-01-03 | ===== | 32   | 0    |
| 31  | SUP. AL             | 02-07-06 |       | 1300 | 0    |
| 31  | DIVIS. SUP.         | 02-07-07 |       | 700  | 0    |
| 31  | CAMB. PL SUP        | 02-07-08 |       | 700  | 0    |
| 35  | INST. CAB. SR       | 07-02-02 | ===== | 176  | 17   |
| 35  | SOP Y CAB J.        | 07-02-03 | ===== | 80   | 26   |
| 35  | CONF PNAV.          | 07-02-04 | ===== | 16   | 67   |
| 35  | SOP Y CAB ECS       | 07-02-06 | ===== | 0    | 0    |
| 35  | SOP Y CAB AA        | 07-02-08 | ===== | 0    | 0    |
| 36  | INTER. LUM          | 07-06-01 | ===== | 50   | 0    |
| 40  | VENT. HAB.          | 08-02-00 |       | 256  | 0    |
| 48  | DUCT. VENT          | 08-03-00 | ===== | 256  | 472  |
| 50  | CIRC. ENF. SM.      | 04-01-00 | ===== | 120  | 101  |
| 54  | CONF. CIR. ENF.     | 04-02-00 | ===== | 288  | 1917 |
| 55  | INST. CIR. ENF      | 04-02-00 | ===== | 0    | 0    |
| 59  | CONF. CIRC. COMB    | 04-04-00 | ===== | 144  | 408  |
| 60  | INST. CIRC. COMB.   | IDEM 59  | ===== | 0    | 0    |
| 62  | DESM. CIRC. A/D     | 04-05-00 | ===== | 448  | 74   |
| 64  | MANT. CIRC. A/D     | IDEM 62  | ===== | 0    | 0    |
| 65  | INST. CIRC. A/D     | IDEM 62  | ===== | 0    | 0    |
| 69  | DESM. CIRC. C/I     | 04-06-00 | ===== | 1920 | 1453 |
| 71  | MANT. CIRC. C/I     | IDEM 69  | ===== | 0    | 0    |
| 72  | INST. CIRC. C/I     | IDEM 69  | ===== | 0    | 0    |
| 78  | DESM. EB C/I-COMB.  | 04-07-00 | ===== | 336  | 212  |
| 83  | DESM. MP VIEJA      | 05-02-00 | ===== | 1164 | 479  |
| 84  | DESM. GEN. BABOR    | 06-01-00 | ===== | 288  | 77   |
| 85  | MANT. GEN. ESTRIBOR | 06-02-00 | ===== | 576  | 440  |
| 86  | MONT. GEN. EB       | 06-03-00 | ===== | 144  | 92   |
| 87  | TOM. MED. BMF.      | 05-03-00 | ===== | 1376 | 1731 |
| 89  | CONF. BASES MMFPS   | IDEM 88  | ===== | 0    | 0    |
| 90  | SOLD. BASES MMFPS   | IDEM 88  | ===== | 0    | 0    |
| 92  | MONTAJE MMFP        | 05-04-00 | ===== | 1222 | 908  |
| 96  | ALINEAM. MMFP       | IDEM 92  | ===== | 0    | 0    |
| 96  | CONTROL. MMFP       | 05-05-00 | ===== | 520  | 61   |
| 98  | DESM. EVAP          | 04-07-00 | ===== | 137  | 50   |
| 100 | DESM. CHIM/SILENC.  | 05-01-00 | ===== | 108  | 103  |
| 103 | MONT. CHIM/SILENC.  | 03-02-00 | ===== | 0    | 52   |
| 106 | DESM. GEN. BB       | IDEM 84  | ===== | 0    | 0    |
| 109 | DESM. DUCT. ESCAP.  | IDEM 23  | ===== | 0    | 0    |
| 112 | CONF. DUCT. ESCAP.  | 05-06-00 | ===== | 658  | 932  |
| 113 | MONT. DUCT. ESCAP.  | IDEM 112 | ===== | 0    | 0    |
| 115 | MANT. GEN. BB       | IDEM 85  | ===== | 0    | 0    |
| 116 | MONT. GEN. PB       | IDEM 86  | ===== | 0    | 0    |
| 120 | DESM. CABREST.      | 12-01-00 | ===== | 21   | 22   |
| 121 | CONF. BASES CAP.    | 12-02-00 |       | 0    | 0    |
| 122 | MONT. NVO. CABRES.  | 12-03-00 |       | 0    | 0    |
| 124 | TOMA CLAROS EJES    | 10-01-00 | ===== | 280  | 461  |
| 125 | TOMA CLAROS LIM.    | 11-01-00 | ===== | 32   | 165  |
| 126 | EXTRACC. BOCINES    | 10-02-00 | ===== | 248  | 543  |

|     |                       |          |       |     |      |
|-----|-----------------------|----------|-------|-----|------|
| 28  | MONTAJE DESCAS        | IDEM 126 | ===== | 0   | 0    |
| 129 | MONT. BOCINES         | IDEM 126 | ===== | 0   | 0    |
| 130 | MONT. EJES/HEL        | IDEM 124 | ===== | 0   | 0    |
| 131 | ALIN. SIST. PROP.     | 10-04-00 | ===== | 320 | 88   |
| 133 | MAQUIN. EJES          | 10-03-01 | ===== | 480 | 1041 |
| 133 | MAQ. CONQ-HELIC       | 10-03-02 | ===== | 128 | 0    |
| 133 | CONF. CONTRAEJES      | 10-03-03 | ===== | 320 | 128  |
| 133 | MAQ. BRIDAS           | 10-03-04 | ===== | 240 | 74   |
| 0   | O/TS NO CONTEMP       | ----     |       | 0   | 0    |
| 1   | COSNT. BASES Y CAJAS  | 14-04-01 | ===== | 0   | 227  |
| 2   | CONST. CAJA MADERA    | 14-04-02 | ===== | 55  | 97   |
| 2   | REBOB. MOT. RAD       | 14-04-03 | ===== | 0   | 17   |
| 3   | TOMAS FOTOGRAF.       | 14-04-04 | ===== | 0   | 0    |
| 4   | LIMP/PINT SENTINAS SM | 14-04-05 | ===== | 70  | 221  |
| 5   | MANTEN. SENT. S/M     | 14-04-06 | ===== | 128 | 172  |
| 6   | CONST. TANQUE AGUA    | 14-04-07 | ===== | 365 | 399  |
| 7   | CONSERV PL Y PERF     | 14-04-09 | ===== | 0   | 0    |
| 9   | INSP. TQS DE COMB.    | 14-04-10 | ===== | 4   | 34   |
| 10  | ESTIBAS LAZARETO      | 14-04-11 | ===== | 75  | 110  |
| 11  | AISLAMIENTO SM        | 14-04-12 | ===== | 294 | 210  |
| 12  | SOLD. CALD POP        | 14-04-13 | ===== | 401 | 599  |
| 13  | IDEM FROA             | 14-04-14 | ===== | 425 | 649  |
| 14  | IDEM COMAND           | 14-04-15 | ===== | 977 | 462  |
| 15  | IDEM COCINA           | 14-04-16 | ===== | 489 | 491  |
| 16  | CIR. AGUAS SERV       | 14-04-17 | ===== | 780 | 66   |
| 16  | SUPERST. PRESERV      | 14-04-18 | ===== | 81  | 0    |
| 17  | LAV/PINT ACCS.        | 14-04-19 | ===== | 22  | 0    |
| 18  | PINT TANQUES          | 14-04-20 | ===== | 172 | 27   |
| 19  | CONST SILENC          | 14-04-21 | ===== | 280 | 0    |
| 20  | LIMP. OV. OM. CP      | 14-04-22 | ===== | 87  | 7    |
| 21  | CAMBIO RUDDN          | 14-04-24 | ===== | 66  | 67   |
| 22  | DESM. AMETRALL        | 14-04-25 | ===== | 57  | 0    |
| 23  | MANT. TAB ELEC        | 14-04-28 | ===== | 230 | 0    |
| 24  | ENSY. ND. PLANCH      | 14-04-29 | ===== | 120 | 0    |
| 25  | CONST GUIACARO        | 14-04-30 | ===== | 176 | 285  |
| 26  | CONST ESC BUZO        | 14-04-31 | ===== | 108 | 54   |
| 27  | CONST PLUM CAR        | 14-04-32 | ===== | 249 | 157  |
| 28  | CABREST MANTEN        | 14-04-33 | ===== | 56  | 55   |
| 29  | CONEX. INOD-LAV       | 14-04-34 | ===== | 144 | 0    |
| 31  | CONF. TAP. VENT.      | 14-04-36 | ===== | 37  | 72   |
| 32  | CONF. SICHROS         | 14-04-37 | ===== | 36  | 25   |
| 33  | CONF. CANDELEROS      | 14-04-38 | ===== | 0   | 273  |
| 34  | CONST. ESC Y BOY      | 14-04-39 | ===== | 128 | 0    |
| 35  | CONST. ACCES MAN      | 14-04-40 | ===== | 26  | 0    |

29088 / 25960

*El 3ms*

3  
3

3



## BIBLIOGRAFIA

1. Acker, Harold G., y Bartlett, Francis G., Ship Construction, cap/tulo XVI de Ship Design and Construction, editado por R. Taggart. NY: SNAME, 1980.
2. Bean, Howard S., y otros, Materiales de Ingenier/a, Secci"n 6 del Manual del Ingeniero Mec nico de Marks. McGraw Hill, 1982
3. Department of the Navy, PGM Construction, Ecuador, Noviembre 1978.
4. Devoluy, Raymond P., y Bloodgood, David T., Hull Preservation, Cap/tulo XIV de Ship Design and Construction, editado por R. Taggart. NY: SNAME, 1980.
5. Holtrop, Re-Analysis of Resistance and Propulsion Data. International Shipbuilding Progress, Noviembre 1984.

6. Koontz y O'Donnell, Relaciones de Autoridad de Linea y Staff, Capitulo 14 de Administracion de Empresa Moderna, editado por Mc Graw Hill, 1976.

7. Martin, J. R., Calculo de Eficiencia Propulsiva en Embarcaciones Menores, por publicarse.

8. Oosterveld, M. W. C., y van Oossanen, Further Computer-Analyzed Data of the Wageningen B-Screw Series. International Shipbuilding Progress, Julio 1975.

9. Van Black, Lawrence H., Materiales para Ingenieros. Mexico: Compañía Editorial Continental S.A., 1977.

10. Williams W.L. y Gross M.R., Construction Materials, Capitulo XXII de Marine Engineering, editado por R. Harrington. NY: SNAME, 1971.