



T
623.8208
3957

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

INFORME



**"LA FISCALIZACION EN LOS TRABAJOS DE
TRANSFORMACION DE LA BARCAZA A.P.G.
Nº 103 EN NAVE FARERA"**

por:

NOE ANIBAL BURGOS ALVARADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO NAVAL

1993

Ing. Héctor Alejandro Ochoa
Presidente Tribunal

Ing. Néstor Alejandro Ochoa
Supervisor Informe Técnico

Ing. José María López
Miembro Principal

Pl.Sc. Washington Martínez
Miembro Principal

ESPOL-CIB
INVENTARIO FÍSICO

16 AGO 2018

Liliana O.

IN
POR: *[Signature]*

Liliana O
12/12/17

A G R A D E C I M I E N T O

A mis profesores, de manera
especial al Ing. Néstor Alejandro
Ochoa, por su colaboración y ayuda y
en la realización de este trabajo.

D E D I C A T O R I A

A mis Padres

A mi Esposa

A mis Hijos

A mis Hermanos

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y docentes expuestos en este Informe Técnico, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

.....
Nombre y firma del autor

R E S U M E N

El presente Informe Técnico muestra el estudio del Proyecto de Transformación de la Barcaza APG 103 en Nave Farefa, analizando la información contenida en las especificaciones, planos y el contrato, unifica concepto, analiza y rectifica las partes del proyecto que técnicamente no son las más convenientes. Presenta un estudio completo y nuevo diseño en las áreas más significativas como: Sistema de Achique-Lastre, Sistema Eléctrico, y un breve estudio de Estabilidad. Para finalmente presentar las conclusiones y recomendaciones.

I N D I C E G E N E R A L

	Pág.
RESUMEN	XI
INDICE GENERAL	VII
INDICE DE FIGURAS	IX
INDICE DE TABLAS	X
CAPITULO I	1
I. INTRODUCCION	1
1.1. Antecedentes del Proyecto	2
1.2. Estudio del contrato, plano y especificaciones técnicas.	5
1.2.1. Contrato	6
1.2.2. Planos	6
1.2.2.1. Cambios menores	8
1.2.2.2. Rediseños	10
1.2.2.3. Especificaciones técnicas	13
1.2.3.1. Detalles del proceso	14
1.2.3.2. Análisis de costos	15
1.2.3.3. Diagramas y fórmula polinómica	15
CAPITULO II	16
II. INCONVENIENTES EN LA APLICACION DEL PROYECTO EN LAS AREAS MAS SIGNIFICATIVAS	16
2.1. Sistema eléctrico	17
2.1.1. Estudio del diseño original	18
2.1.2. Problemas a presentarse con la aplicación del diseño original.	28
2.1.3. Alternativas de solución	29
2.1.4. Criterios para la selección de la alternativa seleccionada.	30
2.1.5. Alternativa seleccionada para la solución del problema presentado.	31

	Pág.
2.1.6. Presentación del proyecto final	32
2.2. Sistema de achique-lastre-sentina	41
2.2.1. Estudio del diseño original	42
2.2.2. Inconvenientes del proyecto	44
2.2.3. Alternativas de solución	46
2.2.3.1. Tuberías independientes	47
2.2.3.2. Manifold - Presión - Succión	48
2.2.4. Criterios para la sección de la alternativa final.	49
2.2.5. Presentación del proyecto final	50
CAPITULO III	60
III. ESTABILIDAD	60
3.1. Ubicación del nuevo Centro de Gravedad	61
3.2. Cálculo de la altura metacéntrica y brazo de adrizamiento.	61
3.3. Alcance de estabilidad	63
3.4. Estabilidad Dinámica	64
CAPITULO IV	69
IV. PRESENTACION DEL PROYECTO FINAL	69
4.1. Sistema eléctrico	69
4.2. Plano de circuito de achique-sentina-lastre.	70
4.3. Variación de las condiciones de estabilidad.	71
4.4. Plano de vista general	72
4.5. Cronograma	72
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFIA	76
ANEXOS	

I N D I C E D E T A B L A S

		Pág.
Tabla I.	Balance de cargas para diseño contractual.	22
Tabla II.	Planilla de circuitos 1 Diseño contractual	25
Tabla III.	Planilla de circuitos 2 Diseño contractual	26
Tabla IV.	Fases	40
Tabla V.	Balance de cargas para diseño final-modificando selector "B" en posición "1" para todas las condiciones.	38
Tabla VI.	Balance de cargas para diseño final-modificando selector "B" en posición "2" para maniobra. Posición "1" para navegación y puerto	39
Tabla VII.	Cálculo del nuevo K.G.	61
Tabla VIII.	Características de las boyas y sistemas de amarre.	62
Tabla IX.	Cálculo de Brazos Adrizantes	63
Tabla X.	Cálculo de los Momentos Actuantes	66
Tabla XI.	Radios y alturas metacéntricas	67

I N D I C E D E F I G U R A S

		Pág.
Figura # 1	Diagrama unifilar Tablero General (T.G.)	20
Figura # 2	Diagrama unifilar Tablero General-1 (T.G.1)	21
Figura # 3	Diagrama Unifilar Tablero (T.G.) (Contractual-Rectificado)	23
Figura # 4	Diagrama unifilar Tablero General -1 (T.G.1) (Contractual-Rectificado)	24
Figura # 5	Diagrama unifilar Tablero General (T.G.) Proyecto Final	33
Figura # 6	Diagrama unifilar Tablero General - 1 (T.G.1) Proyecto Final	35
Figura # 7	Sistema de achique-sentina-lastre (diseño original)	43
Figura # 8	Manifold: Succión-Presión	57
Figura # 9	Sistema para Fondeo	58
Figura # 10	Maniobra-Típica	53
Figura # 11	Diagramático Achique - Lastre	59
Figura # 12	Brazos Adrizantes	68
Figura # 13	Estabilidad Dinámica	68

CAPITULO I

I. INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer los pormenores técnicos que se presentaron en el transcurso de la adaptación de una barcaza de A.F.G., en buque para mantenimiento de los faros y boyas del canal de navegación del Puerto Marítimo de Guayaquil. Cabe destacar que el punto de interés radica en la participación de la fiscalización en el proceso de elaboración de los trabajos para llevar a efecto dicha transformación.

A continuación se detallan los hechos que llevaron a definir la necesidad del proyecto; posteriormente se especifican los trabajos contratados para llevar a efecto el proyecto, los cuales son el objeto de fiscalización y motivo del presente informe técnico.

movilización de un remolcador; lo que a más de de no ser autopropulsada necesita para su habilito esta barcaza. Embarcación que por el hecho profesionalmente los equipos indispensables, una de éstas e improvisando acomodación e instalando disposición cuatro barcazas dentro de su flota, toma cumplir la deficiencia presentada y teniendo a adquisición inmediata de otra embarcación, capaz de necesidad de reemplazarla. No siendo posible la

Autoridad Portuaria de Guayaquil se vió en la operatividad. Fue en estas circunstancias que mantenimiento muy elevados, limitando además su mismo obsoleta y con costos de operación y había cumplido con su vida útil, quedando por lo Punta de Diamante) que realizaba estos servicios trabajos. Toda vez que la embarcación (Gabarra embarcación que permite la ejecución de estos Guayaquil, es indispensable que disponga de una

internacional, desde y hacia el Terminal Marítimo e ayudas a la navegación, para el tráfico nacional e operativo el canal de navegación y sus sistemas de obligaciones la responsabilidad de mantener teniendo Autoridad Portuaria de Guayaquil, entre sus

1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

ocasionar un costo operativo muy elevado, limita considerablemente su funcionamiento. En estas condiciones Autoridad Portuaria de Guayaquil se ve en la necesidad de incorporar a su flota una unidad que haga posible cubrir esta deficiencia. Con este propósito se contrata la compañía que fue la encargada de realizar los estudios necesarios para la obtención del diseño de la nueva embarcación, teniendo en consideración la alternativa de incluir en el proyecto todos los elementos disponibles en A.P.G., tales como grúas, casco, maquinarias, etc., que se justifiquen formar parte del nuevo proyecto. Es así como en Octubre de 1982, se contratan los trabajos para la elaboración de planos, especificaciones técnicas y borrador del contrato. Los resultados de estos estudios fueron entregados a A.P.G. en Marzo de 1983, siendo esta información el soporte técnico para que el 29 de Agosto de 1990 se celebre el contrato para la construcción de la Nave Farera, trabajo encargado a Astilleros Navales Ecuatorianos.

El proyecto contratado contempla la utilización de la Barcaza A.P.G. No. 103, que fue reducido en eslora: de 36.57m. a 28.45m., con la incorporación a popa del casco de un bloque, conforman el nuevo

casco de la Nave Farera. El proyecto contempla además, la utilización de una grúa autopropulsada, que sería acondicionada y montada en la cubierta de la embarcación, transformándola en grúa fija con el anclaje respectivo. La restante construcción y equipamiento de la embarcación se realiza con materiales y equipos nuevos, ya sea de adquisición local o importados.

Paralelo al contrato de construcción, Autoridad Portuaria de Guayaquil, contrata los servicios de una compañía que sería encargada de la Fiscalización de los trabajos. Es en estas circunstancias que cumpliendo las funciones de residente de fiscalización de la obra, he recogido los eventos más significativos del proyecto para realizar el presente trabajo, que dará la pauta de la importancia que se está dando a estas tareas dentro del proceso de construcción naval, y el papel determinante del Ingeniero Naval en la toma de decisiones por parte del Armador, especialmente cuando en el proceso de construcción se presentan problemas de diseño que deben ser corregidos durante la ejecución del proyecto.

1.2. ESTUDIO DEL CONTRATO, PLANOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Para cumplir con la tarea de fiscalización es indispensable conocer en forma detallada toda la documentación contractual existente, es decir, el compromiso adquirido legalmente entre el Armador y el Constructor, lo que permite a la fiscalización contar con los elementos de juicio suficientes para calificar el trabajo en ejecución, ya sea aprobando u objetando, durante el proceso de construcción. Es necesario puntualizar en esta parte, que la tarea de la fiscalización no se limita a observar el cumplimiento estricto del Proyecto, sino que, es tarea fundamental la revisión y comprobación del proyecto original. La documentación con que se dispone para la ejecución de los trabajos de transformación de la Barcaza A.P.G. # 103 en Hava Farera, se pueden resumir en los grupos siguientes: a) Contrato propiamente dicho; b) Planos y c) Especificaciones Técnicas.

1.2.1. Contrato

El contrato consta de 16 páginas y constituye el compromiso legal entre el Armador (A.F.G.) y el Constructor (ASTINAVE), encontrándose dividido en 18 cláusulas cuyo contenido servirá de guía para la construcción.

1.2.2. Planos

El trabajo técnico realizado por el diseñador del proyecto y que son el soporte para la construcción, se encuentra resumido en 27 planos distribuidos de la forma siguiente:

Lámina 1. Plano R1. Distribución General

Lámina 2. Plano R2. Líneas de forma

Lámina 3. Plano R3. Curvas hidrostáticas

Lámina 4. Plano R4. Arreglo estructural.
(Barcaza modificada).

Lámina 5. Plano I1. Arreglo estructural.
(Barcaza original). Detalles de construcción.

Lámina 6. Plano I2. Remodelación de la barcaza original. Detalles de construcción.

- Lámina 7. Plano I3. Arreglo estructural. Bloque B1 y B4. Detalles de construcción.
- Lámina 8. Plano I4. Arreglo estructural. Bloque B2. Detalles de construcción.
- Lámina 9. Plano I5. Arreglo estructural bloque B3. Detalles de construcción.
- Lámina 10. Plano I6. Arreglo estructural detalles bloque B3. Detalles de construcción.
- Lámina 11. Plano I7. Construcción de superestructuras de los costados.
- Lámina 12. Plano I8. Construcción cubiertas de la superestructura.
- Lámina 13. Plano I9. Construcción de superestructura. Detalles de la cubierta 1-1.
- Lámina 14. Plano I10. Construcción de superestructura. Detalles de la cubierta 2-2.
- Lámina 15. Plano I11. Sistema de propulsión, ejes y hélices.
- Lámina 16. Plano I12. Sistema de gobierno y control.
- Lámina 17. Plano I13. Distribución de circuitos y máquinas. Sistema de achique, combustible, enfriamiento, lastre y sentina.
- Lámina 18. Plano I14. Sistema sanitario y agua potable.
- Lámina 19. Plano I15. Sistema de fondeo y amarre.

Lámina 20. Plano I16. Instalación torre de grúa.

Lámina 21. Plano I17. Distribución general, alojamiento y vivienda.

Lámina 22. Plano I18. Pintura, protección catódica y varamiento.

Lámina 23. Plano I19. Pescante auxiliar de bodega.

Lámina 24. Plano E1. Tablero principal sala de máquinas. Sistemas y circuitos de poder y comunicaciones.

Lámina 25. Plano E2. Detalle de circuitos de alumbrado, tomacorrientes y comunicaciones.

Lámina 26. Plano E3. Sistema de aire acondicionado, ventilación y escape.

Lámina 27. Plano E4. Sistema de gobierno electro-hidráulico.

Cada uno de los grupos han sido revisados y analizados previo el inicio de la obra, el resultado de este trabajo, puede resumirse en dos grupos: Cambios menores, y Rediseños.

1.2.2.1. Cambios menores.- En este grupo se han considerado todas las modificaciones introducidas al proyecto original, que por su magnitud no han incidido técnica ni económicamente en forma significativa. Dentro de este grupo son dignos de

detallar los siguientes: Los diseños de las láminas 4 a la 14, en estas láminas han sido introducidas modificaciones de espesores de estructurales, teniendo en consideración que cumplan cuando menos los requerimientos mínimos de las sociedades clasificadores de buques. En la lámina 16. Sistema de gobierno y control se han considerado cambios en el tipo de materiales empleados en el proyecto y sus dimensiones, dando al sistema mayor confiabilidad.

Lámina 21. Plano I17. Distribución general. Alojamiento y vivienda.- Del análisis del contrato se puede establecer que existía incompatibilidad con los planos, así: la embarcación debe tener acomodación para 16 tripulantes, en tanto que en los planos se dispone de acomodación para 14 tripulantes, estas consideraciones fueron discutidas y rectificadas en el proyecto final.

Lámina 22 y Lámina 23. En términos generales no han sido introducidas modificaciones significativas, dignas de detallarse.

1.2.2.2. Rediseños.- En este grupo se han considerado todas las modificaciones al proyecto original, que determinarían las especificaciones del rediseño, las cuales fueron agrupadas como sigue:

A. Lámina 15. Plano I11. Sistema de propulsión ejes y hélices, el diseño como estaba concebido, no era el adecuado para una embarcación de construcción de acero, lo que hizo necesario el rediseño de todo el sistema. En el proyecto original se había estimado una potencia de 180 SHP., pero el Constructor instala motores de 220 Hp, lo que lleva a la Fiscalización a estimar el diámetro de las líneas de propulsión para la nueva potencia instalada. El rediseño del sistema fue preparado por ASTINAVE, y dando cumplimiento a lo estipulado en el contrato fue revisado por la Fiscalización y aprobado por A.P.G.

A. Lámina 17. Plano I13. Distribución de circuitos y máquinas. Sistema de achique. Combustible. Enfriamiento. Lastre y Sentina. Para un análisis del proyecto original y sus cambios, se hace necesario considerar el proyecto en dos partes.

C. Distribución y máquinas. Combustible y enfriamiento. En el proyecto no se encuentra mayor información sobre estos sistemas, siendo justificable, toda vez que las bases fueron preparadas para una licitación, lo que impide introducir marcas de maquinarias en los equipos específicos, debiendo considerarse sus características generales. Sin embargo es de anotar que el constructor introdujo cambios significativos en las especificaciones generales consideradas en el contrato, tal es el caso del sistema de escape húmedo de las máquinas principales, por escape seco y el uso de escape seco del generador por escape húmedo; estos cambios ameritaron el rediseño de todo el sistema y consideraciones adicionales por el recorrido de los escapes de los motores propulsores, que obligaron a introducir reformas en la estructura de la embarcación.

D. Sistema de achique - sentina- lastre.- En esta parte del proyecto, el diseño original no es aplicable, por sus limitaciones, por lo que la fiscalización se vio en la necesidad de solicitar al constructor el rediseño, sin embargo, éste no fue lo suficientemente operativo, por lo que, la

Fiscalización elaboró un diseño propio para la embarcación.

E. Lámina 19. Plano I15. Sistema de fondeo y amarre.- Teniendo en consideración las zonas de operación de la embarcación y del cálculo de anclas y cadenas, se hizo necesario introducir cambios al sistema, esto es, longitud de las cadenas y peso de las anclas. Además se plantearon cambios en la disposición de los equipos de fondeo, modificando el diseño original con el uso de escobenes.

F. Lámina 20. Plano I16.- Instalación torre de grúa. Toda vez que la grúa considerada en el proyecto original no se cambiaría, se hizo indispensable el rediseño de todo el sistema, trabajos encargados al constructor, y aprobado por el armador.

G. Lámina 24. Plano E1.- Tablero principal sala de máquinas. Sistemas y circuitos de poder y comunicaciones.- Luego de realizado el balance eléctrico se hizo necesario el rediseño del sistema.

H. Lámina 25 y Lámina 26.- Circuitos eléctricos, aire acondicionado, ventilación y escapes. En estas láminas se han introducido tan solo los cambios indispensables con el fin de limitar el consumo de energía eléctrica y obtener como resultado un balance de cargas conveniente. El sistema de ventilación y escapes se hizo indispensable el rediseño, esta fue consecuencia del cambio de tipo de enfriamiento en la maquinaria principal y auxiliar.

G. Lámina 27. Plano E4.- Sistema de Gobierno. Electrohidráulico.- De la revisión del diseño y el cálculo de los equipos se obtiene como conclusión que el sistema propuesto en el diseño original está sobredimensionado, planteándose con éste antecedente la alternativa del cambio que fuera presentada por el constructor y luego de un estudio económico, es aceptado.

1.2.2.3. Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas preparadas por OSTINOVE y que forman parte del contrato puedan considerarse divididas en tres grupos:

1.2.3.1. Detalles del proceso

En esta parte de las especificaciones técnicas se detallan: Genealidades, descripción general, objetivo, supervisión, materiales y mano de obra, responsabilidad de la obra, garantía del trabajo, planos, alteraciones y cambios, características principales, tipo de construcción, arreglo general, compartimentaje, habitabilidad de casco y superestructura, pruebas de estanqueidad, muelle y mar, motores propulsores, ejes de propulsión, hélices, poder eléctrico, distribución, cables eléctricos, conexiones de poder eléctrico, sistema de poder, tableros, paneles de distribución, sistema de alumbrado, mando, vigilancia, luces de navegación, equipos de navegación, preservación del casco, equipos de salvataje, equipos de comunicaciones, circuitos y bombas, sistema de ventilación, aire acondicionado, sistema sanitario, sistema de achique, lastre, sistema de agua potable, manejo, almacenamiento de combustible, sistema de extinción de incendios, sistema de gobierno, timones, sistema de fondeo, amarre, sistema de estiba, conservación del casco, protección catódica, espacios de habitabilidad, puente principal, alojamiento de oficiales, alojamiento de

tripulación.

1.2.3.2. Análisis de Costos

Listado de equipos de importación: maquinaria, circuitos de cubierta, equipamiento de cubierta y poder eléctrico. Detalles de los trabajos, etc.

Los cuadros propiamente dichos; de presupuesto desglosado, análisis de costos, de mano de obra y análisis de precios. Se dispone además de cuadros individuales: de Casco y superestructura, propulsión y gobierno, equipamiento, circuitos y sistemas, poder eléctrico, habitabilidad, carenamiento y pruebas. Cada uno de estos cuadros dispone del detalle económico para la ejecución del proyecto.

1.2.3.3. Diagramas y Fórmulas Polinómicas

El avance de la ejecución de los trabajos son controlados con el diagrama GANT contractual.

Los reajustes de precios se determinaron de acuerdo a una fórmula polinómica particular existente; y, su aplicación de acuerdo a los términos del contrato.

CAPITULO II

II. INCONVENIENTES EN LA APLICACION DEL PROYECTO EN LAS AREAS MAS SIGNIFICATIVAS.

El presente capítulo se basa en el análisis de las especificaciones técnicas, planos y términos contractuales para determinar las partes que debían ser cambiadas a fin de que el proyecto sea técnicamente viable, los detalles al respecto se presentan prioritariamente en ítems posteriores.

Cabe mencionarse, que además se consideran en el presente estudio las condiciones planteadas por el armador, referente a la utilización de todos los equipos y maquinarias previamente contratadas, las cuales están detalladas en el contrato respectivo.

Las áreas que ameritan cambios fueron el sistema eléctrico y el sistema de achique-sentina-lastre; los cuales se detallan con las respectivas ilustraciones donde se describen dichos sistemas.

2.1. SISTEMA ELECTRICO

Uno de los sistemas de mayor importancia para la segura operación de la embarcación, lo constituye el sistema eléctrico, siendo mayor su incidencia si se tiene en consideración que los circuitos y equipos fundamentales en la operación de la embarcación son movidos eléctricamente sin ninguna otra alternativa de operación, de acuerdo al diseño original; así por ejemplo; los sistemas de achique, combustible, comunicaciones, etc., consumiendo energía eléctrica.

Sumemos a esto, el hecho de no contar con un generador de emergencia.

Con estos antecedentes, se hace indispensable darle un trato preferente a su estudio y análisis para asegurar una operación lo más confiable posible y seguridad a la embarcación.

2.1.1. Estudio del Diseño Original.-

Para el estudio del diseño original se dispone de la información siguiente:

a) Especificaciones técnicas contenidas en el contrato. Detalle de instalaciones, listado de equipos, materiales, tipos de instalaciones, etc.

b) Cuatro láminas del sistema eléctrico conteniendo:

Lámina 24, Plano E1: Tablero principal sala de máquinas. Sistema y circuitos de poder, Alumbrado y Comunicaciones.

Lámina 25, Plano E2: Detalles de sistemas y circuitos de alumbrado. Tomacorrientes y Comunicaciones.

Lámina 26, Plano E3. Sistema de aire acondicionado, ventilación y escape.

Lámina 27, Plano E4. Sistema de Gobierno Electro-hidráulico.

Uno de los primeros análisis técnicos deben ir encaminados a verificar la capacidad del generador calculado en el proyecto original, para lograr este

objetivo se hizo necesario comparar la información contenida en los planos, con la detallada en el contrato. Con la figura No. 1 presenta el diagrama unifilar del Tablero General y en la figura No. 2, se presenta el diagrama unifilar del Tablero General 1 (TG-1), encontrándose que lo detallado en las especificaciones técnicas, no están en su totalidad considerados en los diagramas unificares presentados, lo cual incide en el cálculo de la potencia necesaria del generador, como mostrado más adelante y resumido en Tabla I.

Los ajustes realizados a los diagramas unificares están detallados en las figuras No. 3 y No. 4, que corresponden al Diagrama unifilar del Tablero General (TG) y Diagrama unifilar del Tablero General 1 (TG-1); respectivamente. Cabe anotar que los diagramas corresponden a circuitos de corriente alterna únicamente, de los circuitos complementarios.

El detalle de las cargas de los paneles de distribución PD, PD1, PD2 y PD3, los tableros se presenta en la Tabla II y Tabla III, con lo que disponemos de la información necesaria para el cálculo de la capacidad del generador, en las

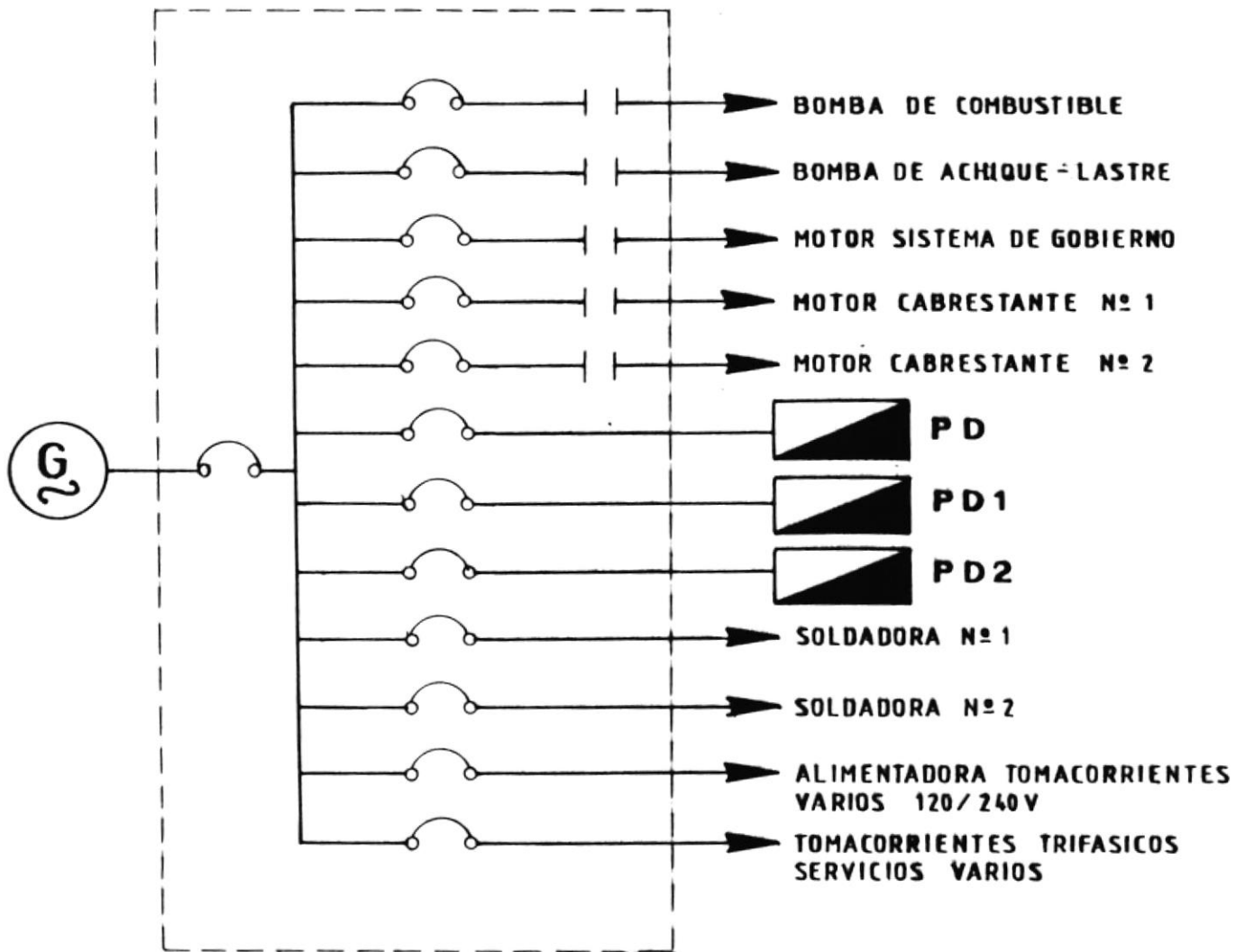


FIGURA N° 1

DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO GENERAL (TG)

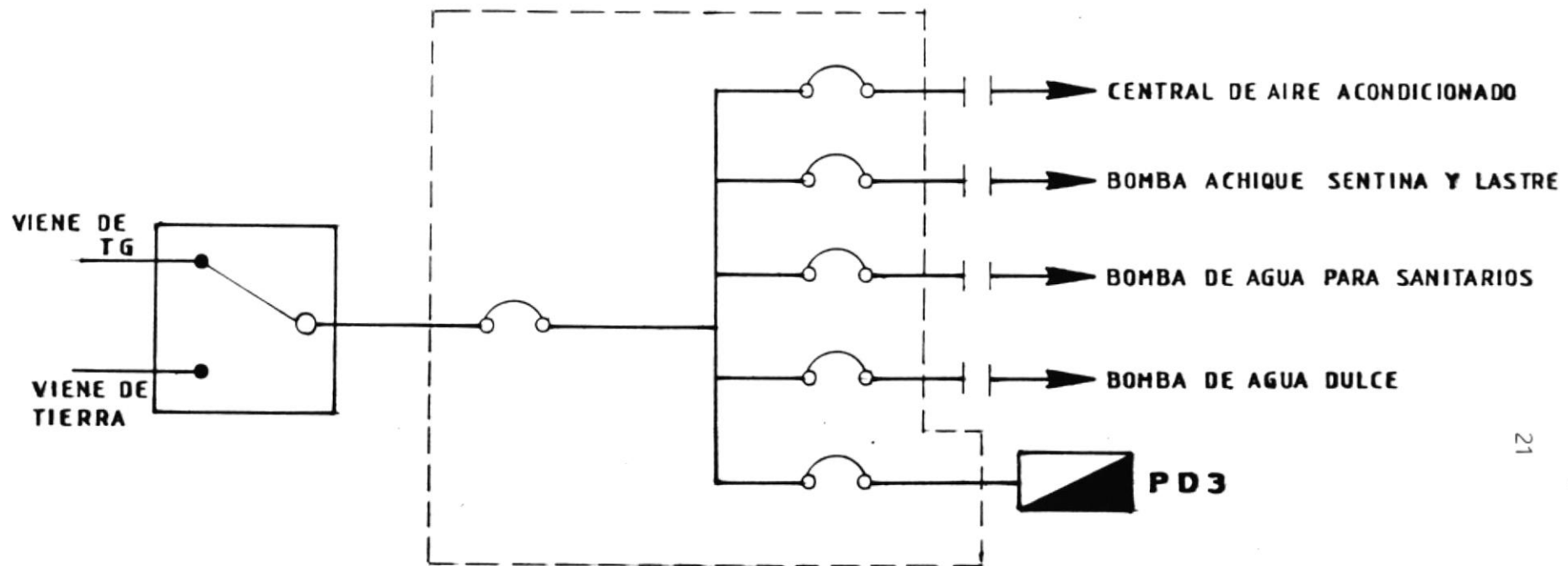


FIGURA Nº2

**DIAGRAMA UNIFILAR
TABLERO GENERAL-1 (TG-1)**

BALANCE DE CARGAS PARA DISEÑO CONTRACTUAL

I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	MANIOBRA		
																					I	I	
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
RECEPTORES	HP	No.	KW	kN	I	kS	I	kS	I	kN	I	kS	I	kN	I	kS	I	kN	I	kS	I	kN	I
Motor sist. gobierno	1.5	1	2.24	0.5	1	0.25	1	0.1251	0.28	1	0.5	1	0.25	1	0.5	1	0.1251	0.651	0.14	1	1	1	1
Cabrestante #1	6.0	1	4.48	1	4.48	1	4.48	1	2.24	1	0.5	1	2.24	1	0.5	1	2.24	1	0.5	1	2.24	1	0.5
Cabrestante #2	6.0	1	4.48	1	4.48	1	4.48	1	2.24	1	0.5	1	2.24	1	0.5	1	2.24	1	0.5	1	2.24	1	0.5
Central de AACC	1	1	112.13	1	10	0.8	1	9.71	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cocina eléctrica	1	1	6.00	1	6.00	1	6.00	1	3.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Soldadora #1	1	1	119.8	1	119.8	1	119.8	1	5.94	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Soldadora #2	1	1	119.8	1	119.8	1	119.8	1	5.94	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bomba de achique	2.0	1	1.49	1	1.49	1	1.49	1	0.75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bomba de achique	2.5	1	1.87	1	1.87	1	1.87	1	0.94	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bomba de A.S.	1.5	1	1.12	1	1.12	1	1.12	1	0.56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bomba de A.D.	1.5	1	1.12	1	1.12	1	1.12	1	0.56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ventilad. Sala Máq.	3.0	1	2.24	1	2.24	1	2.24	1	1.12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Extractor de aire	0.35	5	1.23	1	1.23	1	1.23	1	0.62	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bomba Combust.	1.5	1	1.12	1	1.12	1	1.12	1	0.56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cargador de Bater.	1	2	0.60	1	0.60	1	0.60	1	0.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Itomacorrrientes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IServicios Generales	1	14	2.10	1	2.10	1	2.10	1	1.05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ICargas 120V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ITomacorr. 2 0	1	6	1.89	1	1.89	1	1.89	1	0.94	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ICargas 240V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ITomacorr. 3 0	1	8	3.30	1	3.30	1	3.30	1	1.65	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Alumbrado	1	30	3.58	1	3.58	1	3.58	1	1.79	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

TABLE I

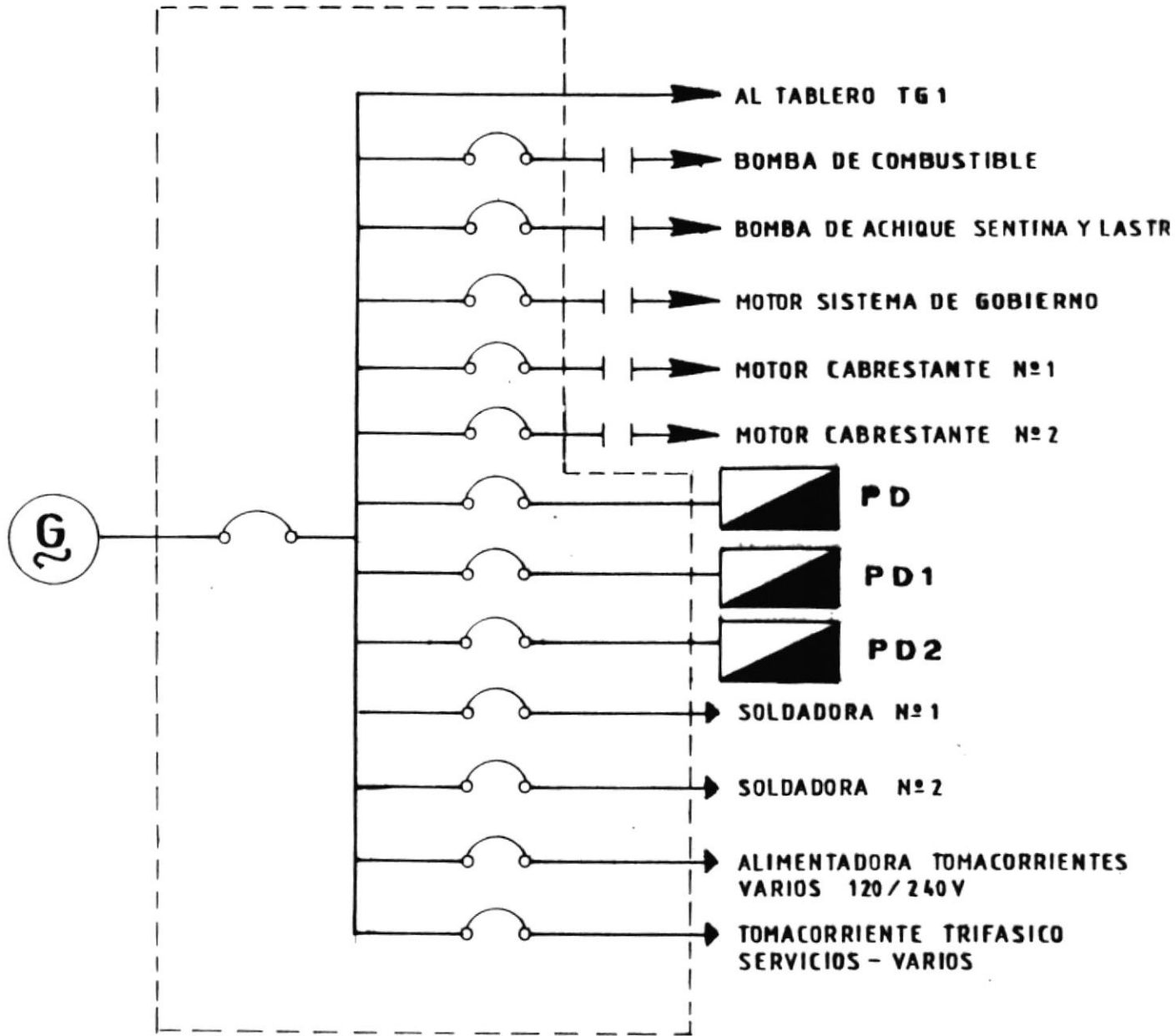


FIGURA N° 3

**DIAGRAMA UNIFILAR
TABLERO (T G)
(CONTRACTUAL-RECTIFICADO)**

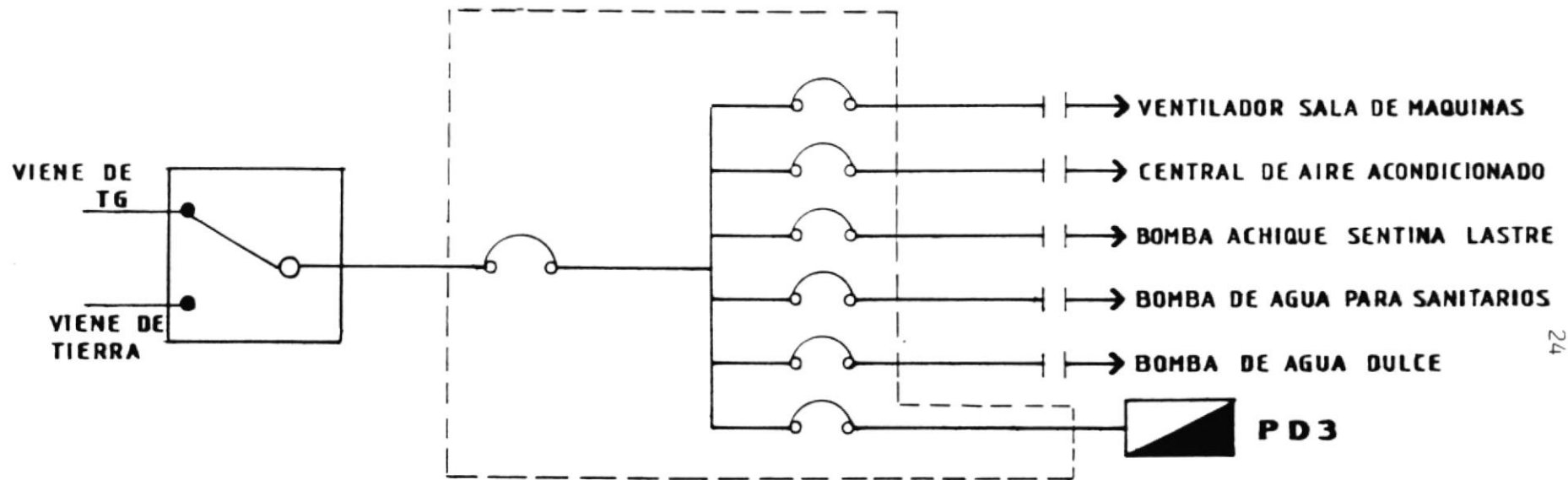


FIGURA Nº 4

**DIAGRAMA UNIFILAR
 TABLERO GENERAL -1 (TG-1)
 (CONTRACTUAL - RECTIFICADO)**

PLANILLA DE CIRCUITOS

F.D.	CTD	Fase	AWG	#polos	dis	
4.8 Ctos.	1		12	2	20	Tomacorriente sala de máquinas (combinados 120 x 240 X) 1
120/240V	2		12	2	20	Tomacorriente sala de máquinas (combinados 120 y 240 X) 1
1 - 70	3		12	1	20	Tomacorriente cargador de baterías
RESERVA						
FD1	1		12	1	20	Tomacorriente cocina
6-12 ctos.	2		12	2	20	Tomacorriente camarotes y comedor
	3		12	2	20	Tomacorrientes refrigeradora y congelador en bodega
120-240V	4		10	1	30	Tomacorrientes extractores de aire. 1ra. planta
1 - 70	5		8	2	40	Tomacorrientes cocina eléctrica
	6		10	2	30	Tomacorrientes varios (120-240V) 1
RESERVA						

TABLA II DISEÑO CONTRACTUAL

PLANILLA DE CIRCUITOS 2

FD2	1	14	1	15A	Alumbrado zona de trabajo con dos reflectores 120-500W
6-12 Ctos.	2	12	1	20A	Tomacorrientes camarotes 2da. planta y puente
120-240 V	3	12	1	20A	Tomacorrientes extractores de aire 2da. planta
1 - 70A	4	14	1	15A	Alumbrado reflector 500W de largo alcance

12 RESERVA

FD3

	1	14	1	15A	Alumbrado camarotes 2da. planta, pasadizo y puente
4-8 Ctos.	2	14	1	15A	Alumbrado cocina, comedor, bodega, central AA, pasadizos, laterales y pasadizos, botellas acetileno.
120-240V	3	14	1	15A	Alumbrado camarotes 1ra. planta y pasadizo popa 1ra. planta
1 - 70A	4	14	1	15A	Alumbrado sala de máquinas y bodegas
	5	10	1	30A	Alimentación tomacorriente cargador de baterías

TABLA III DISEÑO CONTRACTUAL

condiciones contratadas.

Cálculo de la Potencia del Generador.- Para la estimación de la potencia del generador, se han idealizado tres condiciones de trabajo de la embarcación, que son:

En Navegación

En Puerto

En Maniobra

Para cada una de estas condiciones se han estimado los coeficientes correspondientes, el resultado del cálculo es presentado en la Tabla I, en la que se puede apreciar que la condición crítica, es decir la de mayor consumo, es la condición de maniobra. El resultado de este cálculo nos permite tener la estimación de la potencia del generador, que corresponde a un equipo capaz de absorber cuando menos los 47.42 KW. Calculados en la condición crítica. El cual es mucho mayor en Potencia al equipo de 30 Kw. que se pretendía instalar de acuerdo al diseño contractual.

2.1.2. Problemas a presentarse con la aplicación del diseño original.-

A continuación se detallan varios problemas que se obviaron con las modificaciones al diseño original.

- Una vez preparado el balance de cargas se puede concluir que el proyecto contratado no es aplicable en la práctica, puesto que, un generador de 30 KW no soporta los 47.42 KW de consumo estimados para la condición crítica, por lo que el generador instalado no respondería a la demanda y el sistema se caería, quedando fuera de servicio la unidad .

- Es necesario anotar que uno de los circuitos de mayor importancia para la seguridad de la embarcación es el sistema de achique. El diseño original contemplaba la provisión de dos bombas de achique para la embarcación, siendo las dos impulsadas por motores eléctricos. Por lo cual, de quedarse fuera de servicio el único generador instalado, la embarcación se quedaría sin el sistema de achique - lastre, condición de alto riesgo, quedando fuera de servicio además: la Bomba de Combustible y Sistema de Gobierno, Cabrestantes

No. 1 y No. 2, Soldadoras 1 y 2, etc.

2.1.3. Alternativas de Solución.-

Una vez que el resultado del balance eléctrico dió como conclusión lo inconveniente del diseño original, la fiscalización se vió en la necesidad de preparar alternativas que permitan la operatividad de la embarcación. Los cambios al proyecto original considerados más convenientes, se detallan a continuación:

Â. Dos Generadores de 40 KW.- Manteniendo el diseño eléctrico contractual, incorporar al sistema dos generadores de 40 KW cada uno, que reemplazarían al generador de 30 KW. del contrato.

En función de los cálculos realizados, la solución dada de 2 generadores fue presentada a consideración del Armador.

Con la instalación de dos generadores de 40 Kw y haciendo un ajuste en el consumo, se habría instalado un generador de servicio y uno de emergencia, que observarían la carga total de la embarcación en casos de emergencia.

B. Dos Generadores de 30 KW.- Esta propuesta plantea el rediseño del sistema eléctrico, incorporando un generador adicional de 30 KW, al inicialmente contratado. Esta alternativa plantea en el equipamiento para suplir la deficiencia creada con el consumo cuando las condiciones críticas de maniobra, pasar a conectar en paralelo los dos generadores propuestos. Para las otras dos condiciones (en navegación y en puerto), habrá un sólo generador que cubrirá las demandas de las cargas de equipos indispensables de abordo.

C. Un generador de 30 KW.- Es la alternativa planteada como último recurso para poder mantener el generador contractual, toda vez que no existió la intención de cambiar la capacidad del diseño original, ni adquirir otro generador. Decisión tomada por el Armador.

2.1.4. Criterios para la selección de la alternativa seleccionada.-

Como en todo proyecto uno de los parámetros a ser tomados en consideración, es sin lugar a dudas el económico, en el caso que nos ocupa, este factor ha sido determinante para la toma de decisiones.

Al plantearse el problema de la inconveniencia del proyecto contratado, la fiscalización plantea la revisión del proyecto, y pone a consideración las alternativas A y B, las mismas que van acompañadas del balance de cargas correspondientes, sin embargo estas son devueltas por el Armador, sin dar ninguna solución a la inquietud presentada. Es en éstas circunstancias que, consciente la Fiscalización de la imposibilidad de llevar adelante el proyecto con el diseño contractual, se ve en la necesidad de presentar otras alternativas al problema existente, teniendo en consideración la posición del Armador.

Luego de varios análisis se obtiene finalmente un diseño que, permitiendo mantener la capacidad de Generación contratada pueda absorber las cargas existentes. Ello fue posible racionalizando el consumo, y se obtiene la alternativa D.

2.1.5. Alternativa seleccionada para la solución del problema presentado.-

Las alternativas A y B, que eran las más recomendables para el buen funcionamiento y seguridad de la embarcación fueron descartadas por decisión del armador.

La necesidad de obtener una embarcación operativa han llevado a la creación de la alternativa "D" que, una vez presentada al Armador, y luego de analizada y discutida en reunión conjunta entre Fiscalización y Armador fuera aprobada y pasaría a formar parte del proyecto final.

2.1.6. Presentación del Proyecto Final.—

El proyecto final fundamentalmente consta de un generador de 30 KW. 120/240V. 3 fases, que sería instalado en la sala de máquinas, equipado con un motor diesel, de arranque eléctrico y escape húmedo. La figura No. 5 muestra la distribución de carga del Tablero General (TG).

Este diagrama unifilar detalla las cargas del circuito que son las siguientes: Bomba de combustible, motor del sistema de gobierno, cabrestante No. 1, cabrestante No. 2, panel de distribución PD, panel de distribución PDI, panel de distribución PD2, alimentadora tomacorrientes servicios varios 120/240 V, tomacorrientes trifásicos servicios varios y alimentador a tablero general I' TG1. En este diagrama se ha incluido al sistema un selector "A" de doble vía, que tiene la

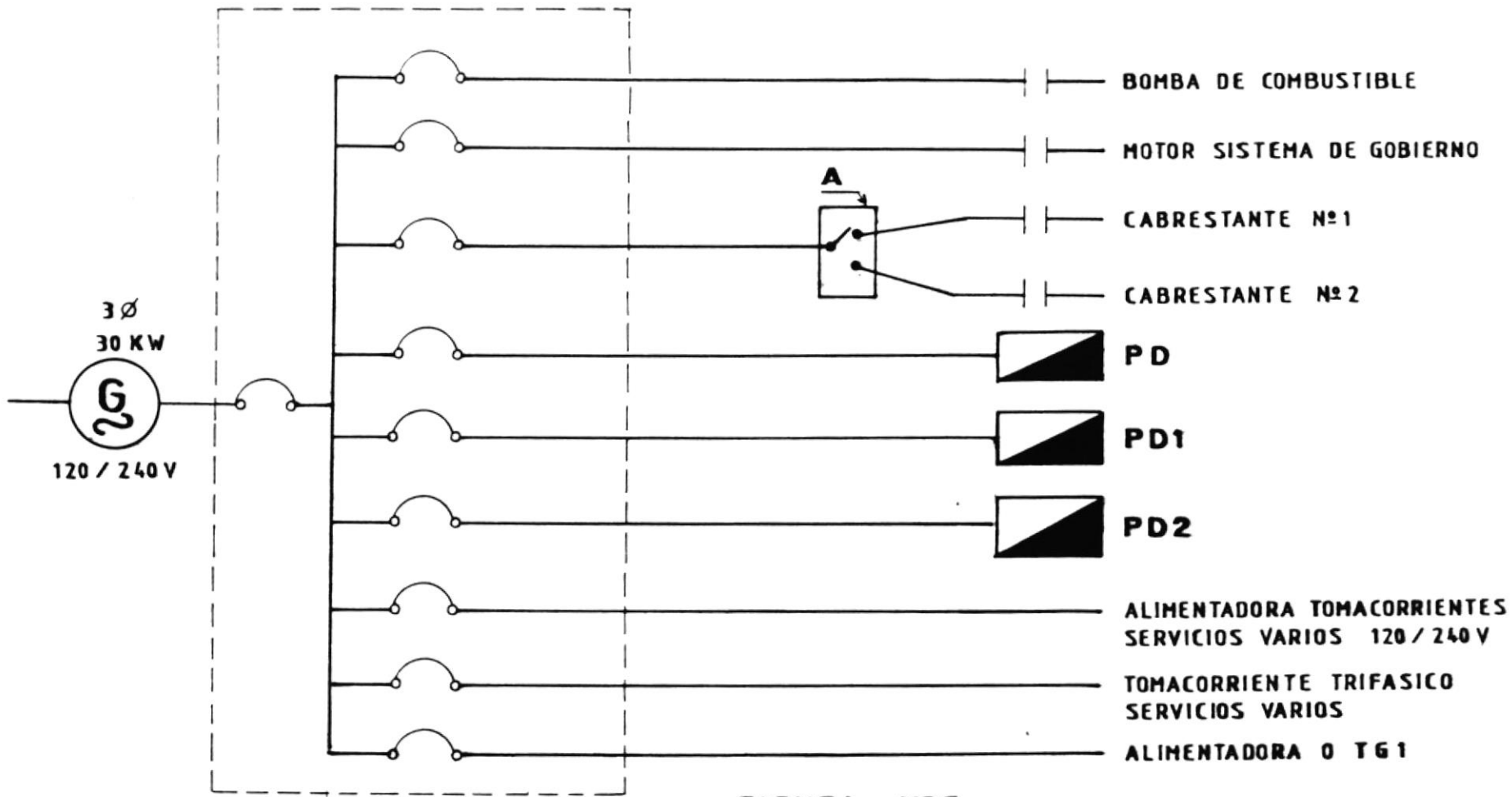


FIGURA Nº 5

DIAGRAMA UNIFILAR
 TABLERO GENERAL (TG)
 PROYECTO FINAL

finalidad de impedir el uso simultáneo del cabrestante No. 1 y el cabrestante No. 2, es decir, que en ningún momento de la maniobra, podrá ponerse en operación los dos cabrestantes instalados a bordo, con lo que se logra reducir el factor de simultaneidad en marcha (Kw), en el cálculo del balance de carga de 1 a 0.5.

La figura No. 6, presenta el diagrama unifilar del tablero general 1 (TG1-1) mostrando las cargas asignadas a este panel que son: Central de aire acondicionado, cocina eléctrica, soldadora No. 1, soldadora No. 2, Bomba de achique, Bomba de agua sanitaria, Bomba de agua dulce, alimentación al panel de distribución PDS y Ventilador de la sala de máquina. Es necesario anotar que en el diagrama se incluyen dos selectores, B y C. El selector "B" nos permite racionalizar el consumo con dos alternativas: en la posición 1, podrá ponerse en servicio simultáneamente, la central de aire acondicionado con la cocina eléctrica; en tanto, que en la posición 2, quedarán fuera de servicio estas dos cargas, para dejar el circuito en posición de encendido a las soldadoras. Sin embargo, y debido al consumo de las mismas se ha instalado un segundo selector "C", que limita el

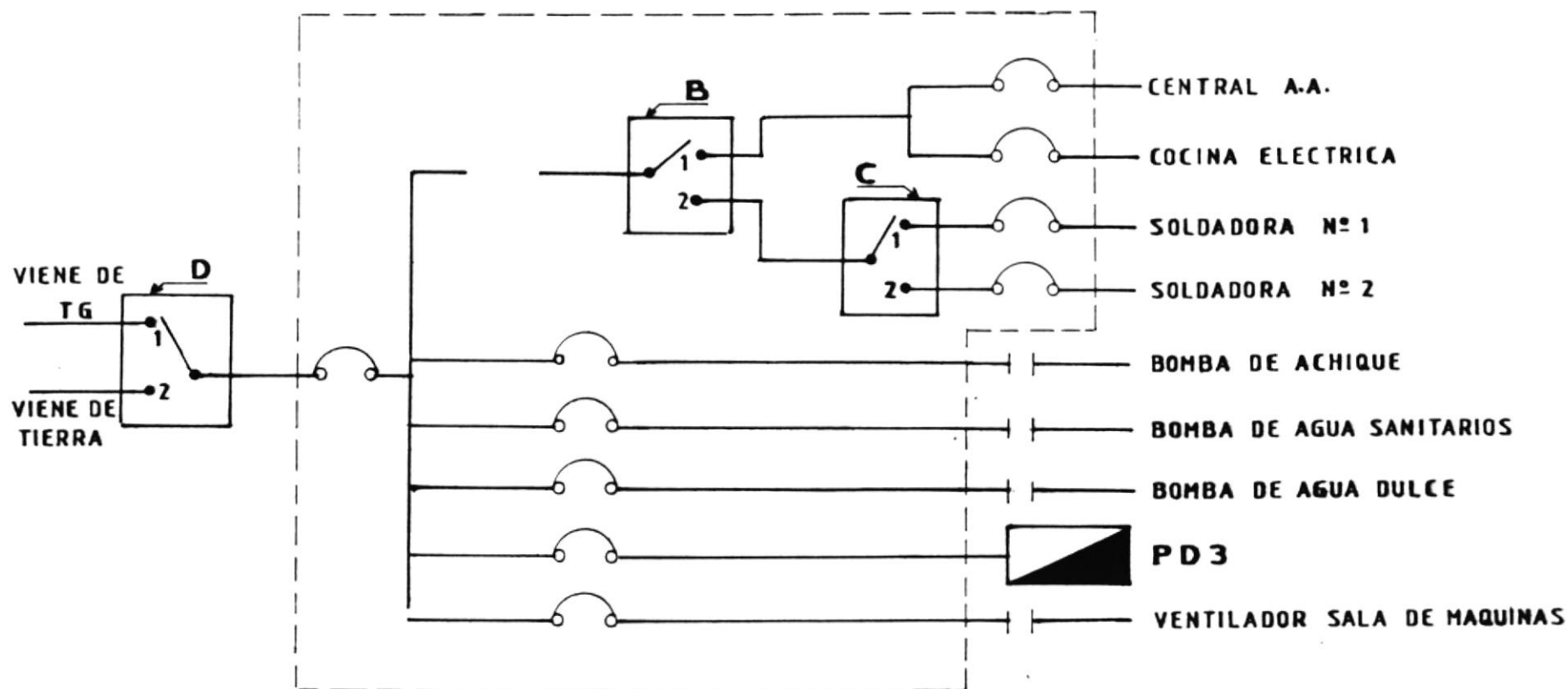


FIGURA Nº 6

DIAGRAMA UNIFILAR
 TABLERO GENERAL -1 (TG-1)
 — PROYECTO FINAL —

uso de una de las máquinas a la vez, en la posición 1 la soldadora No. 1, y en la posición 2, la soldadora No. 2. Con estos selectores se puede reducir el factor de simultaneidad inicialmente estimado en el balance de carga desde 1.0 a 0.5.

El diseño considera la toma de poder de tierra, esto es cuando la embarcación está amarrada al muelle y su generador está fuera de servicio. Con este propósito se ha instalado el selector "D" de 2 posiciones, en la posición 1, al tablero TG1 es alimentado del tablero general TG, es decir, con poder del generador del buque; en tanto que en la posición 2, el tablero TG1, es alimentado de tierra. En este propósito las cargas de este circuito, han sido seleccionadas considerando las de mayor importancia, cuando el buque está acoderado al muelle.

Para el cálculo del balance eléctrico se ha considerado la posición de los selectores como sigue:

El selector "A", del tablero general (TG), nos permita limitar el consumo reduciendo el factor de simultaneidad, esta consideración es posible, porque las cargas son de igual consumo.

En el tablero general 1 (TGI) se han instalado tres selectores: el selector "D" que tiene como única función la instalación de la toma de poder de tierra, no afecta al cálculo de la potencia del Generador. El selector "B" que conecta cargas de consumo diferente, hace que el cálculo de potencia sea estimado para cada una de las posiciones cuyo resumen se detallan en las tablas V y VI. Finalmente al sector "C", controla cargas e igual consumo y por lo mismo nos permite reducir el factor de simultaneidad en los cálculos de potencia.

NAVEGACION

PUERTO

MANICERA

RECEPTORES	POTENCIA			NAVEGACION			PUERTO			MANICERA					
	HP	Nb.	Kw	Kn	Ksr	Ka	Kwi	Kn	Ksr	Ku	Kw	Kn	Ksr	Ku	Kw
Motor sistema de gobierno	1.5	2	2.24	0.5	0.25	0.125	0.28	-	-	-	-	0.5	0.125	0.063	0.14
Cabrestantes	6	2	8.96	-	-	-	-	0.5	0.5	0.25	2.24	0.5	0.5	0.25	2.24
Central de aceite acondicionado	-	1	12.13	1	0.8	0.8	9.71	1	0.6	0.6	7.28	1	0.8	0.8	9.71
Cocina eléctrica	-	1	6.00	1	0.5	0.5	3.0	-	-	-	-	1	0.3	0.3	1.80
Soldadoras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bomba de achique	2.0	1	1.49	1	0.4	0.4	0.60	-	-	-	-	1	0.4	0.4	0.60
Bomba agua salada	1.5	1	1.12	1	0.5	0.5	0.56	1	0.3	0.3	0.34	1	0.3	0.3	0.34
Bomba agua dulce	1.5	1	1.12	1	0.5	0.5	0.56	1	0.5	0.5	0.56	1	0.5	0.5	0.56
Ventilador sala de máquinas	3	1	2.24	1	0.8	0.8	1.8	1	0.3	0.3	0.68	1	0.8	0.8	1.80
Extractor de aire	0.33	5	1.23	0.6	0.8	0.48	0.52	0.4	0.8	0.32	0.39	0.4	0.8	0.32	0.39
Bomba de combustible	1.5	1	1.12	1	0.4	0.4	0.45	1	0.5	0.5	0.56	1	0.3	0.3	0.34
Cargador de baterías	-	2	0.60	1	0.8	0.8	0.48	1	0.8	0.8	0.48	1	0.8	0.8	0.48
Tomacorrientes servicios generales	-	14	2.10	-	-	0.3	0.63	-	-	0.2	0.42	-	-	0.2	0.42
Cargas 120 V tomacorrientes 20	-	6	1.89	-	-	0.3	0.57	-	-	0.2	0.38	-	-	0.15	0.28
Cargas 240 V tomacorrientes 30	-	8	3.30	-	-	0.3	0.99	-	-	0.3	0.99	-	-	0.15	0.50
Ailustrado	-	0	3.58	-	-	0.4	1.43	-	-	0.2	0.72	-	-	0.3	1.07
							21.65				15.04				18.67
							8.35								
					+ 38.57%										
							30.00								

TABLA V BALANCE DE CARGAS PARA DISEÑO FINAL MODIFICADO SECTOR "B" EN POSICION "1" PARA TODAS LAS CONDICIONES

RECEPTORES			POTENCIA				NAVEGACION				PUERTO				MANIOBRA			
	HP	No.	Kw	Kn	Ksr	Ku	Kw	Kn	Ksr	Kw	Kw	Kn	Ksr	Kw	Kw			
Motor sistema de gobierno	1.5	2	2.24	0.5	0.25	0.125	0.28	-	-	-	-	0.5	0.125	0.063	0.14			
Cabrestantes	6	2	8.96	-	-	-	-	0.5	0.5	0.25	2.24	0.5	0.5	0.25	2.24			
Central de aire acondicionado	-	1	12.13	1	0.8	0.8	9.71	1	0.6	0.6	7.28	-	-	-	-			
Cocina Eléctrica	-	1	6.0	1	0.5	0.5	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-			
Soldadoras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Bomba de achique	2.0	1	1.49	1	0.4	0.4	0.60	-	-	-	-	0.5	0.6	0.3	11.88			
Bomba de agua salada	1.5	1	1.12	1	0.5	0.5	0.56	1	0.3	0.3	0.34	1	0.3	0.3	0.34			
Bomba de agua dulce	1.5	1	1.12	1	0.5	0.5	0.56	1	0.5	0.5	0.56	1	0.5	0.5	0.56			
Ventilador sala de máquinas	3.0	1	2.24	1	0.8	0.8	1.80	1	0.3	0.3	0.68	1	0.8	0.8	1.80			
Extractor de aire	0.33	5	1.23	0.6	0.8	0.48	0.53	0.4	0.8	0.32	0.39	0.4	0.8	0.32	0.39			
Bomba de combust.	1.5	1	1.12	1	0.4	0.4	0.45	1	0.5	0.5	0.56	1	0.3	0.3	0.34			
Cargador de batería	-	2	0.60	1	0.8	0.8	0.48	1	0.8	0.8	0.48	1	0.8	0.8	0.48			
Tomacorrientes servicios generales	-	14	2.10	-	-	0.3	0.63	-	-	0.2	0.42	-	-	0.2	0.42			
Cargas 120 V y tomacorrientes 20	-	6	1.89	-	-	0.3	0.57	-	-	0.2	0.38	-	-	0.15	0.28			
Cargas 240 V tomacorrientes 30	-	8	3.30	-	-	0.3	0.99	-	-	0.3	0.99	-	-	0.15	0.50			
Cargas 240 V Alumbrado	-	30	3.58	-	-	0.4	1.43	-	-	0.2	0.72	-	-	0.3	1.07			
							21.65				15.04				21.04			

TABLA VI BALANCE DE CARGAS PARA DISEÑO FINAL MODIFICADO SECTOR "B" EN POSICION "2"
 PARA MANIOBRA, POSICION "1" PARA NAVEGACION Y PUERTO

F A S E S

Bomba de combustible	A-B-C
Cabrestante	A-B-C
PD	A-B
PD1	B-C
PD2	B-C
PD3	A-B
Aliment.tomacorriente.servic.(120/240V)	A-B-C
Tomacorriente trifásico	A-B-C
Central AA. 80.000 BTU	A-B-C
Cocina eléctrica	A-B
Bomba achique-lastre	A-B-C
Bomba de agua salada	A-B-C
Bomba de agua dulce	A-B-C

TABLA IV

4.2. SISTEMA DE ACHIQUE-LASTRE-SENTINA

Un problema general en los sistemas de propulsión que usan enfriamiento por agua es el achique de este elemento, que penetra a través de los prensa estopa, lo cual convierte al sistema de achique de la embarcación, en su sistema de determinante en consideración a su flotabilidad. Partiendo de este principio y teniendo en consideración que en el caso que nos ocupa el sistema de achique tiene incorporado el circuito de inundación, éste tendrá que ser lo suficientemente versátil de manera que, nos permita realizar maniobras de escora, adrizamiento o cambio de asiento, ya sea por inundación de agua de mar a los compartimentos inundables, o de un compartimento inundado a otro inundable.

Estos requerimientos han llevado a replantear el sistema de achique-lastre-sentina originalmente propuesto, de manera que sea lo suficientemente confiable operativo.

2.2.1. Estudio del Diseño Original.—

Esta sección presenta una breve descripción de los elementos integrantes del sistema, como los presentados en el diseño original. El diseño original, figura No. 7. Consta de dos bombas impulsadas por motores eléctricos de 2 HP y 2.5 Hp., respectivamente. Cada bomba tiene una descarga independiente hacia la banda de estribor.

La toma de mar del sistema está instalado en el cofferdam de babor siendo conformada su estructura, a proa por el mamparo de popa del tanque de combustible; a popa, por el mamparo de proa del tanque de agua dulce; y a babor, con el casco de la embarcación.

El sistema de inundación está diseñado en una forma tal, que es independiente del sistema de bombas, pero al tramo principal de tuberías que terminan en la caía de mar, forman parte del sistema de aspiración de las bombas.

El sistema de inundación y achique está conformado por una red de tuberías que sirve a los siguientes compartimentos:

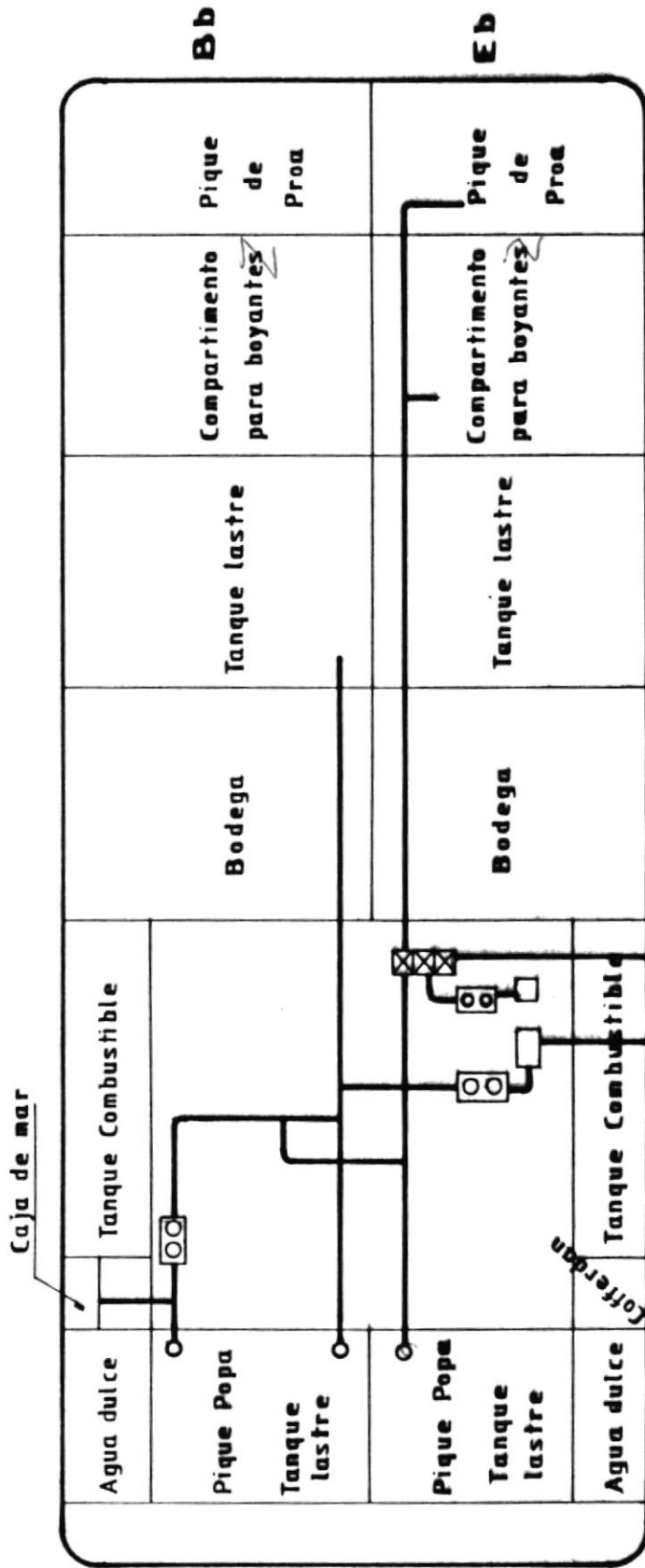


FIGURA Nº 7

SISTEMA DE ACHIQUE - SENTINA

LASTRE

(DISEÑO ORIGINAL)

Pique de proa a estribor,
 Compartimento de boyantez a estribor,
 Tanque de lastre a babor,
 Sala de máquinas, y
 Piques de popa a babor y estribor.

No existe circuito de tuberías sirviendo a los siguientes compartimentos:

Pique de proa a babor,
 Compartimento de boyantez a babor,
 Tanque de lastre a estribor,
 Rodegas a babor y estribor, y
 Cuarto de Servomotor.

El sistema presenta un manifold de 4 válvulas para la bomba de proa.

Las tuberías de descargas de las dos bombas atraviesan el tanque de combustible hasta su salida en la banda de estribor.

2.2.2. Inconvenientes del proyecto.—

Del análisis del proyecto original se pueden anotar las observaciones más significativas, que hacen al

sistema inconveniente, lo que ha llevado a ser modificado considerando los siguientes aspectos:

6.- El sistema está proyectado para que funcione con dos bombas impulsadas por motores eléctricos. En esta parte del proyecto, es conveniente anotar, que la embarcación dispone de un solo generador, lo que significa que una falla en el sistema eléctrico dejaría a la embarcación sin el sistema de achique-lastre-gentina; condición crítica y de alto riesgo, puesto que es el único sistema de achique-inundación considerado en el proyecto.

7.- El sistema no presta servicios a 4 de los 12 compartimentos estancos de la embarcación, como se detalla anteriormente. Como alternativa de servicio a estos compartimentos las especificaciones técnicas presentaban el uso de las bombas registradas contempladas en el acopio longitudinal.

8.- Tanto el tanto de achique como inundación se maneja solo si las bombas registradas no están en estado de permanencia instalada en cualquiera de los compartimentos que disponen de bombas conectadas al sistema, podrán ser

inundados y/o achicados.

C. Caja de mar.- La ubicación de la caja de mar debe estar en un lugar accesible. Además, no debe compartir su estructura con el tanque de agua dulce, ni tampoco con el tanque de combustible por razones de seguridad.

D. Descargas.- Las tuberías de descargas, no deben atravesar el tanque de combustible, pues existen otros espacios libres que permiten su recorrido.

E. Todos los compartimentos estancos deben disponer de su sistema de achique.

F. El sistema de achique-inundación no permite el travesaño de líquidos de un compartimento a otro.

2.2.3. Alternativas de Solución.-

Del análisis del proyecto original, se vió la necesidad de introducir cambios en el proyecto, con el fin de disponer de un sistema de achique-lastre confiable y que operativamente sea versátil. En

virtud de existir varios equipos, contemplados en el diseño original, ya adquiridos, se decidió incluirlos en las modificaciones.

Con estas consideraciones se plantean las alternativas siguientes:

2.2.3.1. Tuberías Independientes

Se proyecta un sistema que usando los equipos contractuales, permite el achique de los 12 compartimentos estancos, y además permita la inundación de los 4 compartimentos inundables, disponer de un sistema para lavado de cadenas durante la maniobra de izado del sistema de fondeo, el sistema estará formado por dos bombas de achique, las contractuales, con la diferencia que una de ellas será impulsada por motor eléctrico, y la segunda bomba será acoplada al motor propulsor de estribor por medio de poleas, embrague manual y bandas. El sistema considera circuitos de tuberías para cada compartimento, tuberías independientes para inundación, que irán conectadas a las bombas de achique.

El sistema así concebido, tiene sus tomas de mar y sus descargas independientes para cada bomba.

2.2.3.2. Manifold-Presión-Succión

El circuito propuesto como segunda alternativa, contempla la instalación de una bomba impulsada por motor eléctrico y la segunda bomba acoplada al motor propulsor de estribor, se dispone además de dos manifold, uno de succión y el segundo de presión, además de una descarga común para las dos bombas.

Las tuberías a los compartimentos estancos son independientes, entre el compartimento y el manifold de control ubicado en la sala de máquina. Las tuberías de achique para los compartimentos inundables se interconectan con el manifold de presión, y controlada por medio de válvulas permite usando las mismas tuberías, inundar o achicar el compartimento a voluntad desde los manifolds ubicados en la sala de máquinas. Además, se ha proyectado un sistema de lavado de cadenas durante la maniobra de izado del sistema de fondeo, controlado desde la sala de máquinas.

Los dos sistemas tienen cajas de mar independientes, las mismas que han sido reubicadas de la posición original del cofferdam a la sala de máquinas.

2.2.4. Criterios para la selección de la alternativa final.

Se han planteado dos alternativas para sustituir el diseño contractual, si bien, existe criterios compartidos en cuanto a:

A. Cambiar el sistema de impulsión de las 2 bombas de eléctricas, a una eléctrica y una mecánica.

B. Cambiar la posición de la caja de mar instalada en el coferdam, a la sala de máquinas.

C. Disponer de tuberías independientes en cada compartimento, etc.

La diferencia fundamental es que en el caso No. 1, se plantea circuitos independientes para cada bomba, lo que incrementaría el número de metros de tubería instalada. Además, la cantidad de válvulas en la sala de máquinas sería considerablemente

significativa.

En la alternativa No. 2 se optimiza el sistema usando tuberías comunes a los sistemas de inundación y achique para cada compartimento inundable, lo que a más de bajar los costos, simplifica la operación al maquinista durante las maniobras de achique y/o inundación.

Si bien las dos propuestas son técnicamente factibles, se ha seleccionado la alternativa No. 2 por ser más económica y operacionalmente más sencilla.

2.2.5. Presentación del proyecto final.-

A continuación se detalla el sistema seleccionado a ser implantado en la barcaza farera, ver detalles en Lámina 2, el cual consta esencialmente de los siguientes elementos: una bomba impulsada por motor eléctrico con acople directo (3). Una segunda bomba acoplada al motor propulsor de estribor por medio de embrague manual, poleas y bandas (4). Cada bomba tiene su línea de succión conectada a la respectiva caía de mar (1) (2). Las salidas de las bombas en tuberías independientes (15) y (12) van a

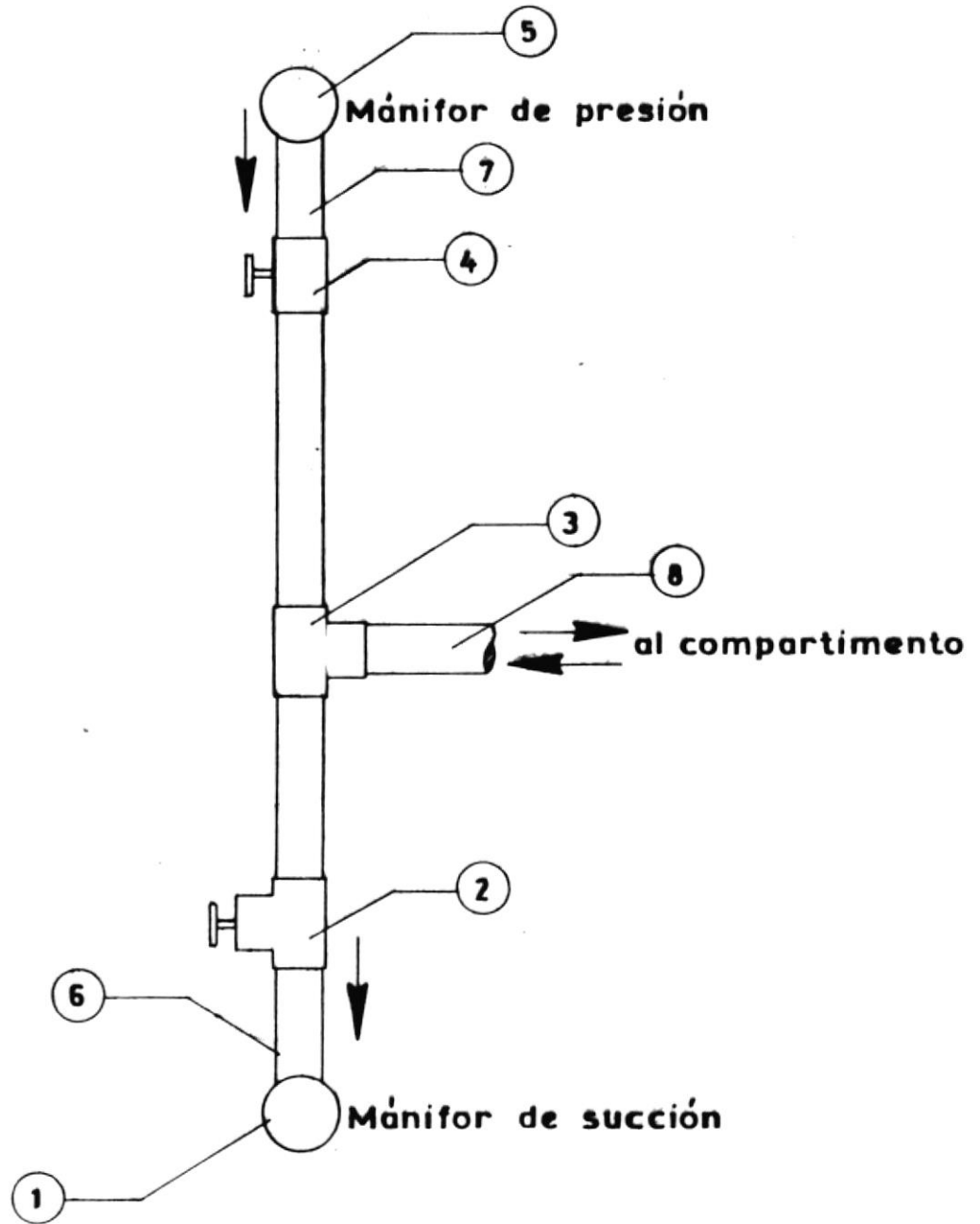
descargar a un manifold común (6) que en adelante se llamará manifold de presión, de igual manera, las succiones se proyectan en líneas independientes (13) y (14) que van a ser conectadas a un manifold común (5), que será el de succión. El manifold de presión tiene una tubería de salida (7), que va a descargar a la banda de Eb el casco, atravesando el cofferdam. El sistema contempla la instalación de dos válvulas del tipo cheque (8) y (9), en las tuberías de presión (12) y (15), respectivamente, dirigiendo el flujo desde cada bomba al manifold de presión (6), dispuestas en una forma tal, que impida el flujo del agua desde el manifold hacia la bomba que se encuentra fuera de servicio.

Las tuberías de las líneas de succión (13) y (14), están conectadas al manifold de succión (5), por medio de una válvula cheque para cada bomba (10) y (11). El objetivo de estas válvulas es impedir que haya interconexión entre las succiones de las bombas, especialmente cuando la maniobra se realiza con una sola bomba, cuando la otra bomba esté fuera de servicio.

En la figura No. 10 se presenta el circuito de achique con un manifold de succión al que llegan todas las tuberías de todos los compartimentos estancos. Todas las líneas disponen de su respectiva válvula de control en la sala de máquinas, así mismo la descarga dispone de su canastilla y más requerimientos.

Esta misma lámina muestra al circuito de inundación con un manifold de presión conectado a las tuberías de los compartimentos inundables.

La figura No. 10, presenta la interconexión entre la tubería (6) y el manifold de succión (1). Además presenta la conexión de la tubería (7) con el manifold de presión (5), lo que nos permite usar la tubería (8) como línea común para achique o inundación. También detallan las tuberías provenientes de los compartimentos inundables (8), que llegan a la sala de máquinas, estas tuberías son conectadas a una T (3), que se divide en dos ramales, el ramal de presión conectado por medio de una válvula (4) al manifold de presión, y al segundo ramal conectado al manifold de succión (1) por medio de la válvula (2). La operación de achique o inundación se hará desde el cuarto de

**FIGURA Nº10****MANIOBRA - TIPICA**

máquinas así: Para la maniobra de achique, una vez puesto en funcionamiento una o las dos bombas de achique, se abrirá la válvula (2) conectada al manifold de succión (1) y el compartimento será achicado. Si por el contrario se hace necesario inundar un compartimento, bastará abrir la válvula (4) conectada al manifold de presión (5), y el compartimento se inundará. Si no es necesario ninguna de las maniobras anotadas, las válvulas (2) y (4) permanecerán cerradas.

Otra maniobra posible es el trasvase de líquidos de un compartimento inundable a otro, para ello bastará abrir la válvula en el manifold de succión del compartimento inundado, y abrir la válvula en el manifold de presión del compartimento a inundarse y la maniobra se realizará ya sea con una de las bombas o con las dos a la vez.

Adicionalmente un sistema para lavado de cadenas ha sido proyectado en la figura No. 9, con este propósito, las tuberías del pique de proa de Bb y pique de proa de Fb, han sido interconectados con los manifold de succión y presión, en el cuarto de máquinas, con lo que las tuberías de los dos compartimentos pueden ser de presión de agua o de achique, de acuerdo a las necesidades del servicio.

El sistema esencialmente está formado por una "I" (1) que divide a la tubería (8), instalada hasta el cuarto de máquinas en dos tuberías; la tubería (2) que pesará a cumplir con el achique del compartimento, y que con la instalación de la válvula check (3) permite el flujo del agua en una sola dirección. El segundo ramal consta de la tubería (4) que se ha convertido en tubería de flujo unidireccional gracias a la válvula check (5), el circuito es complementado con la instalación de una reducción (7) que permite cambiar el caudal del líquido aumentando la presión en el circuito.

En estas condiciones, si se hace necesario el achique del compartimento, bastará abrir la válvula del manifold de succión y el compartimento se achicará; puesto que el flujo del líquido abrirá la válvula check (3) permitiendo el achique, en tanto que, la válvula check (5) se cerrará impidiendo el retorno de la columna de agua que se encuentra después de la válvula.

El lavado de las cadenas se producirá una vez que el maquinista, desde el cuarto de máquinas, abra la válvula del manifold de presión, en estas

circunstancias la tubería tendrá presión de líquido positivo, lo que provocará el cierre de la válvula check (3) y la apertura de la válvula check (5), permitiendo así la salida del líquido para el lavado de las cadenas.

Para mayor ilustración del circuito, figura No. 11 muestra un DIAGRAMÁTICO, en el que se detalla el circuito desde y hasta todos los compartimentos estancos de que dispone la embarcación, como también la disposición de los manifolds y tuberías; se presentan también todas las válvulas y accesorios que forman la parte operacional del sistema cuya instalación es indispensable en el proyecto.

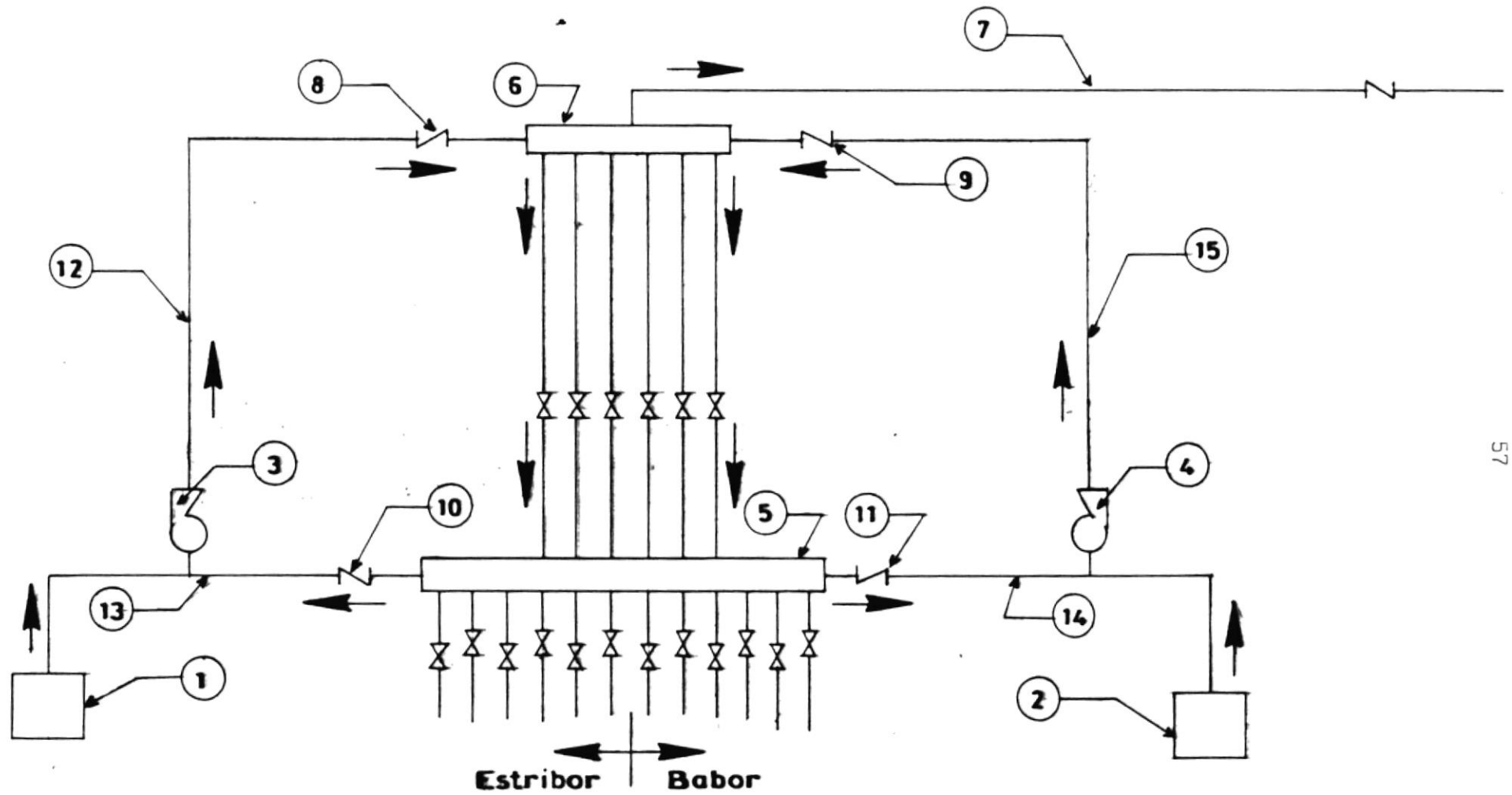
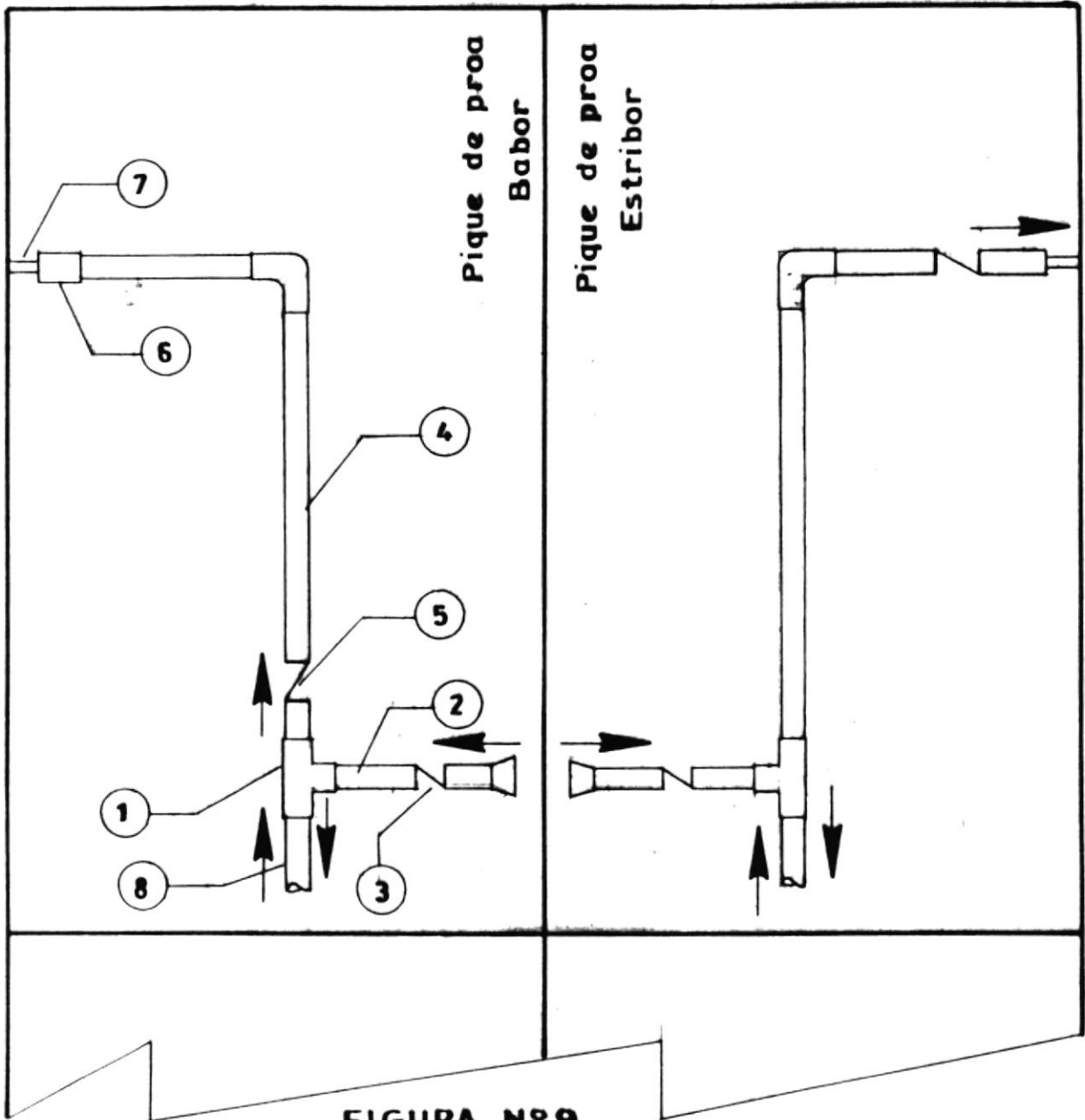


FIGURA N°8

MANIFOLD: SUCCION - PRESION



SISTEMA POR FONDEO

DIAGRAMATICO SISTEMA

ACHIQUE - LASTRE

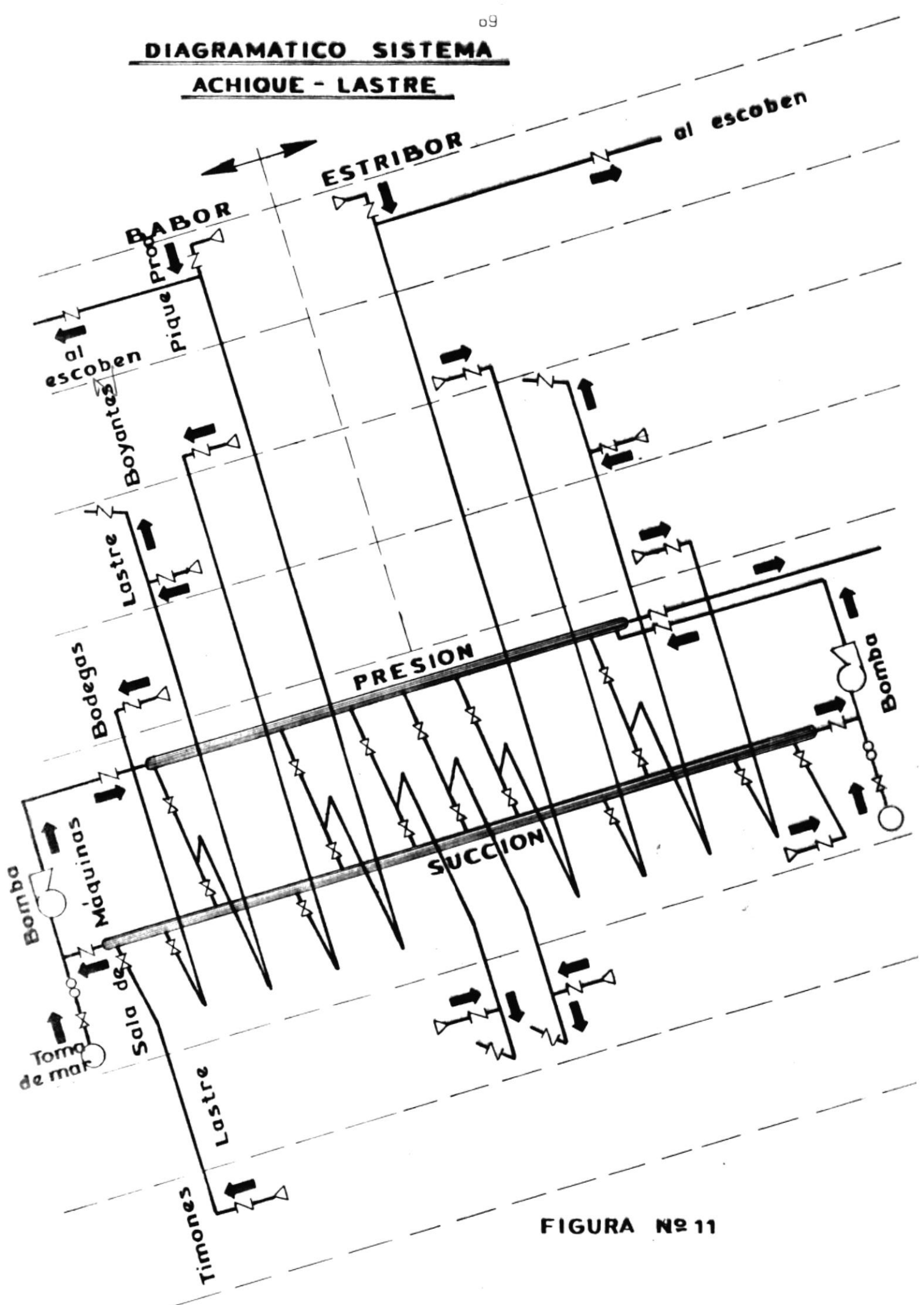


FIGURA Nº 11

CAPITULO III.

ESTABILIDAD

En este capítulo se presenta el análisis de la estabilidad de la nave feroera, necesarios para la operación segura de la embarcación y sus tripulantes.

Para el estudio se analizó la posición inicial del centro de gravedad del buque a la LAD, en esta condición el buque presenta un KG inicial de 2,41 mts. como está establecido en la Tabla III, que resume los cálculos de radios y alturas metacéntricas. En esta condición se incluye el peso ligero de la nave más combustible, agua dulce y lastre necesario para conseguir el calado adecuado. Con esto, se calcula el nuevo KG en función del peso de la boya. Este peso fue tomado de una boya típica de las que usa la Autoridad Portuaria de Guayaquil, cuyas características de peso de boya y aditamentos está dado en la Tabla VIII, datos tomados de los catálogos de fabricantes.

Para efectos de cálculos, el peso crítico de boya y aditamentos fue calculado en 10 tons. Con el nuevo KG, se procedió al cálculo del alcance de estabilidad de la nave y su respectiva reserva de estabilidad, quedando de esta forma probada la seguridad de la estabilidad de la embarcación, durante su operación, en la condición crítica.

1.1. Ubicación del nuevo Centro de Gravedad

Para calcular el nuevo KG_0 , se consideró el peso de la boya y su condición crítica, que es el momento que produce la boya cuando está suspendida. Del diagrama de distribución general de la nave, tenemos que la altura máxima para el peso suspendido es de 13.3 mts.

Datos de la Tabla VII

$KG = 3.41$ PESO BUQUE = 256.4 Tons.
 $KH = 7.27$ CALADO LAD = 1.25 Mts.
 $GM = 4.86$

ITEM	PESO	KG	MOMENTO
Buque Heno	256.4	2.41	617.9
Boya completa	10.0	13.3	133.0
		-----	-----
TOTALES	266.4		752.9

Tabla VII CALCULO DEL NUEVO KG

1.2. Cálculo de la Altura Metacéntrica y Brazo de Adrizamiento.

El cálculo de la nueva altura metacéntrica, considerando el efecto del peso suspendido es:

$$\text{Nuevo } GM = KH - KG \text{ (nuevo)} = 7.27 - 2.826$$

$$GM = 4.444 \text{ mts.}$$

PESO DE BOYA		PESO DEL MUERTO		TAMAÑO Y PESO DE CADENA		CADENA PARA ALZAR	
Mar Moderado	Mar bravo	Muerto de Cemento	Muerto de Hierro	Ancla de Secca	Tamaño	Peso en Agua	Tamaño
kg	kg	kg	kg	kg	mm	kg/m	mm
600-900		600	400		13	3.6	3.2
900-1300		900	600		16	5.9	5.2
1300-1900	1000-1300	1200	800	200	19	8.2	7.2
1900-2800	1300-1700	1200	800	200	22	10.9	9.5
2800-4000	1700-2200	1500	1000	300	25	14.1	12.3
4000-5800	2200-2900	1500	1000	300	28	17.9	15.7
5800-8800	2900-3900	2300	1500	400	32	23.5	20.5
8800-12000	3900-5000	2300	1500	400	35	27.9	24.3
	5000-6600	3000	2000	600	38	32.6	28.5
	6600-8600	3000	2000	600	41	38.4	33.5
	8600-12300	4200	2700	800	45	46.0	40.2
	12300-18000	5500	3500	1000	50	56.9	49.7

TABLA VIII CARACTERISTICAS DE LAS BOYAS Y SISTEMAS DE AMARRE

Ahora veremos el efecto del peso suspendido sobre la curva del brazo adrizante.

La curva GZ vs. θ para la condición de desplazamiento a la LAD y $KG = 2,41$ mts., está dada en la figura No. 13, y resumida en la tabla IX, presentada abajo. La distancia GG1 sería: $GG1 = 2.826 - 2.41 = 0,416$.

Este GG1 representa la distancia en que se desplaza la posición del KG cuando se escora el buque.

	GZ Inicial	GG1	Sen	GG1 Sen	G.Z.Corr
0	0.00	0.416	0	0.0	0.00
15°	0.75	0.416	0.259	0.157	0.593
30°	1.10	0.416	0.500	0.208	0.892
45°	0.63	0.416	0.707	0.294	0.336
60°	0.01	0.416	0.866	0.360	-0.350

Tabla IX CALCULO DEL BRAZO ADRIZANTE

Los valores del GZivic fueron tomados de los cálculos de estabilidad a cada ángulo de escora.

La figura No. 13 presenta los gráficos del brazo adrizante para la posición inicial del KG y para el caso del GZ corregido, debido a la pérdida de la altura metacéntrica.

3.3. Alcance de la Estabilidad

El alcance de la estabilidad será obtenido observando la figura No. 13, la cual nos ofrece los datos abajo determinados, analizando la curva corregida:

Máximo brazo adrizante = 0.892 mts. para 30° de escora.

Alcance de la estabilidad = 52.5°

Máximo momento adrizante = $256.4 \times 0.892 = 228.7$
Tons-mt.

3.4. Estabilidad Dinámica

Este cálculo pretende encontrar el ángulo máximo de escora temporal de la embarcación durante la posición crítica de la boya suspendida. Para ello determinamos el momento adrizante y el momento escorante.

El momento adrizante se obtiene por:

Mto. Adrizamiento = $W \times GZ$ (corregido)

donde:

W = Peso del buque

GZ = Brazo adrizamiento corregido

El momento escorante máximo se obtiene multiplicando el peso de la boya por la distancia, a cada ángulo de escora, desde el punto de aplicación de la carga a la línea de crujía de la embarcación, produciendo esto una escora de aproximadamente 0.41°, de acuerdo al MH 1° dado en la Tabla VII.

Para calcular el momento escorante a diversos ángulos, se asume una disminución del brazo

activante, equivalente a la distancia máxima dada, que es 7.25 mts., por el $\text{Cos } \beta$, donde es el ángulo de escora.

El cálculo de los momentos, tanto escorante como adrizante está resumido en la Tabla X, y los valores resultantes se muestran en la figura No. 12. De esta figura podemos obtener, que el ángulo de equilibrio estático es 6.5° , mientras el ángulo de equilibrio dinámico es 13.5° .

De esta forma quedan establecidos el rango de escora máximo a producirse en la embarcación, en su fase de operación.

(Grados)	GZ Correg. (Mts.)	Cos θ (Rad.)	Brazo Escorante	MOMENTOS	
				Adrizante	Escorante
0	0.0	1.0	7.25	0.0	72.5
15	0.593	0.966	7.00	152.0	70.0
30	0.892	0.866	6.28	228.7	62.8
45	0.336	0.707	5.13	86.1	51.3
60	-0.350	0.500	3.63	-89.7	36.3
75	-1.062	0.259	1.88	-272.3	18.8

W = peso Buque = 256.4 Tons. Mto. Adrizante = $W \times GZ$
 P = Peso Boya = 10.0 Tons. Mto. Escorante = $P \times d \times \text{Cos } \theta$

Tabla X CALCULO DE LOS MOMENTOS ACTUANTES

	LA3	LA4	LA5	LA6
Desplazamiento en agua dulce (Ton.)	128.11	190.15	244.30	302.28
Desplazamiento en agua salada (Ton.)	131.42	195.07	256.4	310.11
Tonejadas por centímetro de inmersión TPI cm.	2.02	2.22	2.38	2.38
Áreas de planos de flotación (m ²)	202.07	221.90	237.74	237.74
Centros de Gravedad de los planos de flotación C.F.	-0.61	0	0	0
Centro de Boyantez Longitudinal C.B.1.	-0.51	-0.26	-0.19	-0.16
Centro de Boyantez Vertical K.B.	0.38	0.52	0.66	0.795
K ₁ (m)	11.10	8.45	7.27	6.145
K ₂ (m)	63.72	55.49	54.16	44.01
B ₁ (m)	10.72	7.93	6.61	5.35
B ₂ (m)	63.34	54.97	53.48	43.22
K ₃ (m)	-	-	2.41	-
B ₁ ' (m)	-	-	4.56	-
B ₂ ' (m)	-	-	51.75	-
MT1-cm (Tons.-m/cm).	-	-	4.98	-
MT1 ⁰ (Tons.-m/grado.)	-	-	21.2	-

Tabla XI RADIOS Y ALTURAS METACENTRICAS

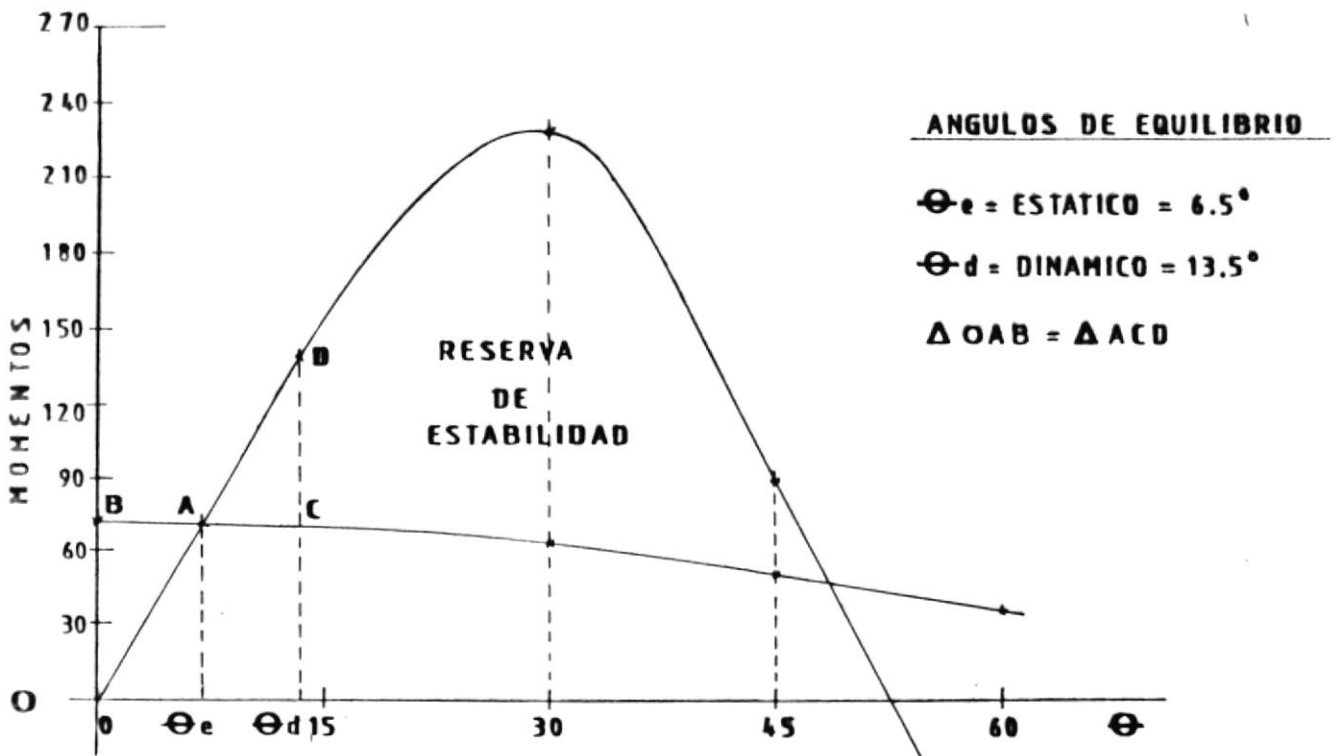
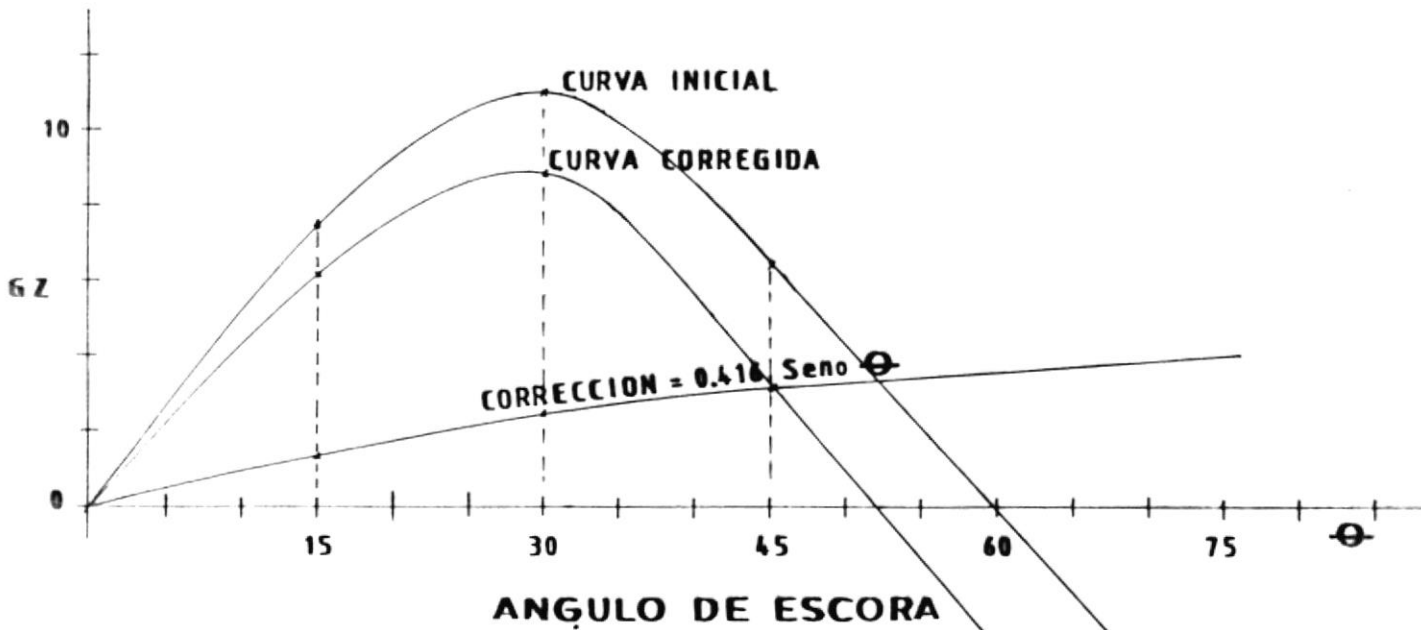


FIGURA Nº 12
ESTABILIDAD DINAMICA



ALCANCE DE LA ESTABILIDAD 52.5°

FIGURA Nº 13
BRAZOS ADRIZANTES

CAPITULO IV

PRESENTACION DEL PROYECTO FINAL

El proyecto final se resume con la presentación de 3 planos: del sistema eléctrico, sistema de achique-lastres y vista general, se incorpora también el diagrama de barras.

4.1. Sistema Eléctrico

Lo inconveniente de la aplicación del proyecto original, llevó a la revisión integral de este sistema, iniciando con la estimación de la potencia a instalarse, para concluir finalmente en el rediseño de todo el sistema, teniendo en consideración como limitante la decisión del armador de no cambiar el generador originalmente contratado, ni la incorporación de un generador adicional que con cambios menores podría suplir la deficiencia existente, el resultado de este trabajo puede resumirse en el plano No. 1 - Plano Eléctrico de los sistemas y circuitos de poder alumbrado y comunicaciones que fundamentalmente contienen:

A. Diagrama Unifilar - Tablero General (TG) al que se ha incorporado un selector de dos posiciones para alimentación de tierra cuya conexión al tablero TG1 alimenta los circuitos considerados indispensables para operación en puerto, además dispone de un segundo selector para limitar el uso simultáneo de los cabrestantes, # 1 y #2 con lo que se logra reducir la potencia a instalarse.

B. Alimentación al Sistema de Emergencia: la nave dispone de un sistema de emergencia en corriente continua para ello cuenta con dos bancos de baterías con sus respectivos cargadores y de un sistema automático de conexión a lugares considerados emergentes, en casos de daños del generador.

C. Diagrama Unifilar. Tablero General - 1 (TG1). En este tablero se han incorporado dos selectores de doble posición que tienen la finalidad de limitar el uso: central de aire acondicionado, cocina eléctrica, soldadora # 1 y soldadora #2; con la incorporación de estos selectores ha sido posible limitar el consumo y poder mantener el generador originalmente proyectado. Si bien el sistema limita el confort, esto se justifica con la seguridad de no correr el riesgo de sobrecarga al generador que dejaría a la nave sin corriente alterna.

4.2. Plano del circuito de achique-sentina-lastre

El circuito se presenta en forma detallada en el plano: Circuito de achique sentina lastre, plano que ha sido preparado en forma íntegra para la construcción del sistema.

Toda vez que la embarcación dispone de 12 compartimentos estandar, siendo 4 de ellos inundables, se hizo indispensable considerar la proyección de un sistema conjunto que permita al maquinista la operación en la forma más sencilla, sin dejar de considerar su seguridad. Con estas consideraciones se presenta el sistema que fundamentalmente consiste de: Una bomba de achique

de babor impulsada por un motor eléctrico, una segunda bomba de achique en estribor, acoplada al motor propulsor de estribor. Un manifold de succión, un manifold de presión, dos cajas de mar, una descarga común en la banda de estribor; un sistema de lavado de anclas y cadenas; todo con sus respectivas tuberías y accesorios.

Todos y cada uno de los compartimentos estancos disponen de líneas de tuberías.

Los compartimentos no inundables tienen sus tuberías conectadas al manifold de succión. En tanto que los compartimentos inundables y el circuito de los piques de proa en babor y estribor, van conectados al manifold de succión y presión, con lo que es el posible achicar los compartimentos o inundarlos, en el caso del peack de proa de estribor y babor la conexión al manifold de presión tiene como finalidad de disponer de presión de agua para el lavado de anclas y cadenas, con este objeto de ha instado una reducción en la salida de este circuito que nos permite elevar la presión del líquido.

El plano muestra también vistas que permiten tener el detalle de: peso de tubería por mamparos, un listado de materiales, y más detalles necesarios para la construcción del sistema.

4.3. Variación de las condiciones de estabilidad

Un estudio de las condiciones de estabilidad fueron realizados, para el efecto se consideró las condiciones más críticas posibles en su operación.

Teniendo en consideración que la embarcación dispone de una grúa de 30 ton. de capacidad de levantamiento, se hizo necesario presentar recomendaciones al constructor y armador, pues si bien es cierto que para el uso en el canal de navegación con el tipo de boyas de maniobras la embarcación es totalmente estable, no es menos cierto que en casos no previstos y ya sea por desconocimiento o falta de precaución un operador puede pretender levantar pesos superiores, estando la grúa en condiciones de lograrlo, no así la embarcación: para tener seguridad y confiabilidad en sus maniobras se recomendó la instalación de un sistema de protección, esto es la limitante al levantamiento para pesos de hasta 10 ton. Si la maniobra se pretende hacer con pesos superiores, la grúa se bloqueará impidiendo la maniobra.

4.4. Plano de Vista General

Este plano presenta los detalles generados de la embarcación, así como también de la vista transversal, la posición más crítica en la maniobra de izada de la boya. Se anotan además características generales de la nave.

4.5. Cronograma

Finalmente se incorpora al cronograma actualizado de remodelación de trabajos en la Barcaza Farera. Este cronograma reemplaza al contractual, el mismo que sufrió cambios significativos como consecuencia de las modificaciones que se introdujeron en el diseño original.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las tareas de fiscalización dentro de las actividades más finas cumplen un papel determinante en el campo de la construcción y afines, particularmente en el aspecto de transformación de la Empresa AEG 103 en "Nave Espacial" permite concluir que:

- A. No es posible realizar actividades de fiscalización sin previo estudio de los antecedentes, como: el futuro compromiso contractual entre las partes, estudio de las especificaciones técnicas, conocimiento de los planos, dibujos preliminares y evaluación de la información que esté contenida legalmente dentro del proyecto y/contrato.
- B. Previo al inicio la fiscalización se debe tener un criterio definido de todas y cada una de las actividades propuestas.
- C. Establecer que exista coherencia entre una y cada una de las informaciones relativas a una misma actividad.
- D. El estudio de los detalles técnicos deben examinarse en cada actividad, siendo una buena guía el cálculo con el empleo de fórmulas, tablas, cuadros etc., que nos permite obtener resultados lo suficientemente aproximados y confiables de presentarse dudas fundamentales es preciso tratar el tema como si se tratase de un diseño en particular, todo ello previo a la presentación del problema ante el autor.

- E. Un aspecto de importancia a considerar es el análisis del programa de trabajo, un seguimiento preciso que llevará a establecer cualquier desfase del trabajo programado, debiendo este particular ser validado por escrito el constructor, puesto que ello significa muy precisamente una prórroga en la entrega de la obra.
- F. Por el otro, este tipo de contratos se debe de tener en cuenta en el momento de la licitación, el tiempo utilizado en esta incidirá en los costos finales, especialmente cuando las prórrogas en el contrato se vuelven inevitables.

RECOMENDACIONES

Después de haberse cumplido los trabajos de fiscalización de la Carrera APG 103 en la nave Barrera, he recogido los hechos más significativos que presenté en estas recomendaciones. Tratan de dar la pauta para obtener resultados satisfactorios en tareas de fiscalización.

- A. Cuando el diseño de la nave sea un diseño único y la nave existente y que formará parte del futuro compromiso existente y que forme parte del compromiso adquirido entre el Armador y el Constructor existe, se hace indispensable:
 - B. Establecer si existe coherencia entre la información existente en las distintas fuentes de un mismo evento. Es el caso que nos ocupa este hecho no se cumplió entre otros eventos, en el diseño eléctrico sistema de fuerza, etc.
 - C. Establecer y presentar si es el caso cualquier deficiencia del diseño referido a las especificaciones técnicas o cualquier otro que cumpliendo con las especificaciones de diseño cuando mismas, los requerimientos mínimos de diseño para la construcción naval, así por ejemplo: el diseño de los sistemas de abaje, elabores, etc. En el caso de la nave Barrera.

B I B L I O G R A F I A

1. AMERICAN, Burea of Shipping. Reglas para la Construcción y Claisificación. Buques de acero de Eslora Inferior a 61 metros. Madrid-España. Editorial Barqueño-Bordadores. 1973.
2. BAQUERIZO, Manuel. Electricidad Aplicada a Buques. Madrid-España. Editorial de Ingeniería Naval. 1977.
3. BONILLA DE LA CORTE, Antonio. Teoría del Buque. Cadiz-España. Ediciones Hijos de E. Minuesa S.L., 1979.
4. GERNANINSCHER, Lloyd (GL). Reglamentos para la Construcción de las Instalaciones Eléctricas.
5. LOPEZ, Gerardo, BENITA, Vicente. Estructura del Buque. Cádiz-España. Talleres Tipográficos Jiménez-Meno. 1972.
6. MARTIN, Ricardo. Cálculo de Estructuras de Buques. Madrid-España. Artes Gráficas-Josefa Valcarcel.