

# **SUPERVISIÓN DE LA RECUPERACIÓN Y MODERNIZACIÓN DEL BUQUE DE INVESTIGACIÓN “ORIÓN” DE LA ARMADA DEL ECUADOR**

**Carlos Jacinto Burgos Sabando**

**Noviembre, 2008**

## **RESUMEN**

Se resumen los procedimientos para la ejecución de los trabajos para la reparación integral del BAE Orión de la Armada del Ecuador, y se espera que sirvan como referencia para reparar embarcaciones similares. Se empieza con la descripción de la distribución del buque. Se realiza luego la identificación de las áreas que presentaban desgaste excesivo del material por corrosión, para lo cual se utilizó un equipo de medición no destructivo, respondiendo a un plan de mediciones.

Los generadores y moto propulsores originales, fueron renovados por equipos modernos de similares características; siendo las dimensiones de los nuevos equipos diferentes de las originales, se tuvo que modificar las bases y los circuitos de combustible, aceite, gases de escape y enfriamiento. Se dio mantenimiento a las líneas de propulsión, innovándose la recuperación de los bocines utilizando material Tordon. Se describe la instalación de un acople flexible entre la línea de ejes y el moto propulsor, para absorber las vibraciones del sistema.

La instalación de nuevos equipos de operación e investigación requirió modificaciones de las bases e instalación de las diferentes antenas en el mástil y en la cubierta del buque; se describen en este trabajo los detalles estructurales de las bases de las antenas. La construcción de las bases debió planificarse considerando la sujeción a los elementos estructurales principales del buque, y la presencia de compartimentos adyacentes.

Se realizaron modificaciones en los circuitos del buque, además de que se mejoraron en su diseño. Se instalaron múltiples (“manifolds”) con el objeto de centralizar las maniobras en casos de emergencia, en todas las líneas de los diferentes circuitos, y, se instalaron pasos estancos de mamparos y cubiertas. Se instalaron Eductores, de fabricación nacional, para evitar el daño en los impulsores de las bombas del sistema de achique, y se cambiaron las uniones tipo Tee, por las de tipo Yee, para evitar que el flujo de un ramal bloquee el otro.

Los pescantes, winches y el sistema hidráulico, recibieron mantenimiento, presentándose detalles de la sujeción a cubierta, que permite el giro, de un pescante. Se retiró la pluma original y se instaló una nueva grúa con su propia central hidráulica. Se describe el cambio de la planta de acondicionamiento de aire y de las plantas frigoríficas y el reacondicionamiento de las cámaras.

## **SUPERVISIÓN OF THE RECOVERY AND MODERNISATION OF THE RESEARCH SHIP “ORIÓN” OF THE ECUADOREAN NAVY**

### **SUMMARY**

*In this work all procedures for the execution of the integral repair Works Developer on the BAE Orión of the ecuadorean Navy are reported, and it is expected that they may be useful as a reference for the repairing of similar ships. It starts with the description of the ship. Then it is identified the areas which presented excessive wear of the material due to corrosion, for which it was used a nondestructive equipment, according to a plan of measurements.*

*The original generators and propulsión motors, were renovated for new modern equipment of similar characteristics; as the dimensions of the new equipment were different from the original, the foundations and fuel, oil, escape, and cooling circuits had to be modified. The propulsion systems received maintenance, innovating the recuperation of bossings using Tordon material. It is described the installation of a flexible coupling between the shafting and the propulsion motor, to absorb the vibrations of the system.*

*The installation of new operation and research equipment required modifications of the foundations and installations of the antennas on the mast and on the ship deck; in this work it is described the structural details of the foundations of the antennas. The construction of the foundations had to be planned considering the connection to the main structural elements of the ship, and the presence of adjacent compartments.*

*Several modifications were implemented on the circuits of the ship, and their design was improved. There were installed several manifolds with the objective to centralize the maneuvers in cases of emergency, for all circuits, and, there were installed watertight passages in bulkheads and decks. There were installed eductors, fabricated in our country, to avoid damage to the pump impellers in the bilge system, and the Tee connections were changed to the Yee type, to avoid that the flow from one branch block the flow from the other.*

*The davits, winches and hydraulic systems received maintenance, presenting in this report details of the connection to the deck, that allows rotation of one davit. The original boom was retired and it was installed a new boom with its own hydraulic plant. Finally it was described the change of air conditioning and frigorific plants and the reconditioning of the freeze chambers.*

## 1. IDENTIFICACIÓN Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE CAMBIO DEL PLANCHAJE

**Construcción del buque:** El buque de investigación oceanográfica Orión es el único en su género en el país; fue diseñado y construido en los astilleros de ISHIKAWAJIMA HARIMA COMPANY del Japón y fue incorporado a la Armada del Ecuador en 1981. Estaba dotado a esa fecha con modernos equipos para la navegación e investigación en el mar ecuatoriano. Ha realizado tres campañas Antárticas contribuyendo para que el país sea considerado como miembro consultivo de Tratado Antártico. La realización de 110 cruceros de investigación, empleando más de 40.000 horas de operación, recorriendo más de 210.000 millas durante estos 24 años, ha permitido posicionar favorablemente la imagen del Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, y ha contribuido al conocimiento y ejercicio de la soberanía marítima nacional.

**Dimensiones principales:** Las dimensiones principales del buque se presentan en la siguiente tabla :

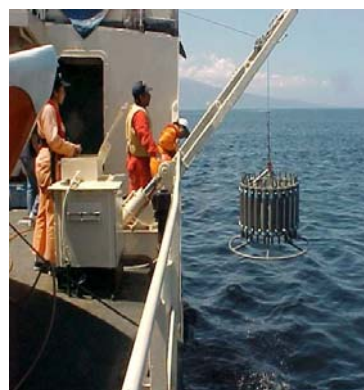
ESPECIFICACIONES	MEDIDAS
Eslora total	70.20 m.
Eslora entre perpendiculares	64.20 m.
Manga moldeada	10.70 m.
Puntal moldeado	05.40 m.
Calado ligero	03.78 m.
Desplazamiento ligero	1461.11 tons.
Calado total	04.35 m.
Desplazamiento total	1793.59 tons.
Velocidad	12.00 nudos.

Dimensiones principales del BAE Orión.

**Tipos de trabajos que realizaba:** Uno de los primeros objetivos que realizaba el Orión era el de actualizar las cartas náuticas de la costa ecuatoriana, y, el mantenimiento de las boyas de mar. Los satélites meteorológicos y los de recursos naturales únicamente censan información de la superficie del océano en lo referente a temperatura superficial del mar, y, derrames de combustible. Es por esto que al buque se dotó de instrumentos para la investigación submarina como redes de arrastre subsuperficial, encontrándose 880 especies marinas durante los cruceros realizado; así mismo se le incorporó una roseta para tomar muestras de agua a diferentes profundidades hasta 2000m. Con los resultados obtenidos se realizan estudios para la prevención de los procesos anormales océano atmosféricos que pueden afectar a la costa ecuatoriana.

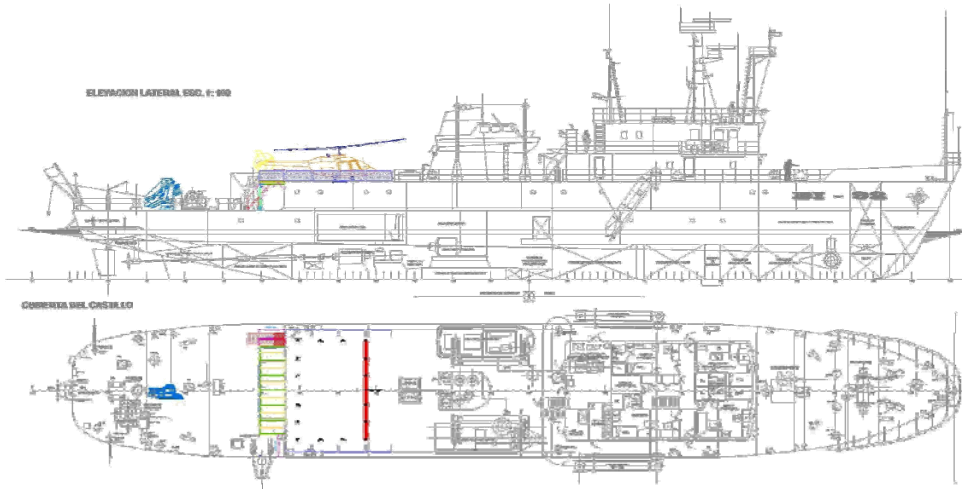


Red de arrastre



Roseta de muestreo

**Planos de distribución:** La embarcación cuenta con 5 cubiertas: cubierta del magistral, Superior, Principal, cubierta 200, y, cubierta 300. Tiene dos moto propulsores, impulsando a través de dos líneas de ejes a sendas hélices; además tiene tres generadores principales ubicados en la sala de máquinas y uno de emergencia situado en la cubierta principal.



Vista en Perfil y Planta del Buque Orión

**Equipo utilizado en la medición:** Utilizando el método no destructivo de *audiogage* se realizó la toma de espesores en las diferentes áreas, con el equipo de medición de espesores ultrasónico (*ultrasonic thickness gauge*), marca CYGNUS INSTRUMENTS serie No. 3529. Se implementó entonces un programa de mediciones de espesores del planchaje: en el casco (350 tomas), mamparos y cubiertas (400 tomas), y, estructurales (300 tomas).



Equipo de medición de espesores

**Plan de cambio del planchaje:** Debido a las dimensiones de la embarcación fue necesario subirla en dique, en donde el tiempo de estadía es muy restringido por el elevado costo. Por esto se planificó efectuar la reparación en dique solamente en las áreas bajo la línea de flotación, planchaje del casco de la obra muerta; los trabajos en las otras áreas se los llevó a cabo en el muelle. En las fotos, se muestran trabajos ejecutados en dique.



Proceso del cambio del planchaje

Por experiencia de trabajos realizados, cuando hay que cambiar una traca de más de 7 m de largo, en la que los refuerzos también se encontraban deteriorados, se realizó de la siguiente manera: i) se retira el material corroído del planchaje incluyendo los refuerzos en forma intercalada, para evitar que la zona se distorsione, ii) se reemplaza la plancha y refuerzos, y iii,) finalmente se corta e instalan los refuerzos restantes. La aplicación de la soldadura se la realiza como sigue: i) primero se recorre la parte interior aplicando los pasos exigidos por las normas de construcción ABS, de acuerdo con el espesor del material, ii) luego se bisela por la parte exterior, y, iii) se aplican los pasos de soldadura según el espesor del material.

También se realizó el mantenimiento de las cajas de mar, válvulas de fondo y descargas al mar, el desmontaje de los ejes, bocines y prensa estopa, los cuales fueron trasladados a los talleres del astillero para su reparación (medición de diámetros y enderezada). La segunda entrada a dique fue para el montaje de las líneas de ejes, la aplicación del plan de pintura final y la colocación de los cines electrolíticos y prueba de Estabilidad.

## 2. INSTALACIÓN DE GENERADORES Y MOTO PROPULSORES

**Características de generadores:** La embarcación antes de su reparación contaba con tres grupos electrógeno principales con motores marca DETROIT DIESEL 16V92T y correspondiente generador NISHISHIBA de 600 KW, y, un grupo electrógeno de emergencia con motor marca DETROIT DIESEL 8V71, y, generador NISHISHIBA de 200 KW. Estos grupos electrógenos no producían suficiente energía porque ya habían cumplido el tiempo de vida útil.

Con el objeto de mantener el diseño eléctrico original se decidió la adquisición de tres nuevos grupos electrógenos con la misma potencia que los originales, de manera que la capacidad de dos generadores principales permita la operación de los equipos eléctricos principales y auxiliares como funcionaban originalmente en la navegación, sin necesidad de recurrir al tercer generador. La tercera unidad de generación se mantiene como respaldo y permite alternar la utilización de los generadores con el fin de ampliar las horas de mantenimiento de estos equipos.

En caso de presentarse fallas en los generadores principales o en sus tableros, se dispone del generador de emergencia que fue reparado en su totalidad y está ubicado en la cubierta principal. Este generador posee un tablero independiente para alimentar a las cargas esenciales de la unidad (servomotor, bomba contra incendio, equipo de navegación e iluminación normal y de emergencia). Las características de los nuevos grupos electrógenos se presentan en la tabla siguiente.

<b>MOTOR</b>	
MARCA	CATERPILLAR
MODELO	3412
POTENCIA APARENTE	737Kva
<b>GENERADOR</b>	
MODELO	SR4E
POTENCIA MAXIMA	590KW
FRECUENCIA	60Hz
POLOS	06
GENERACION	440Vca
AMPERAJE MAXIMO	967Amp
EXCITACION	28Vdc/5.9Amp
VELOCIDAD DE ROTACION	1800 RPM
SERIE DEL GENERADOR 1	GEJ01669
SERIE DEL GENERADOR 2	GEJ01699
SERIE DEL GENERADOR 3	GEJ01668

Características de los grupos electrógenos

El sistema de enfriamiento del motor tiene un intercambiador de calor instalado a un costado de cada motor el cual utiliza agua de mar. El sistema de escape original fue renovado en su totalidad debido a que las dimensiones y requerimientos del diámetro de la tubería y silenciador eran diferentes (diámetro original: 12", diámetro actual: 8"). En cada línea de descarga se instalaron cuatro compensadores de vibración, contruidos en material de acero inoxidable. La tubería también se construyó en plancha de 4 mm de acero inoxidable. El forro del aislamiento térmico fue construido con lana de asbesto, malla metálica, lona de asbesto y el forro de acabado con láminas de aluminio, y, en todas las uniones de bridas se colocó empaques grafitados resistentes a la temperatura. En las fotos se presentan el sistema de gases de escape, y, los grupos electrógenos instalados.



Sistema de gases de escape



Grupo electrógeno

**Planos de las bases de los grupos electrógenos:** La empresa IIASA – Caterpillar proveedora de los equipos envió los planos que fueron utilizados para diseñar las bases que se presentan en la figura 10a y 10b, ref. (7). Las nuevas se instalaron sobre las bases de los grupos electrógenos originales las que fueron modificadas estructuralmente, adaptándolas a las nuevas dimensiones de los equipos. Las bases se construyeron con planchas de 19 mm, y, escuadras de 12 mm. En la foto, se presentan los equipos instalados.

**Características de los moto-propulsores:** El sistema de propulsión principal original estaba conformado por dos motos propulsores eléctricos cuyas características constan en la tabla siguiente

MOTOR	Marine Direct Current Motor
MARCA	NISHISHIBA ELECTRIC CO
TIPO	NFD2145
SERIE	561884 G4A
POTENCIA	350KW
VOLTAJE	440VDC
POLOS	4 POLOS
TRABAJO	CONTINUA
EXCITACION	SEPARADA (220V)

Características de moto propulsores originales

A continuación se presentan las características de los moto propulsores actuales.

MARCA	SIEMENS
TIPO	EN60034-1
SERIE	1GH7453-5ND40-7NV1-Z
POTENCIA	12.1-448KW
VOLTAJE	64-600V
POLOS	4 POLOS
TRABAJO	CONTINUA
EXCITACION	SEPARADA 310-200V
DIAMETRO HELICE	1700 mm
PASO HELICE	1520 mm
NUMERO DE PALAS	4
RAZON DE AREA	0.443

### Características de los moto - propulsores actuales y hélices

En las pruebas de mar, la embarcación desarrolló una velocidad de 12 nudos en aguas tranquilas a 350 RPM. Cabe indicar que la velocidad de rotación de los moto - propulsores va desde 10-420 RPM.

**Diagramas de los nuevos moto propulsores:** El equipo de propulsión consta de dos partes, el motor y el equipo de enfriamiento. Con los diagramas que se presentan en la figura, entregadas por la compañía SIEMENS, se realizaron las modificaciones de las bases originales, tanto de los motores como del equipo de enfriamiento. Los polines y rieles de la estructura longitudinal de las bases se mantuvieron y sobre estos se confeccionaron las nuevas bases. El material que se utilizó fue plancha de 19 y 12 mm, y ángulos de 100x9 mm, en acero naval.

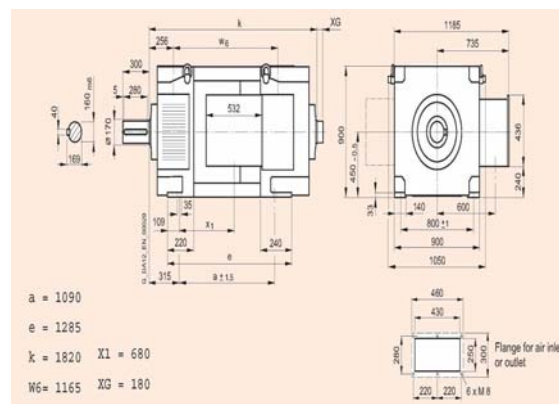


Diagrama de los moto propulsores

**Proceso del montaje de los moto propulsores:** Los nuevos moto propulsores y el equipo de enfriamiento de acuerdo con la información entregada por los proveedores, son de menores dimensiones que los originales. Se contrató una grúa, y se introdujeron los equipos por el cubichete hasta la sala de máquinas y con teclees se los ubicó en sitio (peso del motor 4.500 Kg., peso del equipo de enfriamiento 530 Kg.).

Para el alineamiento del sistema propulsor se realizaron los siguientes pasos: i) primero se confeccionaron 12 gatos ("perros con pernos") para realizar los diferentes movimientos, ii) se movieron verticalmente los motores hasta alinearlos con la brida del eje, iii) después se alineó el motor transversalmente, y, iv) una vez alineados se confeccionaron las placas tipo lainas y se taladraron los orificios para la sujeción con los pernos (diámetros de 30 mm hilo fino con doble tuerca).



Todos los pasos se realizaron de acuerdo con los formatos entregados por los proveedores de los equipos. En la foto, se aprecia la instalación de los motores.



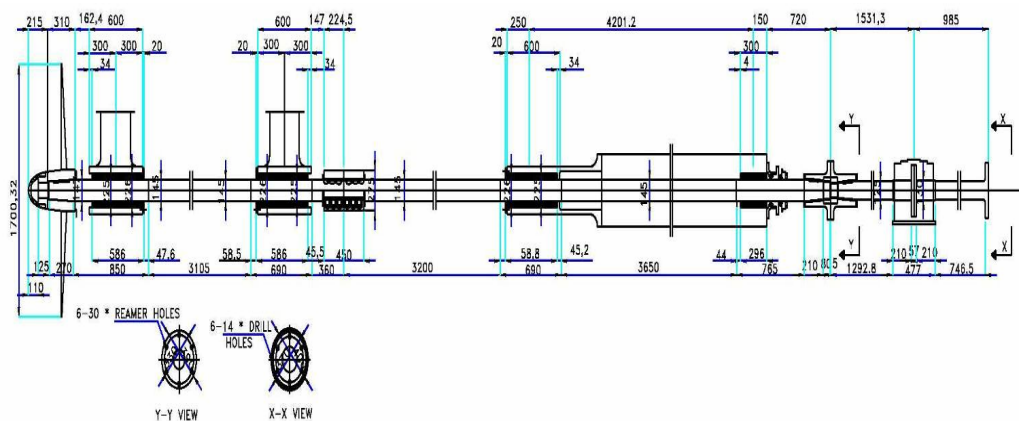
Instalación de moto propulsores

En las pruebas de mar, se elaboró la siguiente tabla de velocidades.

Condición avante	RPM	Velocidad (nudos)	HORA
2	61	4.7	10:35
3	85	5.2	10:45
4	120	6.9	11:00
5	152	7.5	11:25
6	180	8.2	11:35
7	210	9.4	11:50
9.5	260	11.8	12:15

Velocidades de la embarcación con desplazamiento de 1475 tons.

**Plano y descripción:** En la siguiente figura se presenta el sistema de propulsión original, en el cual se puede apreciar que no existía ningún elemento que absorbiera las vibraciones entre la línea de eje con los moto propulsores. El sistema constaba de: dos hélices, dos guardacabos, cuatro arbotantes, dos codastes, dos túneles, dos ejes de cola, dos ejes intermedios, dos contra ejes, dos prensas estopas, dos cojinetes de empuje, y, 8 bocines de bronce-caucho.



Línea de propulsión original



**Resumen del trabajo de reparación de ejes y bocines:** En la primera entrada a dique, se desmontaron los siguientes elementos: hélices, ejes intermedio y de cola, bocines, prensa estopas, y, guardacabos. Se confeccionaron bridas ciegas para ser instaladas en los túneles del codaste, porque la embarcación tenía que bajar del dique. Todos estos elementos se los trasladó al taller del astillero para su reparación y mantenimiento.



Estado inicial de hélices y timones.

Los ejes se montaron en tornos y se les corrigió las deflexiones, se pulieron los conos y con azul de Prusia se comprobó su continuidad en conjunto con la hélice. A los bocines se les separó el caucho del bronce y se lo reemplazó con material de Tordon el cual fue torneado con los claros recomendados por el fabricante. La instalación del Tordon se la realizó con hidrógeno líquido para que el material se adhiriera al bronce. En los arbotantes fuera del codaste se instalaron bocines de Micarta.

El montaje del sistema se lo llevó a cabo en la segunda entrada a dique; los claros finales de instalación se presentan en las siguientes tablas.

Ubicación	Superior mm	Inferior mm	Babor mm	Estribor mm
Arbotante popa	0.780	0.000	0.450	0.450
Arbotante proa	0.880	0.000	0.430	0.630
Codaste	0.380	0.000	0.200	0.450
Prensa estopa	1.390	0.000	0.960	0.630

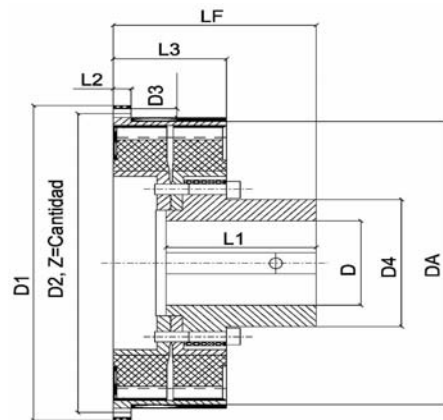
Claros finales de línea de Bb.

Ubicación	Superior mm	Inferior mm	Babor mm	Estribor mm
Arbotante popa	0.630	0.000	0.350	0.300
Arbotante proa	0.630	0.000	0.630	0.450
Codaste	1.060	0.000	0.500	0.810
Prensa estopa	1.320	0.000	0.780	0.660

Claros de línea de Eb.

**Características del acople flexible:** Fue necesario instalar acoples flexibles porque una de las causas de daños que sufrieron los moto propulsores justamente era que no había un elemento que absorbiera las vibraciones entre los motores y la línea de ejes. La empresa que fabricó los moto propulsores recomendó el acople modelo ELPX-S tipo ESDR560NN, que se presenta en la figura 13 y sus características en la tabla. Este elemento es altamente elástico porque está constituido por

discos de goma. El disco de goma está vulcanizado en el radio interior para el alojamiento de un cubo taladrado. En el diámetro exterior, el elemento de disco de goma posee un dentado de leva que encaja en una brida exterior. La conexión es de unión positiva y prácticamente sin juego



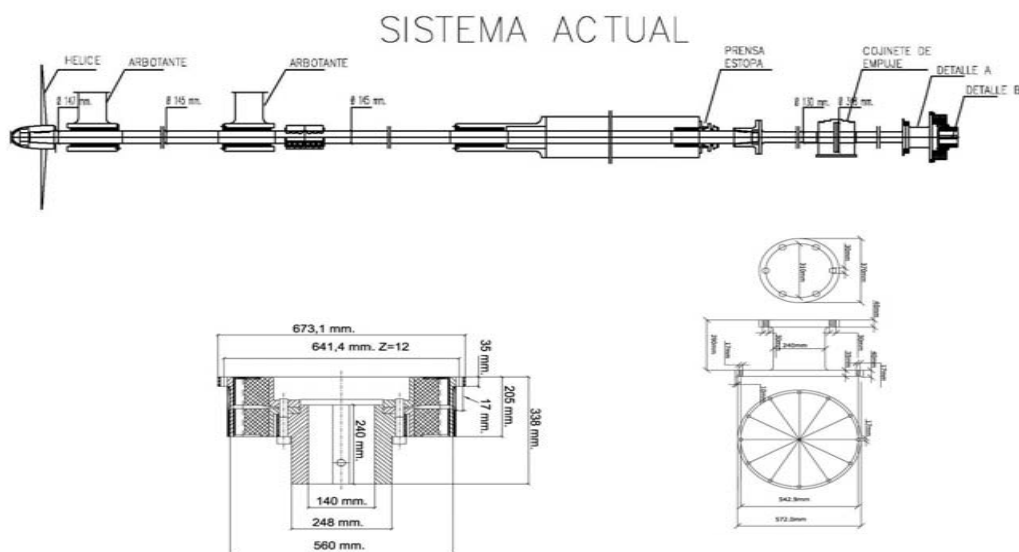
Acople flexible

modelo 560.

D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	Z	D <sub>A</sub>	D <sub>min</sub>	D <sub>max</sub>	D <sub>4</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>F</sub>	Peso Kg.
mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
673.1	641.4	17	12	560	75	160	248	240	35	205	338	140

Dimensiones del acople flexible

**Sistema de propulsión actual:** En la figura se presenta el sistema de propulsión actual, en el que se incluye el acople flexible.



**Instalación y alineamiento del acople flexible:** Para el alineamiento del sistema de propulsión se tomaron en cuenta tres comprobaciones: axial, radial y angular; las máximas tolerancias que permite el acople fueron proporcionadas por el fabricante como se aprecia en la tabla en la foto que se presenta.

DESALINEACION AXIAL mm	4
DESALINEACION RADIAL mm	1.4
DESALINEACION ANGULAR GRADOS	0.4

Tolerancias de alineamiento para el acople modelo 560



Instalación del acople flexible.

### 3. INSTALACION DE EQUIPOS DE INVESTIGACION Y OPERACIONES

**Descripción de los equipos de investigación:** Algunos de los equipos de investigación que se instalaron se describen a continuación:

**BAROMETRO DIGITAL DE PRECISION LAMBRECHT 4853**

El barómetro LAMBRECHT 4853 por sus características técnicas se adquirió como un equipo de investigación para el área de meteorología marina del INOCAR.

**CIRCUITO CERRADO DE VIDEO:** Se realizó la instalación de 7 cámaras DAY/NIGHT MOD. 420 TVL 0,03 LUX con soporte HOUSING , un grabador digital CDRW DVR 8 CH D/D 500 GB, un monitor LCD 17" COLOR, un adaptador DC, las instalaciones se realizaron con cable RG59 con un UPS 500 VA, 110VAC para monitoreo y vigilancia del Buque, las mismas que están ubicadas en :

- 1 en cubierta de Vuelo.
- 2 en Sala de maquinas.
- 2 en Sala de propulsores.
- 1 en popa en el área del servo.
- 1 en el pasillo de la cubierta principal.

**RED LAN / WAN:** Se instaló la RED LAN, la misma que consta de una infraestructura de red con 22 puntos. Los cables se instalaron sobre canaletas metálicas. Para la conexión de los 22 puntos de red se utilizó 900 metros de cables STP Blindado cat6 Siemon con 22 patch cord blindado cat6 1.5 metros Panduit además 22 jacks cat6 blindado, Panduit. Finalmente se realizó la certificación de los puntos de datos y entrega de documentación técnica .

**CDIS:** El equipo ECDIS FURUNO (desplegador de cartas electrónicas) modelo FEA-2807 serial numero 4349-0546 se encuentra a bordo del la unidad ubicado en el puente de gobierno, posee también un display color LCD 23,1", una unidad de procesador EC-1000C.

**Descripción de los equipos de navegación:** A continuación se describen varios equipos de navegación con los que contaba el buque, los que fueron reparados y además los nuevos que se instalaron en la embarcación.

**Piloto automático marca Furuno NAV500:** El piloto automático original marca Tokio Keiki fue reemplazado por el Furuno NAV500, debido a la modernización de los equipos de navegación en el Puente de Gobierno del buque.

Sistema GMDSS: Se instaló un sistema GMDSS con sus respectivos módulos y antenas (ubicadas en el magistral y el palo mayor).

Charplotter (GPS-Ploteador) marca Furuno modelo GP 1850WF: El GPS original marca MAGELLAN modelo NAV 6500 se lo reemplazó por el charplotter marca Furuno modelo GP 1850wf siendo instalado en el puente de gobierno cuya alimentación de poder también es extraído de la caja de distribución, y, a su vez se alimenta de las señales NMEA de todos los equipos de comunicaciones.

Giro Compas SPERRY MARINE NAVIGAT-X: El giro compás SPERRY imk37 original del buque fue reemplazado por el giro compás SPERRY marine navigat-x porque el anterior presentaba muchos problemas técnicos por sus años de servicio. El equipo nuevo se alimenta con 115 VAC y también 24 VDC. Se instaló en el mismo lugar que el original (sala de giro), este equipo esta compuesto de las siguientes unidades: COMPAS MAESTRO, dos repetidores ubicados en las bandas de babor y estribor del puente de gobierno en la parte exterior, cada uno con su pedestal, dos repetidores en el puente interior, uno en la cubierta de vuelo, y, uno en el servo motor.

Corredera DOPPLER Digital Furuno DS-80: La corredera Furuno DS-70 se la reemplazó por la Digital Furuno DS-80 para la integración con los demás equipos de ayuda a la navegación, este equipo trabaja con 115V/60Hz y está instalado en el puente de gobierno, con un repetidor digital para la sala hidrográfica. La corredera anterior no tenía salidas digitales para la integración con los equipos modernos.



Equipos instalados en el BAE Orión.

**Descripción de las antenas instaladas.-** En la tabla se describen las antenas de todos los equipos que se instalaron en el BAE Orión.

ITEM	CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	CANT.	UBICACIÓN
1	VHF-AM AEREO	1	Magistral
2	VHF-FM	1	Magistral
3	VHF-AM 22B COLLINS	1	Magistral
4	AIS JHS-182	1	Magistral
5	INMARSAL (PESO 420 Kg.)	1	Magistral
6	JRCNRD-545	1	Proa
7	RADAR BANDA- S	1	Mástil
8	ANEMOMETRO YOUNG	1	Mástil
9	ANEMOMETRO ANALOGICO	1	Mástil

Antenas instaladas en el BAE Orión.

Las bases de las antenas que se instalaron se construyeron en material de tubo de acero inoxidable que fluctúa desde los diámetros de 25 hasta los 75 mm, las bases donde se aseguraron los tubos se las construyó con plancha de acero naval de 4 y 6 mm, y se las aseguró con soldadura en unos casos o con pernos de diámetro de 10 mm, de acero inoxidable en otros. En el caso de la antena del INMARSAT del RADAR S, se roló una plancha de 8 mm, para un diámetro de 25 mm, la base de la antena se la construyó con plancha de acero naval de 9 mm, asegurándola con 12 pernos de diámetro de 20 mm, en acero inoxidable. En la foto, se presentan el montaje de algunas de ellas.



de las antenas.



Distribución

GMDSS con 500 Kg. de peso.

Las bases construidas se las realizó de acuerdo con la información entregada por los proveedores de los equipos y en material de plancha naval de 4 y 6 mm, y, ángulos de 50x50x6 mm. El equipo mas pesado es el sistema GMDSS con 500 Kg. de peso, cuyas bases se las construyó en plancha de acero naval de 9 mm y ángulo de 75x75x9 mm, que fueron soldadas a la cubierta. La sujeción se hizo con pernos de 12 mm de acero inoxidable, en la foto se presenta este equipo.

#### 4. INSTALACION Y ADAPTACION DE SISTEMAS AUXILIARES, EQUIPOS DE CUBIERTA Y HABITABILIDAD.

**Circuito contra incendio y achique.-** El sistema contra incendio se encuentra compuesto por:

- Una bomba contra incendio principal, centrífuga, de eje vertical, AZCUE, 220/440V, 25 hp, 1750 rpm, ubicada en la sala de máquinas principales (cuadernas 48 – 55); se la montó utilizando plancha de acero naval de 9 mm y ángulo de 75x75x12 mm.
- Una bomba C.I. de emergencia centrífuga de eje horizontal BHFR-80, 26 hp, 3470 rpm, ubicada en el compartimiento del servo motor (cuadernas 15 – 25), se la instaló utilizando plancha de acero naval de 9 mm y ángulos de 75x75x9 mm.

El circuito contra incendio está compuesto de 11 estaciones, de las cuales 4 son exteriores de 2 ½", y, 7" interiores de 1 ½". En la tabla se presentan las estaciones.

No	Toma	Ubicación
1	2 ½"	Popa, exterior
2	2 ½"	Cubierta botes, exterior chimenea
3	2 ½"	Cubierta 02, exterior
4	2 ½"	Proa, exterior babor
5	1 ½"	Servomotor

6	1 ½"	Pasillo, jardines popa
7	1 ½"	Sala maquinas, moto propulsores
8	1 ½"	Sala maquinas, bajada escala
9	1 ½"	Pasillo, jardines proa
10	1 ½"	Pañol de repuestos
11	1 ½"	Área de oficiales

Ubicación de estaciones contra incendio.

En el circuito se efectuaron los siguientes trabajos:

- Desmontaje de la tubería de todo el circuito contra incendio que comprende los diámetros de 80 mm, 65 mm y 50 mm en sala de maquinas contabilizándose en total una cantidad aproximada de 150 m.
- Las válvulas de las tomas contra incendio fueron desmontadas para recibir mantenimiento.
- Se confeccionó el sistema de tubería para sala de máquinas y las líneas de distribución de proa y popa de acuerdo con los planos de instalación del sistema. Se instalaron bridas en tramos de 4 a 5 m de tubería, con el objeto de facilitar el montaje y mantenimiento futuro del sistema. El circuito confeccionado fue instalado en tubería de Acero al carbón cedula 80 con accesorios soldables y uniones dispuestas con bridas. Las Tes y Codos se unieron a los tramos de tubería por soldadura a excepción de los lugares en los cuales se requirió acoplamiento roscado para su desmontaje.

El sistema de achique original de la embarcación no contaba con un manifold de distribución sino que para achicar un área se tenía que ir al sitio y abrir la válvula respectiva. En la actualidad este sistema consta de tres estaciones de achique las que están distribuidas de la siguiente manera:

- Sala de máquinas principal y auxiliar.
- Sala del servo motor.
- Pañol sobre el peak de proa.

Cada una de las estaciones está compuesta de un eductor y un juego de válvulas que permite la maniobra centralizada del achique de dichas áreas.

Luego de finalizados los trabajos se efectuó la comprobación de estanqueidad y operatividad del circuito. En la prueba de operatividad se efectuaron maniobras de achique de todos los compartimentos, las presiones de trabajo de las bombas se las graduaron en 80 psi. En la foto, se muestra el montaje de las bombas y el manifold.



Montaje de bombas en sala de máquinas.



**Circuito de agua dulce.**-Este sistema tiene la finalidad de producir, almacenar y suministrar el agua para el aseo, cocina y bebida de la tripulación en la embarcación.

El sistema se compone de:

- Una bomba de 2.2 Kw, centrífuga, para agua dulce con su tanque de presión de 0.5 m<sup>3</sup>, para las duchas y lavamanos.
- Una bomba de 2.2 Kw, centrífuga, para agua de bebida con su tanque de presión de 0.5 m<sup>3</sup> para la cocina y bebederos.
- Bomba de trasvasije de agua de 7.5 hp, de los diferentes tanques de almacenamiento.
- Una bomba para agua caliente, centrífuga de eje horizontal, con motor de 0.4 Kw, la que se utiliza para hacer recircular el agua, hacia las duchas y lavamanos, de un tanque que tiene instaladas dos resistencias eléctricas con capacidad de 400 litros, 1400 l/h (15°C a 70°C).
- Un circuito de agua dulce
- Un circuito de agua de bebida
- Un circuito de agua caliente
- Una planta desalinizadora por osmosis inversa con una capacitada de 2800 GAL/día (5 Ton/día).

La capacidad total de almacenaje de los tanques de agua dulce es 70000 galones contando con todos los tanque de lastre que el buque tenía originalmente, los que actualmente se emplean como tanques de agua dulce adicional.

El sistema cuenta con una planta productora de agua dulce por osmosis inversa que tiene una capacidad de producir 2800 GPD; el agua producida es enviada a los tanques de almacenamiento mediante tubería. La planta cuenta con un filtro para la limpieza del agua salada, además cuenta con un sistema de recirculación y un Kit de químicos para las maniobras de limpieza y embancada.

Durante las pruebas de mar se realizaron las siguientes mediciones:

- i).- Estanqueidad en las tuberías y accesorios.
- ii).- Presiones de descargas (60 psi), con todas las llaves abiertas, se registró el tiempo en que se reactiva la bomba (7 minutos aproximadamente).
- iii).-Pasos de mamparos y cubiertas (presión de prueba 10 psi y agua jabonosa).



Tanques de presión

y manifold del sistema de agua dulce.

**Circuito de aguas negras.**-El sistema de aguas negras proporciona un medio para el manejo de los desechos generados en los inodoros y urinarios al interior del buque.

Este sistema está compuesto por los siguientes elementos:

- Doce inodoros distribuidos de la siguiente manera; 03 en jardines de popa, 03 en jardines de proa y 02 en camarotes del personal científico, 03 en camarotes de oficiales y 1 en enfermería.
- Cuatro urinarios; 02 en jardines de popa y 02 en jardines de proa.
- Una unidad de tratamiento de aguas residuales de capacidad 50 personas/día con un tanque recolector de las aguas negras con una capacidad de 600 Gal ubicado en el compartimiento de la planta frigorífica de la cubierta 200.

- Un tanque recolector de aguas negras, ubicado en la proa del pañol de repuestos de la cubierta 200; este tanque tiene una capacidad de 200 litros.
- El circuito recibe además las aguas grises de la enfermería.

Partiendo desde la planta de tratamiento principal se confeccionó el circuito de recolección de las aguas negras en tubería de acero al carbón SCH80 de 2", 3" y 4" de diámetro, los accesorios (yees, tees y codos) se montaron del tipo soldable; en los puntos de intersección de tubería se confeccionaron yees (ver foto 23) en lugar de tees de tal modo que favorezca la circulación de los desechos. Las juntas del circuito se confeccionaron con bridas para facilitar la reparación.

Se confeccionó una línea de lavado de agua dulce para la planta y para la descarga al exterior se fabricaron bridas estándar para conexión universal a puerto según lo indicado por MARPOL. Al sistema también se le dotó de instrumentos de medida de presión en las líneas de desalajo para permitir un mejor control del comportamiento del sistema. En las fotos, se presenta el montaje del tanque y conexión tipo Y.



tipo Y.

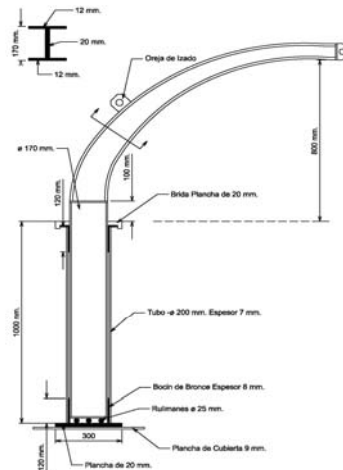


Tanque de presión

Conexión

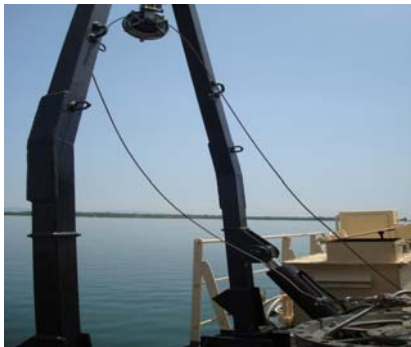
**Reparación de pescantes.**- Los pescantes para el izado de los botes salvavidas que estaban ubicados a popa de la sección media fueron desmontados y en su lugar se construyó una cubierta de vuelo. Los pescantes ubicados a proa de la sección media se les realizó el mantenimiento y reparación tanto de la estructura como de la parte eléctrica.

A los pescantes para el izado de los alimentos con que cuenta la embarcación (capacidad de 270 Kg) se les sometió a mantenimiento rutinario de rasqueteo, reparación del tintero, arreglo del sombrero de protección del tintero, cambio del ruliman donde descansa el pescante, en la figura se presenta la disposición de un pescante.



Mecanismo de giro del pescante en el tintero.

El marco en A lateral se lo renovó en su totalidad. El marco en A de la popa se le dio mantenimiento, tanto a los brazos hidráulicos como a las bases de la estructura.



Marco en A lateral.



Winche con marco en A de popa.

La central hidráulica fue desmontada y dada mantenimiento, renovándose toda la tubería que conecta con los tres winches que se maniobran con los marcos en A. En la foto se muestra el montaje de los winches.

El sistema hidráulico cumple la función de proveer poder hidráulico para los winches de cubierta y pescantes en A, el poder hidráulico de los winches consta de:

- 02 Bombas hidráulicas de 37 Kw y 190 bar.
- 01 Válvula de selección de circuito,
- 02 Enfriadores de aceite.
- 01 Tanque reservorio de 158,5 gal (600 Lit.)
- Manómetros, válvulas y accesorios
- Tubería y mangueras de 1 ½" y 1", en hierro negro sch 40.

La embarcación contaba con una pluma con un alcance de 9 m que levantaba 3.000,00 Kg de peso, pero por el tiempo de uso, y el deterioro de las partes constitutivas, y el sistema hidráulico de las tantas reparaciones, el levantamiento de carga solo llegaba a 700,00 Kg, el peso de las plumas y la arboladura, es de 6453.40 Kg, por lo que se procedió a realizar el cambio por una grúa que ocupe menos espacio y tenga mas alcance y mayor peso de levantamiento, la labor que desarrolla la grúa es para elevar las boyas de mar y darles mantenimiento con un peso que varía entre 2 a 3.2 toneladas, a continuación en la tabla, se describen las características de la nueva grúa que se instaló en la unidad, en la foto, se muestra la grúa.

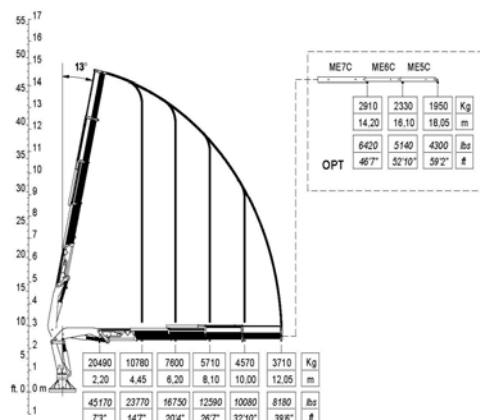
DESCRIPCION	VALORES
Momento de elevación	470 KNm
Momento máximo Dinámico	60.000 daN
Alcance máximo de la grúa	10 m
Tiempo de giro con carga	60 seg.
Presión de trabajo	290 bares
Caudal de la bomba	70 l/minuto.
Potencia máxima de la bomba	43 KW
Tiro máximo del cabrestante	2000 daN
Prolongaciones mecánicas	3
Peso de la grúa	5310 Kg.

Características técnicas de la grúa



Montaje de grúa en la popa de la embarcación

El montaje de la grúa se la realizó en el mismo lugar de la original, debido a que el área estructural era suficiente para el montaje de la nueva grúa, ya que el peso y la carga de trabajo en relación a la original son similares. El estructural longitudinal y transversal son conformadas por vigas en forma de tees de 200x100x12 mm, con separación de 600 mm; la plancha de la cubierta es de 9 mm. La base de la grúa se construyó en plancha de 20 mm, montada en una plancha sobrepuesta de 12 mm, con escuadras. Para asegurar la grúa a la base se utilizaron pernos de acero de transmisión de hilo fino, de diámetro de 25 mm y 100 mm de largo con tuercas de seguridad; en la foto, se muestra el montaje de la base. La grúa cuenta con su propia central hidráulica la que se instaló en el compartimiento del servo.



Plano de la grúa instalada en el Orión



Base de la grúa montada en cubierta de popa del buque.

Al instalarse la nueva grúa también se montó su respectiva central hidráulica, para lo cual se fabricó una base robusta de perfil de acero en la sala del servo motor a la banda de estribor, con ángulos de 2" y 3", de espesor de 1/4". Se confeccionó un nuevo circuito independiente de 25 m de longitud, que comprende tres líneas de tubería de 1" y 1/2". Por último se confeccionó e instaló el tablero eléctrico de arranque, el equipo instalado es el siguiente:

- 01 Bomba hidráulica de 40 Kw y 230 bar.
- 01 Tanque reservorio de 75 gal.
- Manómetros, válvulas y accesorios.
- Tubería y mangueras de 1", 1/2" y 3/8".

**Planta de acondicionamiento de aire.-** La planta de acondicionamiento de aire se la instaló en el mismo lugar que la original, previo a esto se le dio mantenimiento al planchaje de la cubierta, rasqueteando y aplicando el plan de pintura normal. El sistema tiene la finalidad de proveer de aire frío para la climatización de los ambientes habitables de la unidad. La planta consta de los siguientes componentes:

- 02 compresores Copeland de 30 toneladas de capacidad.
- 02 intercambiadores de Calor.
- 01 evaporador con ventilador.
- 01 panel de control.
- Un sistema de ductos rectangulares distribuidos a lo largo de las áreas habitables del buque.

Se desmontaron y se les dio mantenimiento a los climatizadores de la sala hidrográfica y de la sala de control de maquinas, el trabajo que se les realizó fue:

- a. Cambio de rodamientos
- b. Se limpió el intercambiador de calor.
- c. Se reemplazó la tubería de cobre.
- d. Se reparó el sistema eléctrico.
- e. Limpieza del moví lento.

Se efectuó el mantenimiento de 120 m de ductos de diferentes dimensiones. Se repararon las compuertas de cierre de sección, se recuperaron las bridas y acoplamiento, por último se repararon 35 difusores. Se confeccionaron las bases de la planta, en ángulos de 3".

Se cubrió a los mamparos con una capa de 2" de aislamiento térmico con plancha de lana de vidrio con foild de aluminio, para el control de la temperatura de aire de ingreso a la planta.



Terminada la instalación de los ductos se procedió a montar e instalar la planta de acondicionamiento de aire lo que implicó practicar un corte en la cubierta superior ya que las dimensiones de la planta no permitían el ingreso de la misma a la unidad través de las puertas. Se instaló inicialmente la manejadora de aire y luego de confeccionar una base adecuada se montaron los compresores, intercambiadores de calor, válvulas reguladoras y tubería de interconexión.

Se confeccionaron las líneas de alimentación de agua salada en tubería de acero de 2 ½" al carbón cedula 80 en una extensión de 8 m. Además se instaló una línea de drenaje de condensado y por último se montó el tablero de control de la planta; en la foto, se muestra la instalación de la planta.



Planta de acondicionamiento de aire.

**Planta frigorífica.**-Este sistema tiene la finalidad de almacenar y conservar los alimentos para ser usados durante los días de navegación. La planta consta de los siguientes componentes:

- 02 compresores Copelland 460V, 60 hz, trifásico.
- 02 intercambiadores de Calor.
- 05 evaporadores con ventilador.
- 01 panel de control.
- Cañerías de cobre para conducir el freón a las diferentes cámaras.

Las cámaras frigoríficas se dividen en:

- cámara de vegetales – 8 grados centígrados.
- cámara de carnes -20 grados centígrados.
- cámara de muestras -12 grados centígrados.
- cámara de mariscos -20 grados centígrados.

Luego del desmontaje de las cámaras frigoríficas se procedió a reparar las planchas de los mamparos y los estructurales, por presentar perforaciones por desgaste debido a la corrosión, luego de esto se aplicó dos capas de pintura anticorrosivo.

En cuanto a los elementos en las cámaras frigoríficas solamente las bisagras y los seguros de las puertas recibieron mantenimiento debido a que la madera de las puertas estaba deteriorada, por lo que fueron renovadas.

Se confeccionaron las líneas de alimentación de agua salada en tubería de acero al carbón de diámetro de 1" y cedula 80, en una extensión de 40 m. Se confeccionaron además las líneas de cobre que llevan el Freón a las cámaras frigoríficas, se instalaron



los evaporadores, se confeccionaron nuevos pasos de mamparo y sus respectivos soportes con platinas de 1".



Plantas frigoríficas.



Cámaras frigoríficas.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de describir la experiencia de la Supervisión de trabajos para la Recuperación y Modernización de un buque, se pueden establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Para implementar un Plan de Cambio de Planchaje en un buque, se debe establecer primero un programa de mediciones de espesor, y luego comparándolos con los valores originales, determinar la cantidad de material requerido. Luego cuando se trata de cambiar paneles largos, de más de 7 metros, se debe implementar un proceso adecuado para evitar distorsiones de la estructura. Así mismo, los procesos de soldadura deben seguir las recomendaciones de alguna de las sociedades de clasificación, para evitar deformaciones residuales en la estructura.

De la experiencia desarrollada, se puede establecer que bajo una adecuada planificación se puede ahorrar dinero si se ejecutan ciertos trabajos en seco y otros con el buque flotando. Esto debido a que los costos de uso de un dique son muy elevados, comparados con los de usar un muelle.

Cuando se instala un motor propulsor, es necesario construir las bases de tal manera que queden alrededor de 2 cm por debajo de la línea de eje (orden de potencia del motor de 450 kw). De esta forma el motor se lo podrá luego levantar hasta la posición de alineado, empleando "gatos" (hidráulicos ó mecánicos). Finalmente se introducen láminas de espesor adecuado con orificios para los pernos, para lograr el asentamiento definitivo.

La construcción de las bases debe considerar las recomendaciones de los fabricantes de los diferentes equipos. En el caso de antenas, se debe considerar el hecho de que el movimiento de la embarcación induce cargas inerciales que se suman a las del propio peso. Esto lleva a que se debe utilizar plancha y estructurales de elevado espesor (8 mm o más) para la construcción de las bases. Así mismo, los pernos de sujeción es preferible que sean de Acero Inoxidable para que puedan resistir de mejor forma la corrosión marina.

Para mejorar la operación de los circuitos abordo, se pueden emplear ciertos elementos como las Yees en lugar de Tees para que el flujo de un ramal no signifique restricción para el otro. Así mismo, en el país se dispone de industria de fundición que puede construir Eductores, elementos que pueden evitar que los residuos sólidos de

sentina pasen por el impulsor de las bombas. Finalmente, la inclusión de múltiples (“manifolds”) en los circuitos ramificados, ayuda a desarrollar una maniobra centralizada, esto es, desde un punto se puede abrir ó cerrar válvulas para que el sistema succione ó descargue en un cierto punto.

Finalmente luego de haber completado el reporte de los trabajos para la Modernización del BAE Orión, se recomienda que antes de empezar el proyecto propiamente dicho, se debe planificar adecuadamente la importación de los diferentes equipos a ser instalados. Esto evita atrasos en la ejecución del proyecto.

#### Referencias Bibliográficas

- (1) Dirección de Mantenimiento y Recuperación de Unidades Navales, Recorrido General del BAE ORION. DIMARE Armada del Ecuador, 2006
- (2) Karassik, Igor, Krutzsch, William, y, Fraser, Warren, Manual de Bombas. Mcgraw-Hill de México, S.A, México, 1983
- (3) Marks, Manual del Ingeniero Mecánico. Mcgraw-Hill de México, S.A, México, 2007
- (4) American Bureau of Shipping, Guía para Desgaste de Material, Convención de 1987
- (5) American Bureau of Shipping, Guía para Construcción de buques de hasta 61 m.
- (6) Astilleros Navales Ecuatorianos, Libreto de Estabilidad del BAE Orión. Guayaquil Ecuador, 2008.
- (7) CATERPILLAR, Guía de Instalación, Guayaquil Ecuador, 2000.
- (8) SOLAS, Reglas 4, 10, 11 y 12, Organización Marítima Internacional, Londres SE17SR, 1997.

#### Web Sites

- (9) Acoples flexibles [www.flendermexico.com](http://www.flendermexico.com)
- (10) Planta de aguas negras [www.headhunter.com](http://www.headhunter.com)
- (11) Grúa hidráulica [www.iguerra.com](http://www.iguerra.com)
- (12) Motores eléctricos [www.siemens.com](http://www.siemens.com)