

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar.

“Elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo para la
Flota del Parque Nacional Galápagos”

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del título de:

INGENIERO NAVAL

Presentada por:

Gabriel Rolando Bohórquez Morales

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2011

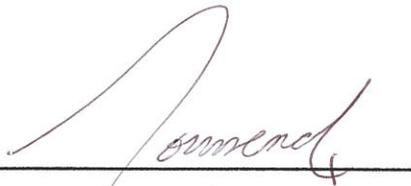
AGRADECIMIENTO

A dios, a mis padres, a mis hermanas, al área de Recursos Marinos del Parque Nacional Galápagos por colaborar en el transcurso investigativo de este proyecto y en especial al Ing. Patrick Townsend, Director de Tesis por su invaluable ayuda

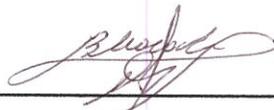
DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo a mis padres: Celso e Italia, a mis hermanas: Gabriela, Blanca y Vanessa a mi novia: Ingrid, a mis sobrinos José Patricio y José Ignacio y a todas aquellas personas que han estado apoyándome siempre en todo momento.

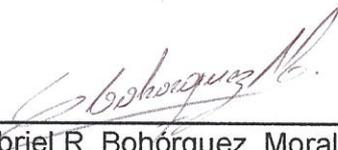
TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing. Patrick Townsend Valencia
Director de Tesis



Ing. Bolívar Vaca Romo
Vocal Principal



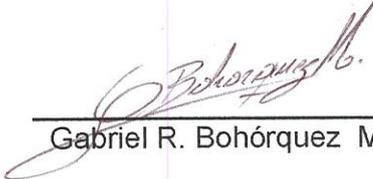
Gabriel R. Bohórquez Morales

Tesista

DECLARACIÓN EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Gabriel R. Bohórquez Morales

RESUMEN

La premisa principal de este trabajo es que sirva como guía principal para realizar un plan de mantenimiento de una embarcación de una manera práctica y sencilla con fundamentos necesarios para elaborarlo, que sea flexible y que se ajuste a la necesidades de la institución o empresa, pues actualmente con las nuevas imposiciones del I.S.M. por la Autoridad Marítima, se hace necesario y obligado desarrollar un plan de mantenimiento para cumplir con unos de los requisitos para poder tener los respectivos permiso de navegación.

El Parque Nacional Galápagos es una institución del estado que posee una flota marítima que ayuda a la vigilancia y preservación de los recursos de la Reserva Marina de Galápagos, por ende se ve en obligación de mantener sus unidades en buen estado para su operación, por lo que se hace necesario desarrollar un programa de mantenimiento que ayude a cumplir este objetivo.

Esto ayudara al P.N.G a organizar su operación dentro de la Reserva Marina, dado que sabrá con antelación que unidad debe parar en el periodo descrito para su mantenimiento respectivo, y que personal lo realiza.

También este programa tiene la finalidad ser una herramienta útil para ayudar a gestionar los respectivos repuestos y presupuestos a usarse durante estos mantenimientos.

Una vez desarrollado el programa de mantenimiento se espera que sea usado como base para futuros planes de mantenimiento para otras embarcaciones que así lo requieran, también sabemos que a partir de un programa de mantenimiento se puede implementar otro plan más complejo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VIII
ABREVIATURAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
INTRODUCCIÓN.....	1

	Pág.
CAPITULO 1	
1. DESCRIPCIÓN GENERAL SOBRE MANTENIMIENTO Y SITUACION	
ACTUAL DEL P.N.G.	6
1.1. Generalidades sobre mantenimiento.....	6
1.2. Evaluación del estado actual de las embarcaciones.	18
1.3 Descripción de las experiencias previas.	53

CAPITULO 2	
2. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.	
2.1. Metodología.....	56

2.1.1 Breve explicación de la metodología paso A: Listado de equipos del buque.	58
2.1.2 Breve explicación de la metodología Paso B: Consulta a manuales de los fabricantes y aportaciones de los responsables de mantenimiento.	59
2.1.3 Breve explicación de la metodología Paso C: Elaboración de instrucciones de mantenimiento de los equipo	60
2.1.4 Breve explicación de la metodología Paso D: Crear cuadro de planificación de los trabajos por niveles de mantenimiento.	64
2.1.5 Breve explicación de la metodología Paso E: Chequeo de obligaciones legales	66
2.1.6 Breve explicación de la metodología Paso F: Elaboración del cronograma o Plan de Mantenimiento	67
2.2 Planificación de los trabajos.	70
2.2.1 Aplicación de metodología paso A: Listado de equipos del buque.....	70
2.2.2 Aplicación de metodología paso B: Consulta a manuales de los fabricantes y aportaciones de los responsables de mantenimiento.	71
2.2.3 Aplicación de metodología paso C: Elaboración de instrucciones de mantenimiento de los equipo.	72

2.2.4 Aplicación de metodología paso D: Crear cuadro de planificación de los trabajos por niveles de mantenimiento.	75
2.2.5 Aplicación de metodología paso E: Chequeo de obligaciones legales	78
2.3 cronograma de mantenimiento	78
2.3.1 Aplicación de metodología paso F: Cronograma de mantenimiento.	78
CAPITULO 3	
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	79
3.1. Comparación con otros planes o comparación con otro casos de estudio	79
3.2. Ventajas y desventajas del Método Aplicado.	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
Conclusiones.....	84
Recomendaciones.....	85
ANEXOS	
BIBLIOGRAFIA	

ABREVIATURAS

I.S.M	International Safety Management (Código internacional de gestión de la seguridad)
HP	Horse Power
L/P	Lancha Patrullera
B/I	Barco de Investigación
P.N.G.	Parque Nacional Galápagos

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Limites de la reserva marina	1
Figura 2. Localizacion de bases en la reserva marina	3
Figura 1.1 Guadalupe river	18
Figura 1.2 Vista de estribor	19
Figura 1.3 Vista interna del casco seccion proa a babor	20
Figura 1.4 Vista a popa de la cubierta superior.....	20
Figura 1.5 Vista interna del fondo del casco	21
Figura 1.6 Vista de la caseta desde popa de la embarcacion.....	22
Figura 1.7 Winche electrico.....	22
Figura 1.8 Puente de mando y sistema de navegacion	23
Figura 1.9 Generador de babor cat 3304-50 kw	23
Figura 1.10 Motor central CAT -3406 E 700 HP	24
Figura 1.11 Reductor ZF – 350 ^a 2.63:1.....	25
Figura 1.12 Bomba contra incendios	25
Figura 1.13 Compresor de aire de servicio genera	26

Figura 1.14 Tanque y sistema hidraulico de servomotor	26
Figura 1.15 Tablero electrico 220 ac salas de maquinas.....	27
Figura 1.16 Vista perfil b/i sierra negra	28
Figura 1.17 Vista frontal del castillos de proa	29
Figura 1.18 Fondo de la embarcacion seccion proa	30
Figura 1.19 Planta desalinizadora de proa a estribor.....	30
Figura 1.20 Vista a popa de la superestructura se aprecia en parte superior el helipuerto	31
Figura 1.21 Puente de mando.....	31
Figura 1.22 Cabrestante del L/I SIERRA NEGRA.....	32
Figura 1.23 Motor de babor CAT-3406	32
Figura 1.24 Generador de estribor.....	33
Figura 1.25 L/P YOSHK A.....	33
Figura 1.26 Vista de perfil a babor de L/P YOSHK A.....	35
Figura 1.27 Fondo seccion de proa	35
Figura 1.28 Vista de popa de la cubierta principal	36
Figura 1.29 Winche de la cadena del ancla	37
Figura 1.30 Puente de mando.....	37
Figura 1.31 Sala de maquinas	38
Figura 1.32 Maquina de estribor	38
Figura 1.33 L/P SEAMAR	39
Figura 1.34 Vista a babor de la embarcacion.....	40

Figura 1.35	Costado seccion a estribor de proa	40
Figura 1.36	Vista frontal superestructura	41
Figura 1.37	Vista a popa de la cubierta principal	41
Figura 1.38	Puente de mando.....	42
Figura 1.39	Motor principal de babor	42
Figura 1.40	Vista de proa a babor b/i tiburon martillo	43
Figura 1.41	Vista de popa a babor.....	44
Figura 1.42	Vista interior bajo cubierta	45
Figura 1.43	Generador de estribor ISUZU 3LD1 1496L.....	46
Figura 1.45	Desalinizadora waters makers	47
Figura 1.46	L/P MOLME	47
Figura 1.47	Vista de proa a estribor.....	49
Figura 1.48	Vista bajo cubierta principal de proa	49
Figura 1.49	Vista a popa de la caseta.....	50
Figura 1.50	Puente de mando.....	50
Figura 1.51	Motor de estribor ante de su desinstalacion	51
Figura 1.52	Grupo electrogeno de estribor	51
Figura 2.1	Esquema del plan de mantenimiento.....	56
Figura 2.2	Esquema general para identificar la ubicaci3n de los equipos en una embarcaci3n.	58

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla I Particularidades del mantenimiento preventivo	15
Tabla II Embarcaciones a describirse	18
Tabla III Características generales GUADALUPE RIVER.....	19
Tabla IV Características técnicas B/I SIERRA NEGRA.....	29
Tabla V Características generales L/P YOSHA	35
Tabla VI Características generales L/P SEAMAR	40
Tabla VII Características generales B/I TIBURÓN MARTILLO.....	45
Tabla VIII Características generales L/P MOLME	49
Tabla IX Rondas y el personal que ejecutan el mantenimiento.....	70
Tabla X Listado de instrucciones de mantenimiento genéricos para los equipos	73
Tabla XI Cuadro de planificación de los trabajos por niveles de mantenimiento	77

INTRODUCCIÓN.

El Parque Nacional Galápagos (P.N.G.), la institución, está a cargo de dos aéreas protegidas: el parque Nacional Galápagos y la Reserva Marina de Galápagos, la última creada en el año de 1998, donde mediante ley se le entrega la administración del área marina protegida al Parque, para que disponga el capital natural de la reserva marina, para regir los recursos naturales, el P.N.G. ha implementado un sistema de control y vigilancia marina por medio de patrullajes a bordo de embarcaciones que tiene la institución.

La figura 1 siguiente muestra el área y su línea base el cual sirve para delimitar las 40 millas náuticas de la Reserva Marina

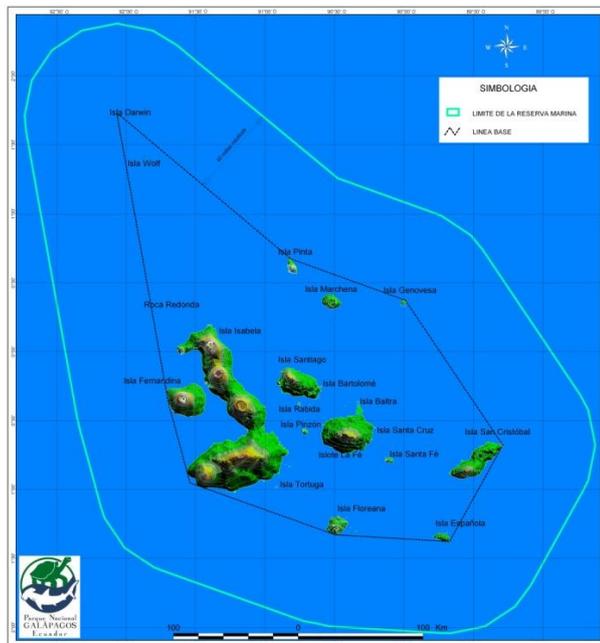


FIGURA 1. LIMITES DE LA RESERVA MARINA

El Parque Nacional Galápagos tiene la enorme responsabilidad de administrar de manera ordenada y sustentable el desarrollo de las actividades realizadas por los diferentes usuarios de la Reserva Marina, para este efecto cuenta con el Proceso de Protección y Conservación de Ecosistemas Marinos, con el propósito de cumplir con los objetivos y esfuerzos de Conservación, los Planes de Manejos, La Ley Orgánica de Régimen Especial, y El Reglamento Especial de la Actividad Pesquera Artesanal.

Entre las principales actividades con que cuenta el Proceso de Protección y Conservación de Ecosistemas Marina, se tiene:

- Manejo de Pesquerías.
- Control y Vigilancia Marina.
- Sistema de Manejo Participativo
- Investigación.

La correcta planificación de las operaciones y los recursos a emplearse, teniendo siempre presente que cada día podemos mejorar aún más, permiten realizar un control ininterrumpido de forma simultánea en las bases y sus áreas aledañas, de igual forma las embarcaciones de largo y mediano alcance como las lanchas rápidas permiten monitorear las actividades

extractivas (pesca) y no extractivas (turismo) que se realizan en la Reserva Marina de Galápagos.

La siguiente figura muestra la posición de las bases aledañas más importantes dentro del PNG

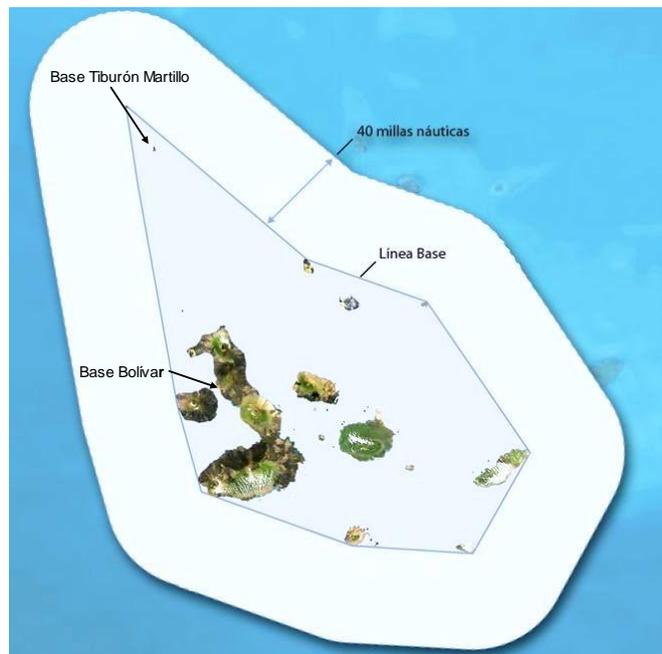


FIGURA 2. LOCALIZACION DE BASES EN LA RESERVA MARINA

El Parque Nacional Galápagos cuenta con la flota más grande en el archipiélago para realizar las actividades de patrullajes e investigación.

Para mantener operativa esta flota se requiere de repuestos, suministros y otros elementos. Por tal situación es imprescindible el mantenimiento de las unidades, operación fundamental para la conservación y prolongación de la

vida útil de las embarcaciones, además de brindar rendimiento y seguridad durante la travesía.

La flota del P.N.G. no solamente realiza actividades con respecto a la conservación del ecosistema marino, el sector turístico que tiene un gran número de embarcaciones turísticas e igual manera el sector pesquero que realizan actividades dentro y fuera de los límites del archipiélago, están expuestas a constante riesgo marítimo, por lo que las embarcaciones del P.N.G. también coopera con labores de ayuda, búsqueda y rescate en caso de siniestros, por eso la importancia en la Elaboración de un plan de mantenimiento para obtener como resultado las condiciones operativas de todas las unidades de la flota, además que permite administrar los mantenimientos de las embarcaciones de acuerdo a las necesidades del P.N.G.

Cabe indicar que para una correcta elaboración del plan de mantenimiento se requiere, la información disponible de las naves, frecuencia de operación, histórica de manutención, averías, manuales, etc.

OBJETIVO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

La premisa principal de este trabajo es que con la creación de la base de datos es posible elaborar un plan de mantenimiento que ayude a reducir costos en el manejo del mantenimiento de las embarcaciones de acuerdo al

requerimiento de los usuarios a cargo de las unidades. Así siendo, el objetivo central del presente de esta tesis es elaborar un adecuado plan de mantenimiento para la flota del P.N.G. que nos permita optimizar y administrar los recursos destinados para mantener operativas sus unidades, disminuir los costes en futuros diques para mantenimiento de las embarcaciones.

Este plan sería capaz de almacenar todos los datos técnicos de cada embarcación y sus respectivos sistemas para estar operativos. La versatilidad del plan mejoraría los mantenimientos de las unidades a flote ya que se tendría todos los datos históricos y manuales de los mantenimientos que se realizaren en las embarcaciones. Además ayuda como guía para agilizar compras, y resumiría el plan de adquisición anual en repuestos y accesorios.

CAPÍTULO 1

1. DESCRIPCIÓN GENERAL SOBRE MANTENIMIENTO Y SITUACION ACTUAL DEL P.N.G.

1.1. Generalidades sobre mantenimiento

La función del mantenimiento ha sido históricamente considerada como un costo necesario en las empresas e instituciones. Sin embargo, al paso del tiempo, nuevas tecnologías y prácticas innovadoras están colocando a la función del mantenimiento como una parte integral de la productividad y operatividad total en muchos de estos entes.

Definición de mantenimiento

A continuación se presentara algunas definiciones relacionadas con la palabra mantenimiento, así como la trascendencia de la misma.

De una manera común mantenimiento se define como: "Un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite

alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, e instalaciones”.

De una manera clásica: “Mantenimiento es el conjunto de medidas o acciones necesarias para asegurar el normal funcionamiento de una planta, maquinaria o equipo, a fin de conservar el servicio para el cual han sido diseñadas dentro de su vida útil”.

En la actualidad definimos mantenimiento como: “la acción eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes de un establecimiento o institución tales como funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene. Otorga la posibilidad de racionalizar costos de operación”.

En resumen: “Es el conjunto de trabajos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones para la cual fueron diseñadas”.

Plan de mantenimiento

Es el elemento de referencia básico que, de forma sistemática y ordenada, establece las bases sobre las cuales se ejecutaran las actividades de mantenimiento establecidas en su programación sobre una base de un periodo determinado. En él están definidas

las actividades de mantenimiento que deben realizarse a un Objeto Técnico de Mantenimiento. Las actividades de mantenimiento generalmente consisten en acciones enfocadas a prevenir fallas y se realizan en forma cíclica y repetitiva con una frecuencia determinada.

Mantenimiento Preventivo

Se conoce como *mantenimiento preventivo* a la programación de inspecciones en el funcionamiento, seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario.

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

Ventajas del Mantenimiento Preventivo:

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.

- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipo/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en almacén y, por tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento, debido a una programación de actividades.
- Menor coste de las reparaciones.
- Aplicabilidad, mientras más complejas sean las instalaciones y más confiabilidad se requiera mayor será la necesidad del mantenimiento preventivo.

Este mantenimiento siempre es programable y existen en el mundo muchos procedimientos para llevarlo a cabo, pero en la práctica nos proporciona tres tipos bien definidos, los cuales siguen un orden de acuerdo con su grado de fiabilidad de menor a mayor, la cual se relaciona en razón directa con su costo:

La clasificación del Mantenimiento Preventivo es el siguiente:

- *Progresivo*

- *Periódico*
- *Predictivo*

Mantenimiento Progresivo:

Este tipo de mantenimiento se fundamenta en atender al recurso por partes, progresando en su atención cada vez que el equipo no esté en uso, en una fecha que puede ser o no programada.

Cabe mencionar que este mantenimiento es aplicable en maquinarias e instalaciones grandes y complejas, cuyos componentes estén sujetos a la necesidad de ir intercambiando conforme a su disponibilidad de repuesto, la forma como estos están dispuestos o armados en la maquinaria o instalación en cuestión y la frecuencia de falla de los mismos.

El mantenimiento no se lo da a toda la instalación o maquinaria sino que se lo subdivide en subsistema para su atención, en cada subsistema se han analizado sus partes vitales, la fiabilidad de cada una de estas, y en conjunto. Esto se lo hace de una manera progresiva; a fin de orientar con la rutina al técnico de conservación, y conocer el tiempo que requiere el mantenimiento de cada una de ellas. (Dato muy importante para este tipo de mantenimiento ya que normalmente se desconoce), se debe tener un manual técnico que

informe los pormenores del trabajo e indiquen cuando someter a un pequeño *Overhaul* a los subsistemas o a las partes que lo conforman.

Este mantenimiento requiere y depende mucho de la disponibilidad de la maquinaria o equipo para su aplicación, además es menos costoso pero poco fiable.

Mantenimiento Periódico:

A veces llamado "mantenimiento histórico", pues se analizan las historias de cada instalación o máquina y se programan reacondicionamientos periódicos antes de que ocurran los problemas que probablemente se pueden esperar.

En este sistema, los recursos en etapa de mantenimiento, se le da una atención rutinaria durante largo tiempo; al término de este, se le somete a un proceso de "*Overhaul*" durante el cual se desarma, se limpian sus partes, se cambian las que han llegado al límite de vida útil (así no tengan deficiencias), y las restantes se revisan minuciosamente, en algunos casos con rayos X o pruebas sofisticadas, dependiendo del grado de fiabilidad de que se espera de las instalaciones o máquinas, es decir, la probabilidad del buen funcionamiento de las mismas; después se cambian o reparan las partes deficientes restantes, se arma y se prueba hasta obtener la

seguridad de un buen funcionamiento, entregándolo al usuario para su aceptación.

Para lograr esto es necesario hacer una planeación previa apoyándose no solamente con la información proporcionada por el fabricante, sino también en su historial, los trabajos que anteriormente se le han hecho, las observaciones que pueda hacer el operador de la maquinaria de acuerdo a las condiciones en que lo esté haciendo funcionar además de las obligaciones legales de mantenimiento. Esta planeación se realiza no solo al recurso en conjunto sino también de sus partes o subsistemas, a fin de determinar su importancia y probabilidad de falla, a diferencia de los otros tipos de mantenimiento aquí se da el servicio a todas las piezas de las maquinarias al mismo tiempo.

Este mantenimiento también incluye actividades como el cambio del aceite y de los filtros y la limpieza e inspección periódica. La actividad de mantenimiento se puede planificar en base al tiempo del calendario o a horas de operación de la máquina, cantidad de partes producidas etc.

Es obvio que el mantenimiento hace un uso ineficiente de los recursos para la mayoría de las máquinas. Pero hay casos en que

se le puede usar con buenos resultados, además que generalmente se lo aplica a equipos o máquinas de dimensiones más pequeñas.

Mantenimiento Predictivo:

Este procedimiento de mantenimiento preventivo se define como un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad de servicio que esté entregando un equipo. Esto nos da la oportunidad de hacer con el tiempo cualquier clase de mantenimiento preventivo y, si lo atendemos adecuadamente, nunca se pierde la calidad del servicio esperado.

En este tipo de mantenimiento, los trabajos por efectuar proceden de un diagnóstico permanente derivado de inspecciones continuas utilizando transductores (captadores y sensores), que tienen la propiedad de cambiar cualquier tipo de energía (lumínica, sonora, ultrasónica, radiante, vibratoria o calorífica), en señales de energía eléctrica, las cuales son enviadas a una unidad electrónica procesadora que analiza e informa del buen o mal estado de funcionamiento de la máquina en cuestión, por lo que es muy costosa su implementación además el personal de mantenimiento debe ser altamente muy cualificado.

También requiere de un diagnóstico que se hace a base de registros históricos, a un determinado tiempo o desde el inicio de su funcionamiento pero debido a la falta de existencia de estos registros es muy difícil pronosticar la falla de un componente; motivo por lo cual es complicado hacer este tipo de mantenimiento para nuestro caso.

Por lo que para el caso de nuestra tesis será un mantenimiento preventivo periódico que lo aplicaremos a las embarcaciones del P.N.G.

En la tabla I presentamos las particularidades resumida del plan de mantenimiento preventivo que nos permitió determinar el tipo de programación que requerimos para elaborar nuestro método de mantenimiento.

TABLA I
PARTICULARIDADES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

TIPOS DE MANTENIMIENTO	CARACTERISTICAS	REQUISITOS PARA SU APLICACIÓN
PROGRESIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Periodicidad de rutina establecida por la disponibilidad del equipo. - Cambio de partes solo por fuera de especificaciones. - Económico pero poco confiable. 	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilidad del equipo. Necesitar poca confiabilidad. Contar con la relación de fallas y recomendaciones del fabricante que permitan fijar fechas aproximadas de atención.
PERIÓDICO <input type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> - Periodicidad de rutina establecida por horas trabajadas. - Cambio de partes por términos de vida útil o fuera de especificaciones. - Poco económico pero confiable. <input type="checkbox"/> 	<ul style="list-style-type: none"> Disponer de equipo redundante o de reserva para no afectar al servicio. Necesitar alta confiabilidad. Conocer la vida útil de partes vitales para determinar su cambio. <input type="checkbox"/>
PREDICTIVO <input type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico permanente (automático). - Trabajos efectuados solo si se requieren. - Alto costo de implantación. - Altamente confiable. 	<ul style="list-style-type: none"> Disponer de equipo automático de diagnóstico. Disponer de equipo redundante o de reserva para no afectar al servicio. Necesitar alta confiabilidad y seguridad en la operación. <input type="checkbox"/>

Objetivos del Mantenimiento Preventivo periódico.

Entre los objetivos más importantes del Mantenimiento Preventivo podemos citar los siguientes:

- Reducción de los costos innecesarios en mantenimientos correctivos.
- Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso (recursos propios o externos).
- Aumentar la disponibilidad de las unidades, maquinarias y equipo en la institución.

- Eliminación de los daños de consideración y por ende aumentar la eficiencia de los equipos e instalaciones en general.
- Alargar la vida útil de las maquinarias o equipos.
- Reducir tratando de eliminar paradas forzadas y no programadas en las máquinas, equipos e instalaciones, manteniendo así la mayoría nuestras unidades operativas.
- Establecer los programas más apropiados de mantenimiento evitando las fallas sobre la base de las recomendaciones de los fabricantes o las mejores prácticas en la actividad.
- Evitar el desgaste en los equipos por falta de ajustes.

Otras Definiciones

Terminologías

Programa periódico de mantenimiento: definición planificada y organizada de acciones de mantenimiento con carácter de permanentes y continuas, orientadas a preservar y mantener las condiciones originales de operación de determinada infraestructura, expresando la periodicidad y alcance del servicio y los recursos comprometidos en dicho proceso.

Costos de operación: valorización de todos los recursos empleados El costo de operación expresada habitualmente en flujos, es decir, recursos empleados en función de una unidad de tiempo y que se contemplan en los presupuestos normales de operación de las empresas o instituciones.

1.2. Evaluación del estado actual de las embarcaciones.

Antes de proceder a elaborar los puntos de referencia para la elaboración del plan de mantenimiento se procede a realizar la inspección general, conjuntamente con el capitán y su tripulación de las lanchas a fin de observar y evaluar el estado en que se encuentran cada una de sus sistemas y compartimentos que conforma la embarcación.

TABLA II
EMBARCACIONES A DESCRIBIRSE

Descripción de Unidades	Características			
	Eslora	Manga	Puntal	Calado
	(m)	(m)	(m)	(m)
L/P Guadalupe River	30,50	6,70	2,98	2,80
L/I Sierra Negra	33,50	8,00	3,40	2,80
L/P Yoshka	28,80	6,04	3,66	1,80
L/P sea Mar	11,80	3,30	1,80	1,30
B/I Tiburon Martillo	21,60	4,70	1,60	1,60
B/P MOLME	19,70	5,60	2,50	1,43

L/P GUADALUPE RIVER:**FIGURA 1.1 GUADALUPE RIVER**

TABLA III
CARACTERISTICAS GENERALES GUADALUPE RIVER

L/P Guadalupe River	Descripcion
Eslora (m)	30,50
Manga (m)	6,70
Puntal (m)	2,98
Calado (m)	1,83
Motor (HP)	3 x Cat 700
Casco	Aluminio
Velocidad (nudos)	20
Tonelaje bruto	120,41
Tonelaje neto	41,43

Construida en los talleres Trico Marine Assets, en los Estados Unidos en 1980 bajo el nombre de "Mary Luna", en agosto del 2003 fue a dique seco a Lousiana para realizar trabajos de cambio de

máquinas y generadores, en los meses de marzo y abril, del 2005 nuevamente parte a dique seco en la ciudad de Guayaquil, para realizar trabajos en los turbos, cambio de un tanque de presión, horas máquinas y generadores revisados por Caterpillar, 17 de mayo del 2005 se realizan trabajos en las cuadernas del planchaje y se la rebautiza con el nombre de Guadalupe River.

Esta embarcación debido a sus altas prestaciones, realiza labores de patrullaje, logística y auxilio inmediato dentro de la Reserva Marina de Galápagos.

Descripción del estado L/P Guadalupe River

El casco se encuentra en buena condición no tiene abolladuras, ni deformaciones, se encuentra recién pintado y limpio tanto en la obra viva como en la obra muerta.



FIGURA 1.2 VISTA DE ESTRIBOR



FIGURA 1.3 VISTA INTERNA DEL CASCO SECCION PROA A BABOR



FIGURA 1.4 VISTA A POPA DE LA CUBIERTA SUPERIOR

La Superestructura consiste en una sola caseta de construcción Aluminio donde se aloja la mayor parte del puente de mando, seguido por el comedor de la tripulación y sala de lectura.



FIGURA 1.5 VISTA INTERNA DEL FONDO DEL CASCO

La preservación del casco de esta embarcación se debe a un mantenimiento de pintura periódico por sus operarios, sin embargo su mayor ventaja proviene del tipo de material el cual está hecho, Aluminio, en su totalidad. Cabe mencionar que este material es dúctil y posee poca resistencia al impacto, por lo que se tenido percances sin novedades mayores, como ralladuras considerables en la obra viva, esto se debe al fondo marino rocoso que poseen las Islas Galápagos.



FIGURA 1.6 VISTA DE LA CASETA DESDE POPA DE LA EMBARCACION

En la figura 11 podemos apreciar la grúa, que se encuentra en estado operativo a popa de la embarcación.

El sistema de fondeo principal se ubica en la proa del buque, activado por un motor eléctrico.



FIGURA 1.7 WINCHE ELECTRICO



FIGURA 1.8 PUENTE DE MANDO Y SISTEMA DE NAVEGACION

La sala de máquinas se divide en dos compartimentos que son: el compartimento de Generadores y de la maquinaria principal, donde se alojan mayormente los sistemas auxiliares de la embarcación.

La embarcación tiene dos generadores uno por cada banda, lo cuales están compuesto por un motor Caterpillar CAT - 3304 con generador Lima Ser Z124-2123 de 220 VAC/50Kw y alternador 6T-1396 cada uno.



FIGURA 1.9 GENERADOR DE BABOR CAT 3304-50 KW

Estos motores obtuvieron recientemente su Overhaul, donde se chequearon todas sus piezas, se desarmaron y armaron para su inspección interna, para la puesta a punto del mismo.

El sistema propulsivo de la Lancha Guadalupe River consta de tres motores Caterpillar CAT - 3406 E de 700 HP, cada uno de estos motores se engrana en un reductor ZF - 350A de una relación 2.63:1 la cual se conecta a un eje de 4", lubricado con aceite 15W40 que transmiten la potencia de motor a una hélice de bronce de 4 aspas.

Este sistema propulsivo de tres hélices, de casco liviano y planeador le permite a la embarcación ganar una velocidad crucero de 20 nudos.

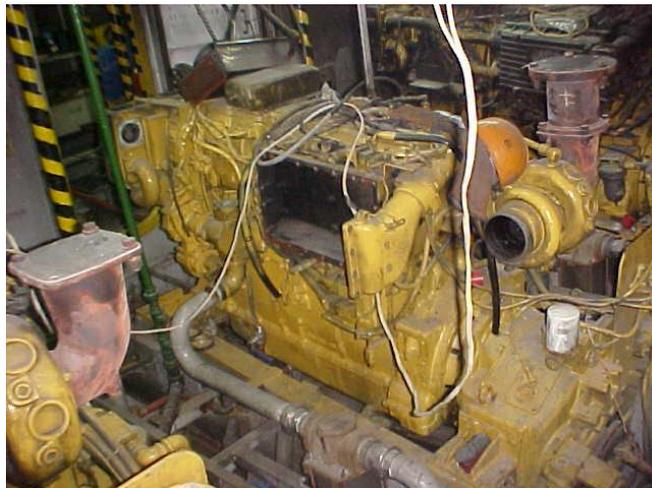


FIGURA 1.10 MOTOR CENTRAL CAT -3406 E 700 HP

Actualmente estos motores no se encuentran operativos, esto se debe a que el motor de estribor tuvo un conato de incendio, lo que causo que la sala de maquina se vea afectada parcialmente incluyendo los motores restante.



FIGURA 1.11 REDUCTOR ZF – 350^a 2.63:1



FIGURA 1.12 BOMBA CONTRA INCENDIOS



FIGURA 1.13 COMPRESOR DE AIRE DE SERVICIO GENERAL

El sistema hidráulico de dirección del buque la componen principalmente dos electrobombas ubicadas a proa de lado de estribor de la sala de generadores.



FIGURA 1.14 TANQUE Y SISTEMA HIDRAHULICO DE SERVOMOTOR

Su sistema eléctrico lo compone los siguientes tableros principales 1 de 24 VDC en el puente, 1 de 110 VAC en el comedor, 2 De 24 VDC en la sala de máquinas 2 De 220 VAC en la sala de máquinas, en buen estado.



FIGURA 1.15 TABLERO ELECTRICO 220 AC SALAS DE MAQUINAS

Además que consta de un separador de sentina marca Villa Marine de OWSW 2.2, de 220 VAC, una desalinizadora Water Marker WMSQ8502M3BFSP1 de 220 VAC con sus respectivo bombas y sistema, todos totalmente operativos.

L/I SIERRA NEGRA:**FIGURA 1.16 VISTA PERFIL B/I SIERRA NEGRA**

TABLA IV
CARACTERISTICAS TECNICAS B/I SIERRA NEGRA

L/I Sierra Negra	Descripcion
Eslora (m)	33,87
Manga (m)	8,00
Puntal (m)	3,40
Calado (m)	2,25
Motor (HP)	2x Cat 550
Casco	Acero Naval
Velocidad (nudos)	16,00
Tonelaje bruto	209,50
Tonelaje neto	60,82

Construido en la ciudad de Guayaquil, es un barco totalmente de acero naval, Pose una plataforma en la superestructura capaz de soportar el peso de un helicóptero de 3000 libras, está diseñada para ser un barco de investigación en aspectos científicos y Oceanográficos, posee también tres tanques para almacenar Jet-A1

con capacidad 23000 galones, un tanques de gasolina para 400 galones y una bodega de 23,5mt³, tiene una capacidad habitacional para 15 personas incluida la tripulación.

DESCRIPCION DEL ESTADO B/I SIERRA NEGRA

El casco de la embarcación Sierra Negra se encuentra actualmente en buenas condiciones no contiene abolladuras ni perforaciones en el mismo, además aún conserva el espesor del planchaje requerido en toda la obra viva.



FIGURA 1.17 VISTA FRONTAL DEL CASTILLOS DE PROA



FIGURA 1.18 FONDO DE LA EMBARCACION SECCION PROA

Las partes accesible del fondo se encuentra en mantenimiento constante por la tripulación de la embarcación para evitar mayores daños por la corrosión



FIGURA 1.19 PLANTA DESALINIZADORA DE PROA A ESTRIBOR

En la figura 22. Se puede apreciar en primera instancia el desalinizador Water Marker en estado totalmente operacional, que

proporciona el agua para el uso común de la tripulación y pasajeros a bordo de la embarcación.



FIGURA 1.20 VISTA A POPA DE LA SUPERESTRUCTURA SE APRECIA EN PARTE SUPERIOR EL HELIPUERTO

El mantenimiento del casco y toda su superestructura se lo hace cada dos años aproximadamente por recomendaciones de los proveedores de la pintura.



FIGURA 1.21 PUENTE DE MANDO

Unos de los problemas mayores que tiene esta embarcación son con su sistema de fondeo principal que se encuentra a proa de la cubierta magistral.



FIGURA 1.22 CABRESTANTE DEL L/I SIERRA NEGRA

Su sistema propulsivo, consta de dos motores Cat-3406 que conecta a un reductor ZF-350 de 4.536:1 la cual cada uno sus líneas de ejes de 4" se encargan de transmitir la potencia del motor hacia sus respectivas hélices de 4 aspas.



FIGURA 1.23 MOTOR DE BABOR CAT-3406

El poder eléctrico de la embarcación está compuesto por generadores CAT-3054T, AS 128, de 12 VDC



FIGURA 1.24 GENERADOR DE ESTRIBOR

L/P YOSHKA:



FIGURA 1.25 L/P YOSHKA

TABLA V
CARACTERISTICAS GENERALES L/P YOSHKKA

L/P Yoshka	Descripcion
Eslora (m)	27,43
Manga (m)	6,04
Puntal (m)	4,51
Calado (m)	3,41
Motor (HP)	2x Detroit 1415 HP
Casco	Acero Naval
Velocidad (nudos)	20,00
Tonelaje bruto	137,57
Tonelaje neto	33,58

El 27 de diciembre del 2000 se emite la autorización para el ingreso en aguas territoriales ecuatoriana bajo el régimen de internacional temporal al L/P Sirenian de bandera Canadiense por el plazo de 5 años, en agosto del 2002 se realiza un dique seco en la ciudad de Guayaquil en ASTINAVE, en febrero del 2005, se realiza una inspección de sus máquinas con la finalidad de llevarla a dique para un ABC completo y reparación de Inyectores. Esta embarcación por su diseño y performance cumple con las funciones de patrullaje oceánico alrededor de la RMG, actualmente debido a un siniestro de incendio no está operativa.

DESCRIPCION DEL ESTADO B/I YOSHKKA

El casco de la embarcación Yoshka se encuentra actualmente con ondulaciones debido a posibles fatigas del material, en cierta aérea muestra signo de corrosiones puntuales en especial en la sección

del fondo de la proa y sala de máquinas, no cumple que el espesor mínimo recomendado del planchaje en ciertas partes del casco.



FIGURA 1.26 VISTA DE PERFIL A BABOR DE L/P YOSHKA



FIGURA 1.27 FONDO SECCION DE PROA

Las cuadernas de esta embarcación se encuentran altamente corroídas sin pintura y a la intemperie de los elementos corrosivos.



FIGURA 1.28 VISTA DE POPA DE LA CUBIERTA PRINCIPAL

Su cubierta principal se encuentra con deformaciones perceptibles a simple vista aun no establecidas el porqué, parches en la mayor parte de sus aéreas en toda la sección de popa.

Los sistemas principales de la cubierta principal como el sistema de fondeo y la grúa se encuentra en un estado no operativo esto se debe que al sistema eléctrico e hidráulico con la cual son activados se encuentra desmontado.



FIGURA 1.29 WINCHE DE LA CADENA DEL ANCLA

Actualmente los equipos de eléctricos principales de navegación se encuentran desmontados por seguridad y mantenimiento.



FIGURA 1.30 PUENTE DE MANDO

Los motores principales se encuentra totalmente desmontados a igual que sus sistemas auxiliares, por lo que actualmente en la sala de maquina se encuentra ausente de estos componentes.



FIGURA 1.31 SALA DE MAQUINAS

En la *FIGURA 33* podemos observar los soportes de las maquinas principales de propulsión.



FIGURA 1.32 MAQUINA DE ESTRIBOR

L/P SEAMAR:**FIGURA 1.33 L/P SEAMAR****TABLA VI****CARACTERISTICAS GENERALES L/P SEAMAR**

L/P Seamar	Descripcion
Eslora (m)	11,80
Manga (m)	3,30
Puntal (m)	1,80
Calado (m)	1,30
Motor (HP)	2xPerkins 165 HP
Casco	Mixta
Velocidad (nudos)	14,00
Tonelaje bruto	114,71
Tonelaje neto	5,78

Esta embarcación fue una lancha ambulancia que fue donada por el Instituto Nacional Galápagos el 1 de octubre de 2000, se le realizó un dique seco en la ciudad de Guayaquil, el 26 de junio de 2001, se

realiza trabajos de carenamiento en Puerto Ayora en octubre del 2003. Actualmente se encuentra no operativa.

El casco se encuentra en buenas condiciones sin deformaciones ni perforaciones tanto en la obra viva como en la obra muerta.



FIGURA 1.34 VISTA A BABOR DE LA EMBARCACION

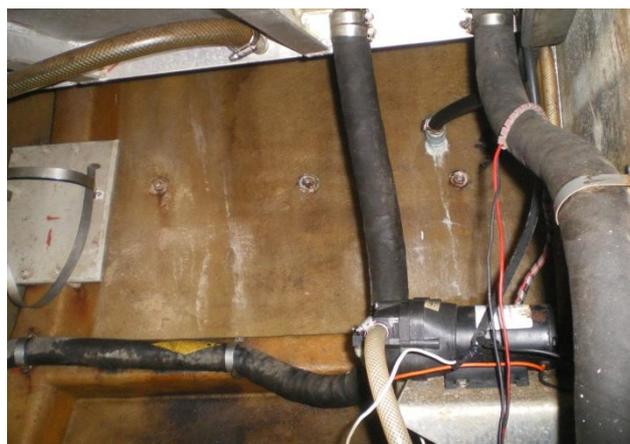


FIGURA 1.35 COSTADO SECCION A ESTRIBOR DE PROA

La superestructura es de construcción de aluminio que se encuentra en buen estado lo que permite que se ligera la embarcación.



FIGURA 1.36 VISTA FRONTAL SUPERESTRUCTURA

Debajo de esta se alojan los motores principales de la embarcion, se encuentra en un estado bastante conservado, no hay ondulaciones ni abolladuras.



FIGURA 1.37 VISTA A POPA DE LA CUBIERTA PRINCIPAL

Actualmente los equipos de eléctricos principales de navegación se encuentran desmontados por seguridad y mantenimiento.



FIGURA 1.38 PUENTE DE MANDO

Su planta propulsora se compone de dos motores Parkings Ranger 4 de 165 Hp cada uno, que se conectan a unos reductores ZF 220 V bidrive, una línea de ejes de 2" que transmiten la potencia de los motores a dos hélices fijas de tres palas.



FIGURA 1.39 MOTOR PRINCIPAL DE BABOR

B/I TIBURON MARTILLO:

FIGURA 1.40 VISTA DE PROA A BABOR B/I TIBURON MARTILLO

Modificada en el 2001, Se realizó un dique en septiembre del 2003 para trabajos de carenamiento, posee un sistema de Paneles solares para el abastecimiento eléctrico marca Trace de 24VDC/12VDC, tiene una capacidad de habitabilidad para 8 personas incluido la tripulación, posee un generador a diesel como emergencia y sus funciones será como laboratorio Oceanográfico y apoyo al control en la parte norte del Archipiélago. Actualmente se encuentra operativa la isla Wolf con apoyo de una embarcación rápida para el control en esta área provisional.

TABLA VII

CARACTERISTICAS GENERALES B/I TIBURON MARTILLOS

B/I Tiburon Martillo	Descripcion
Eslora (m)	21,60
Manga (m)	4,70
Puntal (m)	1,60
Calado (m)	0,80
Casco	Acero Naval
Tonelaje bruto	114,71
Tonelaje neto	34,41

El casco se encuentra recientemente pintado en buenas condiciones sin deformaciones ni perforaciones tanto en la obra viva como en la obra muerta.



FIGURA 1.41 VISTA DE POPA A BABOR

La superestructura ocupa casi el 100 % de toda la cubierta principal en toda la eslora.



FIGURA 1.42 VISTA INTERIOR BAJO CUBIERTA

Debido a que carece de propulsión propia no posee planta propulsiva ni sistema de gobierno, por lo tanto también carece de puente de mando.

La sala de maquina aloja la mayor parte de los implementos necesarios para la habitabilidad.

Su planta generadora de electricidad se encuentra compuesta principalmente por dos generadores Isuzu 3LD1496L de 110VSC-220 VAC.



FIGURA 1.43 GENERADOR DE ESTRIBOR ISUZU 3LD1 1496L

Su sistema eléctrico se encuentra respaldado por 12 paneles solares que alimentan a 8 acumuladores solares Kyosera, que se usan para fines investigativos.



FIGURA 1.44 PANELES SOLARES



FIGURA 1.45 DESALINIZADORA WATERS MAKERS

B/P MOLME:



FIGURA 1.46 L/P MOLME

TABLA VIII
CARATERISTICAS GENERALES L/P MOLME

L/P Molme	Descripcion
Eslora (m)	19,70
Manga (m)	5,60
Puntal (m)	2,45
Calado (m)	1,85
Motor (HP)	2 x Detroit 450
Casco	Acero Naval
Velocidad (nudos)	14
Tonelaje bruto	69,34
Tonelaje neto	33,26

Construida en Estados Unidos por el año 1981 en acero naval fue donada para el gobierno Ecuatoriano en el años 1983, donde paso a formar parte de la flota del Instituto Nacional Galápagos con el nombre de “INGALA III”, aquí realizaba labores de transporte y logística a través de las islas, unas de las primeras en su clase, antes de prestar servicios en galápagos fue modificada para aumentar su rango de autonomía.

Donada al Parque Nacional Galápagos en un estado no operativo permaneció fondeada por un largo lapsus de tiempo sin ningún tipo de mantenimiento, no existen datos históricos específicos sobre mantenimientos anteriores, actualmente se encuentra haciendo dique en la ciudad de Guayaquil, con la finalidad de ponerla a punto para que preste servicio dentro de la reserva marina.

Su casco está siendo reparado en casi su totalidad 80% debido al alto nivel de corrosión que ha sufrido, además en la toma espesores del casco indican que las planchas no cumplían los espesores adecuados para la navegación segura.



FIGURA 1.47 VISTA DE PROA A ESTRIBOR

Todos los sistemas y componentes de la habitabilidad han sido removidos para efectuar las reparaciones correspondientes.

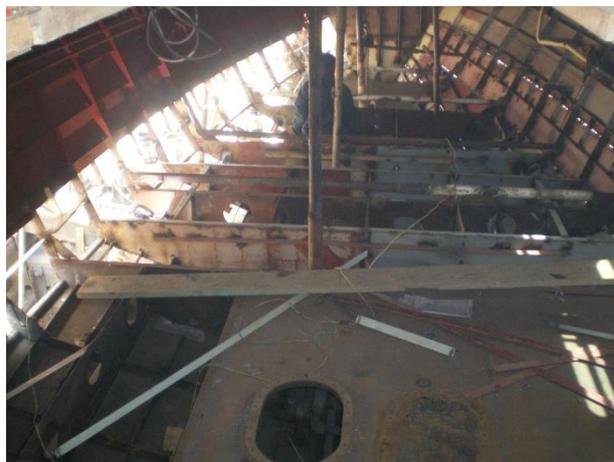


FIGURA 1.48 VISTA BAJO CUBIERTA PRINCIPAL DE PROA

La cubierta principal se encuentra en mantenimiento total en toda su extensión.



FIGURA 1.49 VISTA A POPA DE LA CASETA

En la figura 51 mostrada anterior mente podemos observar las aberturas de los dos motores principales en la cubierta principal.

Todos los equipos de navegación se encuentran desmontados, por mantenimiento y para que no vean afectados en el proceso de reparación de la embarcación.



FIGURA 1.50 PUENTE DE MANDO

Su sistema propulsivo consta de dos máquinas Caterpillar 3406 E de 450 Hp de 1800 rpm que estaban acoplados a unas cajas de transmisión de reducción 3:1, actualmente se encuentran totalmente desmontados el sistema



FIGURA 1.51 MOTOR DE ESTRIBOR ANTE DE SU DESINSTALACION

Su planta eléctrica está compuesta por un motor MWM D229-3 de 44 HP, que también ha sido desmontado para mantenimiento y puesta a punto.



FIGURA 1.52 GRUPO ELECTROGENO DE ESTRIBOR

1.3 Descripción de las experiencias previas.

El Parque Nacional Galápagos ha tenido un gran desafío en poder mantener todas sus unidades disponibles y operativas para cumplir con la protección de los recursos naturales de las islas.

Existen dos departamentos en la institución que se encuentran ligados estrechamente en la conservación de la flota del Parque Nacional Galápagos.

El departamento de Recursos Marinos, el cual es directamente responsable de la administración, distribución de su tripulación, reaprovisionamiento y adquisición de repuestos para mantener operativa la flota.

El departamento de Mantenimiento es como su nombre lo indica, el responsable directo del mantenimiento de todas las unidades que conforma la flota.

Sin embargo para este caso, debido a la no existencia de un plan general de mantenimiento, genera que existan diferencias de criterios entre estos dos departamentos, lo que no permite ejecutar un plan de mantenimiento establecido que me ayude tener todas las

embarcaciones en condiciones para operar dentro de la reserva marina.

Además ha de saberse que algunas de las embarcaciones que conforman la flota fueron donadas por gobiernos, Fundaciones, Instituciones, etc. Quienes al momento de entregarlas, algunas unidades se encontraban en buen estado operacional y otras no, y lo más relevante es que no contaban o no se entregaron sus historiales de mantenimiento, por lo que es complicado saber sobre pasadas reparaciones, y mantenimientos que se les hayan realizado durante los servicios prestados en sus respectivos entes.

Debido a la experiencia de sus operarios de las embarcaciones, los mantenimientos se hacían de acuerdo a la experiencia de su tripulación además de seguir las recomendaciones de los catálogos obtenidos, que por lo general este resultaba ser un mantenimiento en su mayoría correctivo.

La base general para enviar una embarcación a dique se basaba en recomendaciones u obligaciones como, en el tiempo de duración en garantía que recomendaba el proveedor de la pintura para el casco, periodo de mantenimiento de los sistemas de seguridad pedido por la DIRNEA, etc.

Una vez en dique se realizaban los trabajos que estaban en previsto en una lista tentativa que era realizado por el departamento de mantenimiento en colaboración con las tripulaciones lo a que a su vez se suma los trabajos a iban saliendo a medida que se hacia el mantenimiento en toda la embarcación.

Este procedimiento daba como resultado que no se completaran en su totalidad o satisfactoriamente los trabajos previstos y los que presentase en el momento del dique, debido a factores como la falta de planificación de costo y tiempo de estos trabajos.

Al observa este gran problema se tomó la iniciativa de adquirir un software de mantenimiento e implementarlo a servicios de mantenimiento de la flota, sin embargo una vez adquirido dicho software el proyecto no se concretó por factores aun no esclarecidos.

Se decidió contratar para entonces los servicios de un Ing. naval para que realice y organice un plan de mantenimiento en dique para B/I Sierra Negra dando resultados positivos, en base a la experiencia anterior se cae en cuenta que el parque nacional galápagos se ve en la necesidad de implementar y organizar plan de mantenimiento general como base para su flota

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.

2.1. Metodología.

En Instituciones que no tienen ningún plan de mantenimiento implantado, puede ser conveniente hacer algo sencillo y ponerlo en marcha. Eso se puede hacer siguiendo las recomendaciones de los fabricantes o basándose en la experiencia propia de otros para su implementación.

El esquema para elaborarlo puede verse en la siguiente figura:

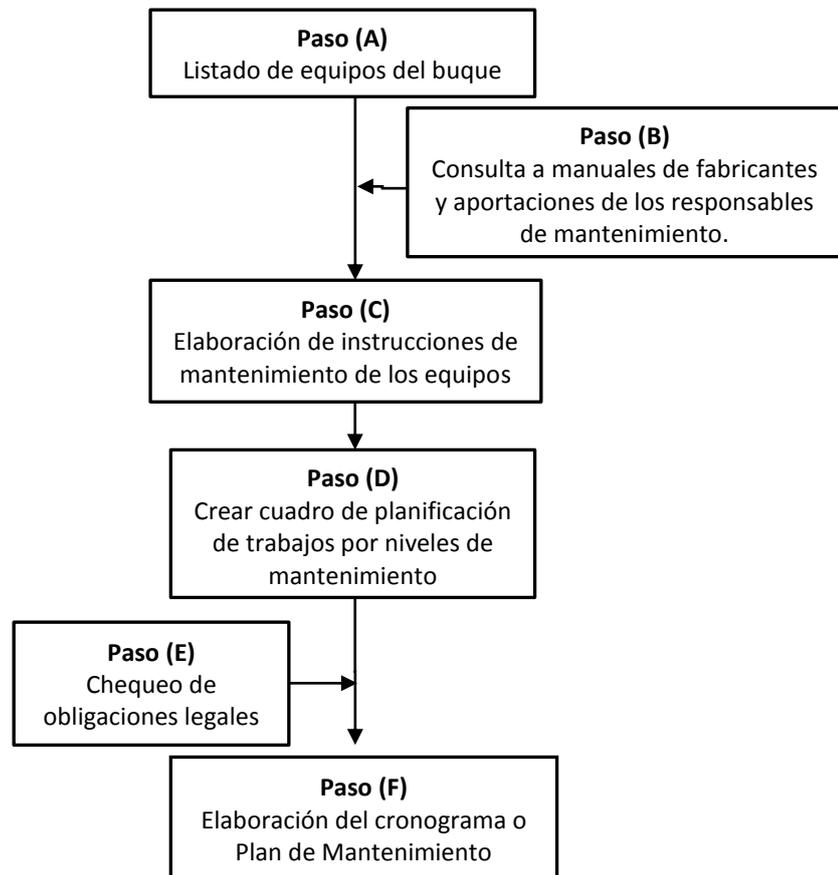


FIGURA 2.1 ESQUEMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Como puede apreciarse en la figura 2.1, la consulta a los manuales de los fabricantes se hace antes de haber elaborado un 'borrador' inicial del plan, y con la idea de complementar éste con el chequeo de las obligaciones legales.

2.1.1 Breve explicación de la metodología paso A: Listado de equipos del buque.

Del inventario de equipos de la embarcación, deben listarse aquellos que tienen una entidad suficiente como para tener tareas de mantenimientos asociadas.

Para empezar a elaborar el listado de los equipos del buque y debido a la gran cantidad de los mismos distribuidos en él, se ha dividido estos de acuerdo a su ubicación dentro de la embarcación con la ayuda de un esquema, tal como se indica en figura 2.1 Al hablar de equipos sabemos que hay instalaciones que se han realizado en obra, y que no responden a la tipología de 'equipo', sino más bien son un conjunto de elementos, y no hay un fabricante como tal, sino tan solo un instalador, este conjunto de instalaciones permiten operar la embarcación.

Además el mantenimiento no está solo enfocado a los equipos que integran las instalaciones sino a toda la estructura que las contienen y componen la embarcación, que también requiere

de acuerdo al material que está constituido una programación para su mantenimiento.

Para elaborar el listado de equipos procederemos a guiarnos de acuerdo a la siguiente figura:

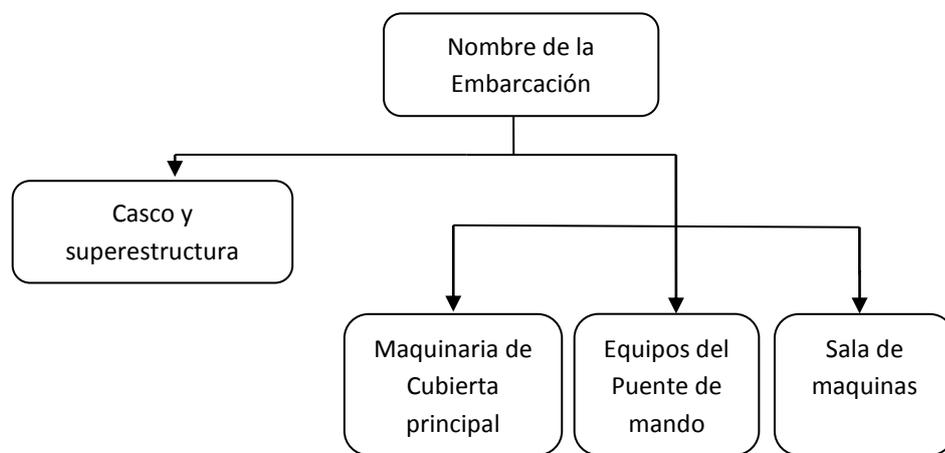


FIGURA 2.2 ESQUEMA GENERAL PARA IDENTIFICAR LA UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS EN UNA EMBARCACIÓN.

2.1.2 Breve explicación de la metodología Paso B: Consulta a manuales de los fabricantes y aportaciones de los responsables de mantenimiento.

Es en este punto, al principio, donde incluimos las recomendaciones de los fabricantes, tratando de ver que no se nos olvida de nada importante, los manuales de fabricante nos dará los procesos importante para el correcto mantenimiento

del equipo en cuestión, en muchos equipos ya no existen manuales de mantenimiento, sin embargo procedemos a obtener la información de la experiencia de los responsables de mantenimiento.

2.1.3 Breve explicación de la metodología Paso C: Elaboración de instrucciones de mantenimiento de los equipo.

Para cada uno de los tipos de equipos, debemos preparar un conjunto de tareas que les serian de aplicación. Así, podemos preparar tareas genéricas de mantenimiento para motores, bombas, etc.

Las actividades que se realizan en el mantenimiento, son posibles agruparlas en tareas o trabajos que pueden llevarse a cabo a la hora de elaborar una programación de mantenimiento. Su agrupamiento y clasificación puede ayudarnos a decidir qué tipos de tareas son aplicables a determinados equipos para prevenir o minimizar los efectos de determinadas fallas, este grupo de tareas son las siguientes:

Inspecciones visuales.

Tareas de lubricación

Verificaciones con instrumentos propios

Verificaciones con instrumentos externos

Tareas condicionales

Tareas sistemáticas

Grandes revisiones

A continuación detallaremos lo que se va a tratar en cada agrupación de tareas.

Inspecciones visuales. Las inspecciones visuales siempre son rentables y viables. Sea cual sea el modelo de mantenimiento aplicable, las inspecciones visuales suponen un coste muy bajo, por lo que parece interesante echar un vistazo a todos los equipos de la embarcación en alguna ocasión.

Tareas Lubricación. La buena Lubricación y engrase de los equipos expuesto a fricción y temperatura no solo mantiene los mantiene en buen estado, sino que alarga la vida de estos, por lo que abarata su costo de mantenimiento y operación, por eso es considerado una tarea fundamental en todo plan de mantenimiento.

Verificaciones con instrumentos propios. Este tipo de tareas consiste en la toma de datos de una serie de parámetros de funcionamiento utilizando los propios medios de los que dispone el equipo. Son, por ejemplo, la verificación de alarmas, la toma de datos de presión, temperatura, vibraciones, etc. Si en esta verificación se detecta alguna anomalía, se debe proceder en consecuencia. Por ello es necesario, en primer lugar, fijar con exactitud los rangos que entenderemos como normales para cada una de las puntos que se trata de verificar, fuera de los cuales se precisará una intervención en el equipo. También será necesario detallar como se debe actuar en caso de que la medida en cuestión esté fuera del rango normal.

Verificaciones con instrumentos externos. Se pretende, con este tipo de tareas, determinar si el equipo cumple con unas especificaciones prefijadas, pero para cuya determinación es necesario desplazar determinados instrumentos o herramientas especiales, que pueden ser usadas por varios equipos simultáneamente, y que por tanto, no están permanentemente conectadas a un equipo, como en el caso

anterior. Podemos dividir estas verificaciones en dos categorías:

- Las *realizadas con instrumentos sencillos*, como pinzas amperímetros, termómetros por infrarrojo, tacómetros, vibrómetros, etc.
- Las *realizadas con instrumentos complejos*, como analizadores de vibraciones, detección de fugas por ultrasonido, termografías, análisis de curvas de arranque de motores, etc.

Tareas condicionales. Se realizan dependiendo del estado en que se encuentre el equipo. No es necesario realizarlas si el equipo no da síntomas de encontrarse en mal estado, estas tareas pueden ser:

- *Limpiezas condicionales*, si el equipo da muestra de encontrarse sucio
- *Ajuste condicionales*, si el comportamiento del equipo refleja un desajuste en algunos de sus parámetros.
- *Cambio de piezas o reemplazo de consumibles*, si tras una inspección o verificación se observa que es necesario realizar la sustitución de algún elemento o si ha cumplido

su vida útil recomendado por el fabricante, en esta tarea se exceptúa todo lo relacionado con la lubricación.

Tareas sistemáticas. Realizadas cada ciertas horas de funcionamiento, o cada cierto tiempo, sin importar como se encuentra el equipo. Estas tareas pueden ser.

- *Limpiezas sistemáticas.*
- *Ajustes sistemáticos.*

Grandes revisiones, también llamados Mantenimiento Cero Horas, Overhaul o Hard Time, que tienen como objetivo dejar el equipo como si tuviera cero horas de funcionamiento.

2.1.4 Breve explicación de la metodología Paso D: Crear cuadro de planificación de los trabajos por niveles de mantenimiento.

Para cada motor, bomba, etc., aplicaremos las tareas genéricas preparadas en el punto anterior, de manera que obtendremos un listado de tareas referidas a cada equipo con su respectivo nivel de mantenimiento. Los niveles de mantenimiento se basan en el número de tareas a realizarse

cuando se cumplen determinadas frecuencias (días, meses, años) o por horas de trabajo realizadas por los equipos.

Es necesario para crear el cuadro de planificación, clasificar los trabajos por su nivel de dificultad

Estos niveles de dificultad se clasifican de la siguiente manera:

- *Trabajo de rutina*
- *Trabajos complejos*
- *Trabajos especializados*

A continuación se explica cada uno de ellos:

Trabajos de rutina. Se refiere a una agrupación de tareas sencillas, pero efectivas y su accionar es base principal para el mantenimiento de las instalaciones. Se aplica a los equipos que no requieren de tareas especializadas ni exhaustivas, y pueden realizarlo personal que opera la embarcación y personal de mantenimiento, independiente que la embarcación se encuentre navegando o fondeada en puerto.

Trabajos complejos. Este nivel de mantenimiento está compuesto de un grupo tareas más complejas, pues aparte del operario de las instalaciones, se necesita la intervención más extendida del personal de mantenimiento habitual existente en la institución, pues requiere que en ocasiones la embarcación se encuentre fondeada, y algunos casos los equipos sean necesariamente desmontados para ejecutar las respectivas tareas de mantenimiento.

Trabajos especializados. Este nivel de mantenimiento es mucho más exhaustivo que el del nivel anterior, se considera general, además incluye el Overhaul, está compuesto de un grupo tareas mucho más complejas, pues aparte del personal de mantenimiento habitual se requiere de personales técnicos externos especializados, que dependiendo del periodo de mantenimiento y por facilidades para la aplicación de las respectivas tareas, es necesario en algunos casos que la embarcación se encuentre fuera del agua o en dique.

2.1.5 Breve explicación de la metodología Paso E: Chequeo de obligaciones legales

Es necesario asegurar el cumplimiento de las normas reglamentarias vigentes referentes a mantenimiento que puedan ser de aplicación en determinados equipos.

2.1.6 Breve explicación de la metodología Paso F: Elaboración del cronograma o Plan de Mantenimiento

El cronograma es una programación específica de las actividades de las tareas de mantenimiento en el tiempo. Se puede trazar el cronograma a corto, mediano y largo plazo.

La ejecución del grupo de tareas, también denominadas niveles de mantenimiento en función del tiempo, puede hacerse teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Tareas que deban ser realizadas por profesionales de la misma especialidad

Tareas agrupadas por frecuencias de realización. Esto dará lugar a rondas diarias, mensuales, anuales, etc.

Puede también que en algunos equipos necesariamente se determine su mantenimiento de acuerdo a sus horas de uso como son los grupos de electrógenos y los sistemas de

propulsión. Esto quiere decir que el cronograma de mantenimiento estará dividido de acuerdo a la frecuencia de mantenimiento que requiera el equipo.

Estas frecuencias de mantenimiento se clasifican en:

- *Rondas diarias*
- *Rondas mensuales*
- *Rondas anuales*

Las rondas diarias son tareas que se efectúan al día y que se realizan fácilmente. La mayor parte de ellas se refieren a controles visuales (ruidos y vibraciones extrañas, control visual de fugas), mediciones (tomas de datos, control de determinados parámetros) y pequeños trabajos de limpieza y/o engrase.

Las rondas mensuales contemplan tareas más complicadas, que no está justificado realizar a diario. Implican en algunos casos desmontajes, paradas de equipos o tomas de datos más laboriosas. También incluyen tareas que no se justifica realizar a diario, como los engrases y lubricación. Esta se clasifican en:

- *Ronda trimestrales*

Existen equipos que requieren de mantenimiento cada 250 horas de uso o cada tres meses lo primero que se cumpla

- *Ronda semestrales*

El mantenimiento preventivo de algunos equipos es necesario que se haga cada 500 horas de uso o cada 6 meses.

Las rondas anuales. Suponen en algunos casos una revisión completa del equipo (denominado a menudo por su término en inglés, Overhaul), y en otros, la realización de una serie de tareas que no se justifica realizar con una periodicidad menor. Si consideramos que algunos equipos su frecuencia de mantenimiento se basan en sus horas de trabajo podemos correlacionar como 1000 horas de trabajo.

Existen partes del buque que por su complejidad de mantenimiento y el alto costo que esto genera es necesario hacerlo de una manera bianual o cada 2000 horas de uso, como es el caso del casco de la embarcación, ejes propulsivos, hélices, etc.

La tabla 9, muestra el resumen de las rondas y el personal que lo realiza

TABLA IX
RONDAS Y EL PERSONAL QUE EJECUTAN EL MANTENIMIENTO

Rondas	RESPONSABLE DE REALIZACIÓN
Ronda diaria	Personal de operación
Inspección	Con la embarcación puesta en marcha: Personal de Operación
mensual	Con la embarcación parada: Personal de mantenimiento habitual
250 horas o 3 meses	Personal de mantenimiento habitual
500 horas o 6 meses	Personal de mantenimiento habitual
1000 horas o 12 meses	Personal habitual, reforzado con técnicos externos y subcontratas
Grandes revisiones (Overhaul)	Técnicos externos especializados

2.2. Planificación de los trabajos.

2.2.1 Aplicación de metodología paso A: Listado de equipos del buque.

Tal como se indicó en el punto 2.1.1, con la ayuda del esquema de la figura 2.2, se procede hacer un listado de los equipos que se encuentran en cada embarcación.

Una vez realizado el listado de los equipos se los clasifican por su ubicación que se detalla a continuación en el Anexo A para las embarcaciones del Parque Nacional.

2.2.2 Aplicación de metodología paso B: Consulta a manuales de los fabricantes y aportaciones de los responsables de mantenimiento.

Cuando se realiza un plan de mantenimiento de los diferentes equipos que componen las instalaciones se recopila todas las informaciones existentes en los manuales de operación y mantenimiento de estos equipos y darle al conjunto un formato programado.

Con esta recopilación, el plan de mantenimiento no está completo. Es conveniente contar con la experiencia de los responsables de mantenimiento y de los propios técnicos, para completar las tareas que pudieran no estar incluidas en la recopilación de recomendaciones de fabricantes. Posiblemente porque no le conviene diseñar un equipo que no se dañe nunca, además, el fabricante no es un especialista en mantenimiento solo en diseño y montaje.

Hay ocasiones en que el Plan de Mantenimiento que propone el fabricante es tan exhaustivo que contempla la sustitución o revisión de un gran número de elementos que evidentemente no han llegado al máximo de su vida útil, con el consiguiente exceso en el gasto. Cuantas más intervenciones de mantenimiento preventivo sean necesarias, más posibilidades de facturación tiene el fabricante. Además está el problema de la garantía: si un fabricante propone multitud de tareas y estas no se llevan a cabo, el fabricante puede alegar que el mantenimiento preventivo propuesto por él no se ha realizado, y esa es la razón del fallo, no haciéndose pues responsable de su solución en el periodo de garantía.

En el Anexo B encontraremos algunas instrucciones de los fabricantes para determinados equipos de las embarcaciones.

2.2.3 Aplicación de metodología paso C: Elaboración de instrucciones de mantenimiento de los equipo.

Como lo explicado en el punto 2.1.3 procederemos a identificar las diferentes actividades generales para una agrupación de trabajo. Llamamos "instrucción de

mantenimiento”, a las acciones que debe realizar el operador, el ingeniero a cargo o el contratista para poder cumplir con la tarea de mantenimiento del equipo o sistema. En la tabla 10 mostrada a continuación, se detalla la aplicación de este paso:

TABLA X
LISTADO DE INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO GENERICOS PARA LOS EQUIPOS

Listado de instrucciones de mantenimiento Genéricos para los equipos	
Tareas a realizar	Partes donde se las realizan
<p>Inspecciones</p> <p>Visuales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cadena y Ancla • Separador de agua y aceite de motores de propulsión. • Separador de agua y aceite de motores de grupo electrógeno. • Bombas de agua motores principales propulsión. • Bombas de agua motores de grupo electrógeno • Bombas de combustible motores de propulsión • Bombas de combustible motores grupo electrógeno. • Turbo compresor motores de propulsión • Turbo compresor motores de grupo electrógeno • Filtro de aire de motores de propulsión • Filtro de aires motores de grupo electrógeno. • Sistema de admisión de motores de propulsión • Sistema de admisión motores grupo electrógeno. • Intercooler motores de propulsión • Mangueras y abrazaderas • Sistema de arranque motores de propulsión • Motor de arranque motores de grupo electrógeno • Estado y tensión Correas motores de propulsión • Estado y tensión Correas motores de grupo electrógeno • Tensores de correa motores propulsión • Tensores de correa motores grupo electrógenos
<p>Tareas de</p> <p>lubricación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de filtro y aceite de los motores de propulsión • Cambio de filtro y aceite de los motores grupo electrógeno • Aceite de las cajas de reducción

	<ul style="list-style-type: none"> • Rodamientos y cojinetes • Ejes propulsivos
Verificaciones con instrumentos propios	<ul style="list-style-type: none"> • Hermeticidad de los tanques de aceite del compresor • Hermeticidad y estado de los circuitos hidráulicos • nivel de electrolitos de las baterías • Nivel de Aceite de los motores principales de propulsión • Nivel aceite de los motores principales grupo electrógenos • Nivel de refrigerantes motores principales de propulsión • Nivel refrigerantes de los motores principales grupo electrógenos
Verificaciones con instrumentos externos	<ul style="list-style-type: none"> • Toma de espesores de casco • Toma de espesores cubiertas • Inyectores de combustible motores de propulsión • Inyectores de combustible motores de grupo electrógeno. • Conexiones Eléctricas • Tableros de distribución eléctrica • Chequeo general del radar
Limpiezas condicionales	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza externa del radar • limpieza externa del Navtex
Ajustes condicionales	<ul style="list-style-type: none"> • Calibración de compas magnético • Ajuste de radar
Reemplazos de consumibles	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de refrigerante motores de propulsión • Filtro de refrigerante motores de grupo electrógeno • Filtro de aire motores de propulsión • Filtro de aire motores grupos electrógenos • Filtro de combustible motores de propulsión • Filtro de combustible motores de grupo electrógeno • Correa motores de propulsión • Correa motores de grupo electrógeno • Rejilla de combustible motores de propulsión • Rejilla de combustible motores grupo electrógeno • Cambio de aceite hidráulico
Limpiezas sistemáticas	<ul style="list-style-type: none"> • carenamiento del casco • intercambiador de calor motores principales de propulsión • intercambiador de calor motores principales grupo electrógeno. • Limpieza de la cubierta • Pala del timón • hélices • Eje propulsor • Cadena y ancla
Ajustes	<ul style="list-style-type: none"> • Palas del timón • Tolerancia de Válvulas de motores de propulsión

sistemáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Tolerancia de válvulas de motores grupo electrógeno. • Balanceo de hélices • Alineación de ejes
Grandes revisiones o Overhaul	<ul style="list-style-type: none"> • Pintura del casco • Pintura de la superestructura • Pintura de la cubiertas • Bocines de eje principal • Bocines de pala del timón • Pala del timón • Hélices • Reemplazo protección catódica

2.2.4 Aplicación de metodología paso D: Crear cuadro de planificación de los trabajos por niveles de mantenimiento.

Tal como se señala en el punto 2.1.4, para crear nuestro cuadro de trabajos por niveles de trabajo procedemos a determinar a qué nivel de dificultad de trabajo pertenece cada una de las tareas a realizarse en el plan de mantenimiento, resumiendo los siguientes criterios:

Trabajos de rutina. Grupos de tareas de mantenimiento sencillo, efectivo, realizado por el personal que opera la embarcación, poca o casi nula intervención de personal de mantenimiento habitual. Bajo esta premisa se determina que a este nivel pertenecen las siguientes tareas:

- Inspecciones visuales

- Verificaciones con instrumentos propios
- Limpiezas condicionales.

Trabajos complejos. Tareas más complejas, en ocasiones se necesita que la embarcación este fondeada en puerto, requiere la intervención más extendida del personal de mantenimiento habitual. Con este criterio podemos establecer para este nivel el siguiente grupo de tareas:

- Tareas de lubricación
- Reemplazos de consumible
- Ajustes condicionales

Trabajos especializados. Grupos de tareas complejas, exhaustivas, incluye Overhaul, se requiera aparte del personal de mantenimiento habitual la intervención de personales técnicos externos especializados. Con este indicio se establece que para este nivel se conforma el siguiente grupo de tareas;

- Verificaciones con instrumentos externos
- Limpiezas sistemáticas
- Ajustes sistemáticos
- Grandes revisiones Overhaul.

De acuerdo a los criterios analizados arriba nuestro cuadro de los trabajos por nivel de mantenimiento está compuesto de la siguiente manera que se detalla en la tabla 11

TABLA XI
CUADRO DE PLANIFICACION DE LOS TRABAJOS POR NIVELES DE MANTENIMIENTO

Resumen cuadro de niveles de mantenimientos	
Niveles de trabajo de mantenimiento	Tareas a realizar
Trabajos de rutina	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Inspecciones Visuales</i> • <i>Verificaciones con instrumentos propios</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Limpiezas condicionales</i>
Trabajos complejos	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tareas de lubricación</i> • <i>Reemplazos de consumibles</i> • <i>Ajustes condicionales</i>
Trabajos especializados	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Verificaciones con instrumentos externos</i> • <i>Limpiezas sistemáticas</i> • <i>Ajustes sistemáticos</i> • <i>Grandes revisiones o Overhaul</i>

2.2.5 Aplicación de metodología paso E: Chequeo de obligaciones legales

Es necesario asegurar el cumplimiento de las normas reglamentarias vigentes referentes a mantenimiento que puedan ser de aplicación en determinados equipos.

En el Anexo C presentamos unas reglas de S.O.L.A.S para las instrucciones de mantenimiento de los equipos de salvamentos y conraincendios

2.3 cronograma de mantenimiento

2.3.1 Aplicación de metodología paso F: Cronograma de mantenimiento.

Para una mayor comprensión en el desarrollo de nuestro plan de mantenimiento hemos escogido la embarcación L/I Sierra Negra, por ser unas de las embarcaciones más grandes y completas de la flota del P.N.G.

A continuación presentaremos en el Anexo D el cuadro desarrollado del plan de mantenimiento.

CAPITULO 3

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Comparación con otros planes o comparación con otros casos de estudio.

Dada la gran importancia de dar mantenimiento a las embarcaciones, existen planes de mantenimiento que han desarrollado pero de una manera que se basan a experiencia del operario bordo de la embarcación como iniciativa propia o por los procesos de implementación del I.S.M. en las embarcaciones, que actualmente se exigen para el respectivo permiso de tráfico marítimo.

Debido a que el P.N.G. es una institución del estado, esta se encuentra exenta de implementar el I.S.M. para su flota, por lo que para el caso de estudio de esta tesis será necesario compararla con

un plan de mantenimiento existente de una embarcación en características algo similares en sus dimensiones y de construcción acero naval igual que la embarcación Sierra Negra. Claro está que su uso esta solo focalizado para el transporte de pasajeros entre las islas, mientras nuestra embarcación no solo que realiza lo anterior si no también cumple fines investigativos y de logística.

El cuadro de mantenimiento que se ha implementado para el Yate Humboldt de aproximadamente 30 metros de eslora, diseñado por el Capitán Mercante José Ignacio Gutiérrez, nos servirá para detallar la comparación de nuestro plan de mantenimiento la cual se encuentra aplicado en el Anexo E

El resultado de esta comparación nos demuestra la versatilidad y simpleza del plan diseñado, pues se denota claramente ciertos puntos mostrado a continuación. .

- El plan comparado demuestra las órdenes para cierta tripulación dentro de la embarcación, donde especifica los trabajos de mantenimiento, esto incluye incluso el mantenimiento correctivo de ciertos equipos, en tanto nuestro

plan generaliza estas tareas haciéndola más sencillas para demostrar la planificación.

- Al ser dirigido para miembros de la tripulación se hace un poco más complicado usarla referencialmente para cualquier planificación operacional, pues se requiere tener cierto grado de experiencia en planes de mantenimiento para saber identificar los trabajos más complejos y difíciles de hacer, que a la vez afectarían la operación de la embarcación, muy necesario para el calcular el tiempo, tipo de personal y costo para realizar estos mantenimientos, mientras que nuestro plan identifica la dificultad de estos trabajos de mantenimiento y el tiempo en que se debe realizar para proyectar así, futuros presupuestos para concretar estas tareas.
- Debido a que el cuadro es específico a quienes realizan las tareas es poco flexible a las modificaciones, sin embargo el cuadro del plan diseñado en esta tesis, debido a que sus tareas son generalizadas es posible implementarlo y mejor aún usarlo como referencia y base para futuros cuadros de mantenimiento.

3.2. Ventajas y desventajas del Método Aplicado.

Las ventajas que se obtienen de la aplicación de este método se mencionan a continuación:

- Para instituciones o empresas la cual no existen políticas claras de mantenimiento para sus embarcaciones, con la ayuda de este procedimiento resulta más sencillo y viable, nada imposible realizar un plan de mantenimiento si se sigue los criterios del método en cuestión.
- Al ser una aplicación sencilla no solo es viable para personas con experiencia en el medio marítimo, sino que también va dirigido para personas con poca experiencia en planes de mantenimiento pero si deseosa de entender e implementar alguno dentro de alguna empresa o institución.
- Una vez que existe un cuadro de mantenimiento, es posible usarlo para la aplicación de nuevos planes de mantenimientos más complejos e incluso implementarlo con la ayuda de una herramienta informática
- Todo programa de mantenimiento existente ayuda mucho a la conservación de los equipos de las embarcaciones.

Entre las desventajas de este método tenemos las siguientes:

- Al ser un programa que requiere de información necesaria para su realización, es posible que muchas instalaciones no tengan el material suficiente de instrucción para su mantenimiento por lo que puede ser complicado obtener dicha

información si hablamos de instalaciones más complejas dentro de la embarcación.

- Se necesita tiempo y paciencia para realizarlo, pues es un programa que se empieza desde cero.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

1. En el transcurso del desarrollo del programa de mantenimiento hemos podido deducir que siguiendo el procedimiento de la metodología, llegamos a elaborar un plan de mantenimiento general para la embarcación partiendo de la no existencia del mismo.
2. Realizar un plan de mantenimiento general en sí consiste, en recopilar unas series de manuales de instrucciones de mantenimiento y darle un formato específico, para facilitar la tarea de mantener en buenas condiciones operativas las embarcaciones.
3. Todas las tareas genéricas que se anotaron en el listado, fueron coincidente en número con las tareas asignadas a cada equipo para su mantenimiento.

4. Al hacer la comparación con un plan de mantenimiento basado en experiencia de los operarios de una embarcación, hemos podido darnos cuenta, que no es tan discordante con el plan de mantenimiento que ha sido desarrollado en esta tesis, que incluso este último puede ser mejorado e implementado para su mejor uso.

RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda para nuevos casos de estudio y para un mejor análisis se realice, un plan de mantenimiento con las embarcaciones que se mencionan en esta tesis, usando los datos existentes de la misma.
2. Es conveniente escoger equipos dentro de la embarcación que tengan tareas asociadas de mantenimiento.
3. Es importante ser flexible a la hora de hacer el listado de trabajo para mantener el equipo en cuestión, pues cuando consultamos los manuales estos tienden a ser muy extensos, pues el fabricante muchas veces recomienda cambiar ciertos componentes de los equipos, sin que estos hayan cumplido su vida útil, cosa que no se hace actualmente, pues eso elevaría enormemente el costo de mantenimiento, lo que implica ser muy cauto y regirse a los criterios del método para escoger la tarea de mantenimiento adecuada a realizarse en el equipo.
4. Se recomienda leer los capítulos sobre salvamento (capítulo II-2) y conraincendios (capítulo III) del S.O.L.A.S. para las obligaciones legales de mantenimiento de los equipos de salvamento y conraincendios.

5. También debe considerarse las regulaciones dadas por el área donde opera las embarcaciones para el mantenimiento a bordo de ciertos equipos.

ANEXOS

ANEXO A

DIVISIÓN DE LOS EQUIPOS QUE COMPONEN LOS SISTEMAS DE LAS EMBARCACIONES

Sector	Instalaciones	Equipos	L/P Guadalupe	B/I Sierra Negra	L/P Yoshka:	L/P Sea Mar	B/I Tiburón Martillo	B/I Molme
Casco y Superestructura	Obra viva		X	X	X	X	X	X
	Obra muerta		X	X	X	X	X	X
	Cubierta principal		X	X	X	X	X	X
	Cubierta Magistral		-	X	-	-	-	-
	Helipuerto		-	X	-	-	-	-
Maquinaria de Cubierta Principal	Grúa	• Motor hidráulico	-	1	-	-	-	--
		• Motor eléctrico	1	-	1	-	-	-
	Sistema de Fondeo	• winche hidráulico • winche eléctrico	- 1	1 -	- 1	- -	- 1	1 -
	Botes auxiliares	• lancha a motor	1	2	1	1	1	1
Equipos del Puente de Mando	Equipos electrónicos y de navegación	• Radio HF	3	1	1	1	2	1
		• Radio VHF	3	2	1	2	1	2
		• Ecosonda	1	-	1	-	-	-
		• Radar	2	2	1	1	1	1
		• Navegador por satélite	2	2	1	1	-	1
		• Compas Magnético	1	2	1	1	1	1
		• Amplificador	1	-	-	-	-	-
		• Radio Bidireccional	2	2	2	1	1	2
		• Sistema de Rastreo Satelital	1	1	1	-	-	-
		• Sonar	-	1	-	-	-	-
	• Navtex	-	1	-	-	-	-	
• EPIRB	1	1	1	1	1	1		
	Material de salvamento	• Chalecos	28	32	8	6	32	12
		• Aros Salvavidas	4	5	2	5	5	2
		• Señales luminosa (pistola de señales)	3	10	3	6	10	10
Sala de Maquinas	Planta Propulsora	• Motor principal	3	2	2	2	-	2
		• Reductor	3	2	2	2	-	2
		• Eje propulsor	3	2	2	2	-	2
		• Hélices	2	2	2	2	-	2
		• Cojinetes	6	4	2	2	2	2
	Generadores	• Motor principal	2	2	2	-	2	1
		• Generador	2	2	2	-	2	1

	Sistema eléctrico	• Tableros Eléctricos	6	10	4	2	4	4
		• Banco de baterías	10	10	2	10	8	7
	Sistema de Achique	• Motobomba portátil 5 hp	-	-	-	-	-	1
		• Bomba electro-sumergible	1	1	1	1	1	-
	Sistema Contraincendios	• Electro bomba 220 AC	1	1	2	-	1	1
		• Motobomba portátil 5 hp	-	1	1	1	-	-
		• Extintores	5	8	5	4	6	4
	Sistema de Gobierno	• Servo-motor hidráulico	1	1	1	-	-	1
		• Electro-bomba	-	-	-	1	-	-
	Sistema de aire comprimido general	• Compresores	2	2	2	1	-	-
		• Botellas de Aire	2	4	2	-	-	-
	Equipos Auxiliares	• Separador de Aceite de sentina	1	1	-	-	-	1
• Desalinizador		1	1	1	-	1	-	
• Electrobomba de alta presión		1	1	1	-	1	1	
• Electrobomba de baja presión		1	1	1	-	1	1	
• Electrobomba de agua dulce		1	1	1	1	1	1	
• Electrobomba de combustible		1	1	1	1	1	1	
• Electrobomba de Servicios higiénicos		1	1	1	-	1	-	
• Bomba hidráulica del winche y grúa		-	1	-	-	-	-	
• Electrobomba para agua cubierta		-	1	1	-	1	-	
• Bomba de combustible del helipuerto		-	1	-	-	-	-	
• Aire acondicionado	2	1	1	-	-	1		
• Electrobomba de aire acondicionado	2	1	1	-	-	1		

ANEXO B

MANUALES DE INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE PARA LOS EQUIPOS

Motores Marinos 3406 (hasta 1600 rpm)

Utilice las horas de servicio, los intervalos o los litros de combustible consumido, lo que ocurra primero					
Diariamente	Cada 50 Horas	Cada 125 Horas	Cada 250 Horas (NOTA A)	Cada 500 Horas	Cada 1000 Horas
VERIFICAR NIVELES Aceite de motor Refrigerante de motor Aceite de la transmisión Lubricador del motor de arranque neumático	INSPECCIONAR/REEMPLAZAR Vástagos galvanizados REEMPLAZAR Filtro y aceite de transmisión marina (sólo a las primeras 50 horas)	LUBRICAR Eje principal de toma de fuerza. Palanca de cambios y cojinete piloto VERIFICAR/AJUSTAR Embrague	OBTENER Análisis (APA) (NOTA A) REEMPLAZAR Aceite de motor (NOTA A) Filtros de aceite (NOTA A) Filtro de combustible Filtro de refrigerante o añadir acondicionador al agua de las camisas LIMPIAR Respiradero de cárter Baterías Filtro primario de combustible INSPECCIONAR/VERIFICAR Aletas de radiador Baterías nivel del electrolito Correas Mangueras DRENAR EL AGUA Del tanque de combustible VERIFICAR/AJUSTAR El ajuste de válvulas – sólo al primer cambio de aceite (NOTA A) LUBRICAR Impulsor de ventilador	INSPECCIONAR Anillos y carbonos de generador (SRCR) (si así equipado) LIMPIAR Anillos deslizantes de generador (SRCR) (si así equipado)	INSPECCIONAR/VERIFICAR Dispositivos de protección del motor REEMPLAZAR Filtro y aceite de transmisión marina LIMPIAR Tamiz y respiradero de transmisión marina LUBRICAR Sello del eje de salida de trans. marina Mecanismo de sincronización y motor de control de regulador Woodward Impulsor de tacómetro

NOTA A: Con la capacidad optativa mayor del sumidero de 68 litros, estas recomendaciones se deben llevar a cabo a las 500 horas. Refiérase a la Guía de Operación y Conservación para el intervalo correcto de cambio de aceite de su motor.

Recomendaciones de Mantenimiento

Esta publicación incluye información referente a las recomendaciones de lubricación y mantenimiento, que está organizada para mantener un programa efectivo de mantenimiento. La organización de un programa de lubricación y mantenimiento bien dirigido debe:

1. Mantener a un mínimo el tiempo muerto;
2. Reducir los costos de operación del motor;
3. Aumentar la vida útil del motor.

Los artículos en los Programas de Recomendaciones de Mantenimiento pertenecen a una de las tres categorías siguientes:

1. Recomendaciones preventivas

Se deben efectuar en los intervalos de tiempo que se muestran en el programa. Si no se presta atención a las recomendaciones, se afectarán el desempeño y la vida útil del motor.

2. Componentes con elementos giratorios

Los componentes con elementos giratorios incluyen bombas de agua, alternadores, bomba de transferencia de combustible y bombas de aceite. Los intervalos de mantenimiento de componentes con elementos giratorios están basados en horas de operación. Estos componentes no son afectados por la carga en el motor durante la operación. El período de tiempo y la velocidad de funcionamiento del motor determinan la rapidez de desgaste de los componentes.

3. Componentes bajo carga

Los componentes bajo carga incluyen camisas de cilindro, culatas de cilindro, bielas, pistones, anillos, cojinetes de bancada y componentes del mecanismo de válvulas. La base para establecer los intervalos de servicio de estos artículos son los litros de combustible utilizados y las horas del medidor de servicio, LO QUE OCURRA PRIMERO. Los intervalos de servicio de componentes bajo carga los determina mejor el consumo total de combustible. Los litros de combustible utilizados varían proporcionalmente con la carga del motor durante la operación. Por lo general, cuanto menos carga más vida útil del motor.

Los intervalos para inspección, reconstrucción, reemplazo o reparaciones a componentes en los programas de mantenimiento fueron cuidadosamente seleccionados para mantener a un mínimo el costo total a la mayoría de los propietarios. Si se inspecciona un elemento al intervalo recomendado en los programas de mantenimiento, no debe ser excesivo el desgaste de los componentes. Los artículos se pueden reparar/ajustar/volver a sellar, etc., a un costo menor. Aunque el desgaste sea excesivo, el costo de la reparación será menor ya que no ha sufrido falla. Esto evitará tiempo muerto inesperado y mantendrá los costos de operación a un mínimo.

Caterpillar ha determinado que es casi siempre más costoso esperar a que falle un componente o un motor que hacer reparaciones antes de la falla. Esto es cierto, especialmente cuando se repara antes de la falla a los intervalos moderados recomendados. Hay varias razones para esto:

1. Costo de reparación o reemplazo del componente que falla, comparado con el costo mínimo de reconstrucción si el componente no ha fallado.
2. Costo imprevisto causado por la falla.
3. Costo adicional de mano de obra por reparar la falla y el daño posible, y por limpiar el motor.

Motores Marinos 3304 (todas las clasificaciones)

Utilice las horas de servicio, los intervalos o los litros de combustible consumidos, lo que ocurra prim

Diariamente	Cada 50 Horas	Cada 125 Horas	Cada 250 Horas	Cada 500 Horas	Cada 1000 Horas
<p>VERIFICAR NIVELES</p> <p>Aceite de motor Refrigerante de motor Aceite de la transmisión Lubricador de aceite del arranque neumático</p> <p>DRENAR EL AGUA</p> <p>Tanque de aire</p> <p>INSPECCIONAR EL MOTOR</p> <p>Fugas Conexiones flojas</p> <p>VERIFICAR</p> <p>Indicador del filtro de aire</p> <p>LUBRICAR</p> <p>Collar de cambios del embrague</p>	<p>INSPECCIONAR/REEMPLAZAR</p> <p>Vástagos galvanizados</p> <p>REEMPLAZAR</p> <p>Aceite de trans. marina y filtro (sólo en las primeras 50 horas)</p>	<p>LUBRICAR</p> <p>Eje principal de toma de fuerza, palanca de cambios y cojinete piloto</p> <p>VERIFICAR/AJUSTAR</p> <p>Embrague</p>	<p>OBTENER</p> <p>Análisis (APA) (sólo turbocargado)</p> <p>REEMPLAZAR</p> <p>Aceite de motor (sólo turbocargado) Filtros de aceite (turbocargado sólo) Filtro de combustible Filtro de refrigerante o agregar acondicionador al agua de las camisas</p> <p>LIMPIAR</p> <p>Respiradero del cárter (sólo turbocargado) Baterías Filtro primario de combustible</p> <p>INSPECCIONAR/VERIFICAR</p> <p>Aletas de radiador Baterías nivel del electrolito Correas Mangueras</p> <p>DRENAR EL AGUA</p> <p>Tanque de combustible</p> <p>VERIFICAR/AJUSTAR</p> <p>El ajuste de válvulas – sólo al primer cambio de aceite (sólo turbocargado)</p> <p>LUBRICAR</p> <p>Impulsor de ventilador</p>	<p>OBTENER</p> <p>Análisis (APA) (sólo de asp. natural)</p> <p>REEMPLAZAR</p> <p>Aceite de motor (sólo de asp. natural) Filtros de aceite (sólo de asp. natural)</p> <p>VERIFICAR/AJUSTAR</p> <p>Ajuste de válvulas – sólo en el primer cambio de aceite (sólo de asp. natural)</p> <p>INSPECCIONAR</p> <p>Anillos y carbones de generadores (SRCR) (si así equipado)</p> <p>LIMPIAR</p> <p>Anillos deslizantes de generadores (SRCR) (si así equipado) Respiradero del cárter (sólo de asp. natural)</p>	<p>INSPECCIONAR/VERIFICAR</p> <p>Dispositivos de protección del motor</p> <p>REEMPLAZAR</p> <p>Filtro y aceite de transmisión marina</p> <p>LIMPIAR</p> <p>Tamiz y respiradero de transmisiones marinas</p> <p>LUBRICAR</p> <p>El sello del eje de salida de transmisiones marinas El mecanismo de sincronización y el motor de regulador Woodward Impulsor de tacómetro</p>

Refiérase a la Guía de Operación y Conservación para el intervalo correcto de cambio de aceite de su motor.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA GRUPO ELECTRÓGENO MODELO:

DIARIAMENTE	250 HR O 3 MESES	500 HR O 6 MESES	1000 HR O 12 MESES	2000 HR O 24 MESES	6000 HR O 36 MESES
<p>Revisar</p> <p>Nivel de aceite Nivel de refrigerante Correas Separador de agua y combustible</p>	<p>Acetite Filtro de aceite Filtro de refrigerante</p>	<p>Acetite Filtro de aceite Filtro de refrigerante Filtro de combustible Filtro de Aire</p>	<p>Acetite Filtro de aceite Filtro de refrigerante Filtro de combustible Filtro de Aire Correa de alternador</p>	<p>Acetite Filtro de aceite Filtro de refrigerante Filtro de combustible Filtro de Aire Correa de alternador Rejilla de combustible</p>	<p>Acetite Filtro de aceite Filtro de refrigerante Filtro de combustible Filtro de Aire Correa de alternador Rejilla de combustible Refrigerante</p>
			<p>Ajustar</p> <p>Tolerancia de las Valvulas</p>		
			<p>Inspeccionar</p> <p>Tolerancia de las Valvulas</p>		
<p>Filtro de aire Sistema de admisión Intercooler</p>	<p>Filtro de aire Sistema de admisión Intercooler Comprobar nivel de electrolito de la batería Mangueras y Abrazaderas Limpiar radiador</p>	<p>Filtro de aire Sistema de admisión Intercooler Comprobar nivel de electrolito de la batería Mangueras y Abrazaderas Limpiar radiador Ventilador Tensor de Correa Turbo-Compresor Alternador</p>	<p>Filtro de aire Sistema de admisión Intercooler Comprobar nivel de electrolito de la batería Mangueras y Abrazaderas Limpiar radiador Ventilador Tensor de Correa Turbo y compresor Alternador Dampar Motor de arranque Bomba de agua Inyectores de combustible</p>	<p>Filtro de aire Sistema de admisión Intercooler Comprobar nivel de electrolito de la batería Mangueras y Abrazaderas Limpiar radiador Ventilador Tensor de Correa Turbo y compresor Alternador Dampar Motor de arranque Bomba de agua Inyectores de combustible</p>	

ANEXO C

REGLAS INTERNACIONALES PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS Y SALVAMENTOS

S.O.L.A.S

Mantenimiento Equipos contra incendios

Capítulo II-2

Regla 14

2.2 Mantenimiento, ensayo e inspecciones

2.2.1 El mantenimiento, el ensayo y las inspecciones se llevarán a cabo basándose en las Directrices elaboradas por la Organización (*) de manera que se tenga debidamente en cuenta la fiabilidad de los sistemas y dispositivos de lucha contra incendios.

2.2.2 El plan de mantenimiento se mantendrá a bordo del buque y estará disponible para su inspección siempre que la Administración lo requiera.

2.2.3 El plan de mantenimiento abarcará como mínimo los sistemas de protección contra incendios y los sistemas y dispositivos de lucha contra incendios siguientes, de haberlos:

- .1 colectores, bombas y bocas contraincendios, incluidas mangueras, lanzas y la conexión internacional a tierra;
- .2 sistemas fijos de detección de incendios y de alarma contraincendios;
- .3 sistemas fijos de extinción de incendios y otros dispositivos de extinción de incendios;
- .4 sistemas de rociadores, de detección de incendios y alarma contraincendios automáticos;
- .5 sistemas de ventilación, incluidas válvulas de mariposa contra incendios y humo, los ventiladores y sus mandos;
- .6 sistema de interrupción de emergencia del suministro de combustible;
- .7 puertas contraincendios, incluidos sus mandos;
- .8 sistemas de alarma general de emergencia;
- .9 aparatos respiratorios para la evacuación de emergencia;
- .10 extintores de incendio portátiles, incluidas las cargas de resaca; y
- .11 equipos de bombero.

2.2.4 El programa de mantenimiento podrá figurar en una computadora.

Equipos de Salvamento

Capítulo III

Regla 36

Instrucciones para el mantenimiento a bordo

Las instrucciones para el mantenimiento a bordo de los dispositivos de salvamento serán fácilmente comprensibles, llevarán ilustraciones siempre que sea posible y, según proceda, contendrán lo siguiente para cada dispositivo:

- .1 una lista de comprobaciones que se utilizará cuando se realicen las inspecciones prescritas en la regla 20.7;
- .2 instrucciones de mantenimiento y reparación;
- .3 un programa de mantenimiento periódico;
- .4 un diagrama de los puntos de lubricación con los lubricantes recomendados;
- .5 una lista de piezas recambiables;
- .6 una lista de proveedores de piezas de resaca; y
- .7 un registro en el que anotar las inspecciones y las operaciones de mantenimiento.

Regla 20

Disponibilidad funcional, mantenimiento e inspección

1 La presente regla es aplicable a todos los buques. En la medida de lo posible, los buques construidos antes del 1 de julio de 1986 cumplirán lo prescrito en los párrafos 3 y 6.2.

2 Disponibilidad funcional

Antes de que el buque salga de puerto y en todo momento durante el viaje, todos los dispositivos de salvamento estarán en condiciones de servicio y listos para utilizarlos inmediatamente.

3 Mantenimiento

3.1 Se proveerán instrucciones que cumplan lo prescrito en la regla 36 para el mantenimiento a bordo de los dispositivos de salvamento y las operaciones de mantenimiento se realizarán de acuerdo con ellas.

6 Inspección semanal

Cada semana se efectuarán las pruebas e inspecciones siguientes:

.1 todas las embarcaciones de supervivencia y todos los botes de rescate y dispositivos de puesta a flote serán objeto de una inspección ocular a fin de verificar que están listos para ser utilizados;

.2 se harán funcionar todos los motores de los botes salvavidas y de los botes de rescate durante un periodo total de al menos tres minutos, a condición de que la temperatura ambiente sea superior a la temperatura mínima necesaria para poner en marcha el motor. Durante dicho periodo se comprobará que la caja y el tren de engranajes embragan de forma satisfactoria. Si las características especiales del motor fueraborda instalado en un bote de rescate no le permiten funcionar durante un periodo de tres minutos a menos que tenga la hélice sumergida, se le hará funcionar durante el periodo que prescriba el manual del fabricante. En casos especiales, la Administración podrá eximir de esta prescripción a los buques construidos antes del 1 de julio de 1986; y

.3 se ensayará el sistema de alarma general de emergencia.

7 Inspecciones mensuales

Todos los meses se efectuará una inspección de los dispositivos de salvamento, incluido el equipo de los botes salvavidas, utilizando la lista de comprobaciones prescrita en la regla 36.1, a fin de verificar que están completos y en buen estado. El informe correspondiente a la inspección se incluirá en el diario de navegación.

8 Servicio de mantenimiento de las balsas salvavidas inflables, los chalecos salvavidas inflables, los sistemas de evacuación marinos y los botes de rescate inflados

8.1 Cada balsa salvavidas inflable, cada chaleco salvavidas inflable y cada sistema de evacuación marino será objeto de un servicio:

.1 a intervalos que no excedan de 12 meses, si bien en los casos en que ello no resulte viable, la Administración podrá ampliar este periodo a 17 meses; y

.2 en una estación de servicio aprobada que sea competente para efectuarlo, tenga instalaciones de servicio apropiadas y utilice sólo personal debidamente capacitado¹³.

8.2 Despliegue secuencial de los sistemas de evacuación marinos

Además, o con ocasión del servicio a los sistemas de evacuación marinos requeridos en el párrafo 8.1, cada sistema de evacuación marino se desplegará a bordo según una secuencia rotatoria a intervalos que acepte la Administración con tal de que cada sistema se despliegue una vez cada seis años.

8.3 Una Administración que apruebe nuevas e innovadoras dispositivos y/o disposiciones de balsas inflables según la resolución 4 puede permitir intervalos entre servicios más largos con las condiciones siguientes:

¹³ Véase la Recomendación sobre las condiciones para la aprobación de estaciones de servicio de balsas salvavidas inflables, aprobada por la Organización mediante la resolución A.761(18).

8.3.1 El dispositivo o disposición nueva e innovadora ha demostrado mantener el mismo estándar, según lo requerido por los procedimientos de prueba, durante el plazo ampliado entre revisiones.

8.3.2 El sistema de balsas se revise a bordo por personal certificado según lo establecido en el párrafo 8.1.1

8.3.3 Se realizan revisiones a intervalos menores de 5 años de acuerdo con las recomendaciones de la Organización¹⁴

8.4 Todas las reparaciones y las labores de mantenimiento de los botes de rescate inflables se realizarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se pueden hacer a bordo reparaciones de emergencia, sin embargo, las reparaciones permanentes se efectuarán en una estación aprobada.

8.5 La Administración que permita la ampliación del intervalo entre revisiones de las balsas de acuerdo con el párrafo 8.3 deberá informar a la Organización de ello de acuerdo con la regulación I/5(b).

11 Revisión periódica de los dispositivos de puesta a flote y medios de zafa en tierra

11.1 Dispositivos de puesta a flote

.1 se deberán revisar en los plazos recomendados de acuerdo con las instrucciones para el mantenimiento a bordo según se dispone en la regla 36.

.2 serán sometidos a un examen completo a intervalos no mayores de 5 años, y

.3 una vez finalizado el reconocimiento indicado en el párrafo .2 se someterán a una prueba dinámica de frenado del chigre de acuerdo con el párrafo 6.1.2.5.2 del Código

11.2 Mecanismo de suelta en carga de los botes salvavidas:

.1 se revisará en los plazos recomendados de acuerdo con las instrucciones para mantenimiento a bordo según lo dispuesto en la regla 36;

.

ANEXO D.

CUADRO DEL CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE L/I SIERRA NEGRA

Sector	Instalaciones	Equipos	Nivel de trabajo	Ronda diarias	250 Horas. o cada 3 meses	500 horas o cada 6 meses	1000 horas o cada 12 meses	2000 horas o cada 24 meses	
Casco y Superestructura	Obra viva	Verificar espesores de casco	Trabajos especializados					x	
		Limpieza y carenamiento del casco	Trabajos especializados					x	
		Reemplazo pintura de casco	Trabajos especializados					x	
		Reemplazo protección catódica	Trabajos especializados					x	
	Obra muerta								
	Cubierta principal	Verificar espesores	trabajos especializados						x
		Limpieza de la cubierta	Trabajos especializados						x
		Reemplazo pintura de la cubierta	Trabajos especializados						x
	Cubierta magistral	Reemplazo pintura de la superestructura	Trabajos especializados						x
	helipuerto								
Maquinaria de Cubierta Principal	Grúa	Motor eléctrico							
	Sistema de Fondeo	winche hidráulico							
		inspeccionar cadena y ancla	Trabajos de rutina	x					
		limpieza cadena ancla	Trabajos especializados						x
Botes auxiliares	lancha a motor								
Equipos del Puente de Mando	Equipos electrónicos y de navegación	Radio HF							
		Radio VHF							
		Radar							
		Chequeo general	Trabajos especializados					x	
		Limpieza externa	Trabajos de rutina	x					
		Navegador por satélite							
		Compas Magnético							
		Calibración compas magnético	Trabajos complejos					x	
		Radio Bidireccional							
		Sistema de Rastreo Satelital							
		Sonar							
		Navtex							
Limpieza externa	Trabajos de rutina	x							

	Material de salvamento	EPIRB							
		Chalecos							
		Inspección visual	Trabajos de rutina	x					
		Aros Salvavidas							
		Inspección visual	Trabajos de rutina	x					
		Señales luminosa (pistola de señales)							
		Chequeo general	Trabajos especializados				x		
Sala de Maquinas	Planta Propulsora	Motor principal 1 y 2							
		Inspeccionar separador de agua y aceite	Trabajos de rutina	x					
		Inspeccionar Bombas de agua	Trabajos de rutina					x	
		Inspeccionar bomba de combustible	Trabajos de rutina					x	
		Inspeccionar turbo-compresores	Trabajos de rutina				x		
		Inspeccionar filtro de aire	Trabajos de rutina		x				
		Inspeccionar sistema de admisión	Trabajos de rutina		x				
		Inspeccionar Intercooler	Trabajos de rutina		x				
		Inspeccionar mangueras y abrazaderas	Trabajos de rutina			x			
		Inspeccionar sistema de arranque	Trabajos de rutina					x	
		Inspeccionar estado y tensión de correas	Trabajos de rutina	x					
		Inspeccionar tensores de correas	Trabajos de rutina				x		
		Verificar nivel de aceite	Trabajos de rutina	x					
		Verificar nivel de refrigerante	Trabajos de rutina	x					
		Cambio de filtro y aceite	Trabajos complejos		x				
		Verificar inyectores de combustible	Trabajos especializados					x	
		Reemplazo filtro de refrigerante	Trabajos complejos		x				
		Reemplazo Filtro de aire	Trabajos complejos			x			
		Reemplazo de filtro de combustible	Trabajos complejos			x			
		Reemplazo correa	Trabajos complejos				x		
		Reemplazo rejilla de combustible	Trabajos complejos					x	
		Limpieza intercambiador de calor	Trabajos especializados					x	
		Ajuste de tolerancia de válvulas	Trabajos especializados				x		
				Reductor 1 y 2					
				Cambio de aceite	Trabajos complejos			x	
				Eje propulsor 1 y 2					
				Engrase de ejes	Trabajos complejos		x		

ANEXO E

CUADRO COMPARATIVO DE CRONOGRAMAS DE MANTENIMIENTOS

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2011

AREA: EQUIPOS DE PUENTE

EQUIPO: RADAR

JOB	Descripción del Trabajo	Periodicidad	Responsable	Registro	Comparación con el plan de mantenimiento propuesto
01	Limpieza de la pantalla LCD y teclas de controles usando tisúes y un limpiador LCD para remover el polvo y la sal depositada, cambie el tisúes frecuentemente para evitar rayar la pantalla. No utilice solventes tales como thinner. Acetona o benceno para la limpieza.	Diario	CAPITAN	Libro de Trabajos del Puente	Aplicable al plan de mantenimiento para el PNG
02	Chequeo y Ajuste de Conexiones	Semanal	CAPITAN	Libro de Trabajos del Puente	No aplica para nuestro plan diseñado
03	Limpieza o reemplazo de cables de conexión a tierra.	Anual	CAPITAN TECNICO	- Certificado	No aplica
04	Revisión o reemplazo de la banda cuando el barrido no esté sincronizado con la antena	Anual	CAPITAN TECNICO	- Certificado	No aplica
05	Prueba de Memoria I/O	Anual	CAPITAN TECNICO	- Certificado	No aplica
06	Prueba Patrón de la Pantalla.	Anual	CAPITAN TECNICO	- Certificado	No aplica
07	Prueba de nivel de señal del GPS	Anual	CAPITAN TECNICO	- Certificado	No aplica
08	Cambie la batería de litio dentro del tablero en el interior de la pantalla.	5-10 Años	CAPITAN TECNICO	- Certificado	No aplica

AREA: EQUIPOS DE PUENTE

EQUIPO: RADIOS, RECEPTOR NAVTEX

JOB	Descripción del Trabajo	Periodicidad	Responsable	Registro	Comparación con el plan de mantenimiento propuesto
01	Limpieza de la pantalla LCD usando tisúes y un limpiador LCD para remover el polvo y la sal depositada, cambie el tisúes frecuentemente para evitar rayar la pantalla. No utilice solventes tales como thinner. Acetona o benceno para la limpieza.	Diario	CAPITAN	Libro de Trabajos del Puente	Aplicable al plan de mantenimiento para el PNG
02	Chequeo y Ajuste de Conexiones	Semanal	CAPITAN	Certificado	No aplica
03	Limpieza o reemplazo de cables de conexión a tierra.	Anual	CAPITAN TECNICO	- Certificado	No aplica
04	Cambio de Fusibles	Si se sopla	CAPITAN TECNICO	- Certificado	No aplica

05	Reemplace el papel térmico	Si aparece el icono ☐X	CAPITAN TECNICO	-	Certificado	No aplica
06	Prueba de Memoria ROM, RAM, puerto de datos, batería, teclado y pantalla LCD	Anual	CAPITAN TECNICO	-	Certificado	No aplica
07	Cambie la batería de litio dentro del tablero en el interior de la pantalla.	5-10 Años	CAPITAN TECNICO	-	Certificado	No aplica
08	Cambie la pantalla LCD cuando la brillantez no pueda ser aumentada.	20.000 Horas	CAPITAN TECNICO	-	Certificado	No aplica

AREA: EQUIPOS DE PUENTE

EQUIPO : ECOSONDA Y GPS

JOB	Descripción del Trabajo	Periodicidad	Responsable	Registro	Comparación con el plan de mantenimiento propuesto	
01	Limpieza de la pantalla LCD usando tisúes y un limpiador LCD para remover el polvo y la sal depositada.	Diario	CAPITAN	Libro de Trabajos del Puente	Aplicable al plan de mantenimiento para el PNG	
02	Chequeo y Ajuste de Conexiones	Semanal	CAPITAN	Libro de Trabajos del Puente	No aplica	
03	Revisión de Servicio Autorizado	Anual	CAPITAN TECNICO	-	Certificado	No aplica

AREA: DEPARTAMENTO DE CUBIERTA

SISTEMA: SISTEMA DE FONDEO

JOB	Descripción del Trabajo	Periodicidad	Responsable	Registro	Comparación con el plan de mantenimiento propuesto	
01	Limpieza y verificación del circuito eléctrico.	Mensual	Timonel Maquinista	-	Libro de Trabajos de Cubierta	No aplica, su sistema es hidráulico
02	Engrasado de partes móviles, completar nivel de aceite chequeo de fugas y prueba de funcionamiento de timones principal y de emergencia y mantenimiento de pintura.	Mensual	Timonel	-	Libro de Trabajos de Cubierta	No aplica
03	Mantenimiento de Motor Eléctrico y Cambio de rodamientos	Anual	Timonel Maquinista	-	Libro de Trabajos de Cubierta	No aplica
04	Cambio de la Cadena	Cada 5 años	Timonel Maquinista	-	Libro de Trabajos de Cubierta	No aplica, se considera correctivo

AREA: DEPARTAMENTO DE CUBIERTA

SISTEMA: CASCO Y PROPULSION

JOB	Descripción del Trabajo	Periodicidad	Responsable	Registro	Comparación con el plan de mantenimiento propuesto	
01	Limpieza de Cubiertas y acomodación	Diario	TIMONEL	-	Libro de Trabajos de Cubierta	Aplica para el plan propuesto para el PNG
02	Coger fallas de Pintura de obra muerta y exterior de la superestructura	Semanal	TIMONEL	-	Libro de Trabajos de Cubierta	Si aplica
03	Limpieza de Hélice y Pala	Trimestral	TIMONEL	-	Libro de Trabajos de Cubierta	Si aplica, en nuestro plan se realiza cada dos años se considera un trabajo en dique
04	Limpieza de la obra viva y tomas de mar	Trimestral	TIMONEL	-	Libro de Trabajos de Cubierta	No aplica, se necesita estar en dique para realizarlo
05	Inspección General de la Nave.	Semestral	TIMONEL ADMINISTRADOR	-	Libro de Trabajos de Cubierta	Si aplica para el plan de mantenimiento es similar a las inspecciones visuales

06	Pintura de obra viva e interiores.	Cada Dique	TIMONEL	Libro de Trabajos de Cubierta	Si aplicable en nuestro plan el mantenimiento es bianual
07	Revisión de Sistema de Propulsión, Sistema de Gobierno y Sistema de Fondeo	Cada Dique	TIMONEL - ASTILLERO	Libro de Trabajos de Cubierta	Similar a nuestro plan donde lo realizan personas especializadas

AREA: DEPARTAMENTO DE CUBIERTA

EQUIPOS: EQUIPOS DE SALVAMENTO

JOB	Descripción del Trabajo	Periodicidad	Responsable	Registro	Comparación con el plan de mantenimiento propuesto
01	Inspección de equipos para verificar que estén completos y listos para su uso.	Diario	TIMONEL	Libro de Trabajos de Cubierta	No aplicable a nuestro plan, es parte se la supervisión del capitán
02	Verificación de instalación y caducidad de los seguros hidrostáticos de la balsa y del EPIRB.	Semanal	TIMONEL	Libro de Trabajos de Cubierta	no descrito en nuestro plan, lo consideramos parte del chequeo general
03	Inspección de Balsa, Chalecos y Aros Salvavidas.	Semanal	TIMONEL	Libro de Trabajos de Cubierta	no descrito en nuestro plan, lo consideramos parte del chequeo general
04	Prueba de EPIRB, SART, llamada DSC en VHF y MF/HF y chequear caducidad de baterías.	Mensual	TIMONEL	Libro de Trabajos de Cubierta	no descrito en nuestro plan, lo consideramos parte del chequeo general
05	Chequear caducidad de pitotecnia, baterías de litio de radios bidireccionales.	Mensual	TIMONEL	Libro de Trabajos de Cubierta	no descrito en nuestro plan, lo consideramos parte del chequeo general
06	Repintar marcas en dispositivos de seguridad.	Anual	TIMONEL	Libro de Trabajos de Cubierta	Si se aplica, lo exige la autoridad marítima local
07	Servicio autorizado a la Balsa Salvavidas	Anual	PROVEDOR	Certificado	Si aplica, lo exige el código de seguridad marítima
08	Servicio autorizado y Prueba del EPIRB	Anual	PROVEDOR	Certificado	Si se aplica pues lo exige el convenio SOLAS

AREA: DEPARTAMENTO DE CUBIERTA

EQUIPO: EQUIPOS CONTRAINCENDIO

JOB	Descripción del Trabajo	Periodicidad	Responsable	Registro	Comparación con el plan de mantenimiento propuesto
01	Inspección de equipos para verificar que estén completos y listos para su uso.	Diario	TIMONEL	Libro de Trabajos de Cubierta	No aplicable a nuestro plan, es parte se la supervisión del capitán
02	Prueba de Sistema de Alarma y Detección de Incendios.	Semanal	TIMONEL	Libro de Trabajos de Cubierta	No aplicable a nuestro plan, no se realizan ningún tipo de trabajo sobre ellos, pues se considera para capacitar al personal a bordo
03	Inspección de Extintores portátiles, Banco fijo CO2, traje aproximación y equipos de respiración	Semanal	TIMONEL	Libro de Trabajos de Cubierta	Aplicable a nuestro plan
04	Prueba de Bombas Cl, mangueras, circuitos y pitones.	Mensual	TIMONEL - MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Cubierta	No aplicable a nuestro plan, no se realizan ningún tipo de trabajo sobre ellos, pues se considera para capacitar al personal a bordo
05	Revisión de Extintores, pesado y/o recarga	Anual	TIMONEL	Libro de Trabajos de Cubierta	Si se aplica pues lo exige el convenio SOLAS
06	Servicio autorizado del Banco fijo de CO2.	Bi Anual	PROVEDOR	Certificado	Si se aplica pues lo exige el convenio SOLAS

07	Prueba Hidrostática de botellas	Quinquenal	PROVEEDOR	Certificado	Si se aplica pues lo exige el convenio SOLAS
----	---------------------------------	------------	-----------	-------------	--

AREA: DEPARTAMENTO DE MAQUINAS

EUIPO: MAQUINA PRINCIPAL, GENERADORES

JOB	Descripción del Trabajo	Periodicidad	Responsable	Registro	Comparación con el plan de mantenimiento propuesto
01	Chequeo de nivel de Agua y Aceite, fugas o goteos, Reversible y Limpieza general.	Diario	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	Aplicable a nuestro plan de mantenimiento.
02	Cambio de Aceite y Filtros y cambio o chequeo de Filtros de combustible	MMPP: c/ 5 Semanas GEN: c/ 3 Semanas	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	Similar a nuestra planificación de la embarcación con diferente fechas de realización.
03	Chequeo de Filtro de aire, limpieza del filtro de agua salada, chequeo de baterías, cambio de zincs y cambio de agua dulce.	Cada semanas 5	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	Aplicable, pero en nuestro caso se realiza en fecha diferentes propuesta
04	Ajuste de Válvulas, ajuste de pernos de anclaje y ajuste de bandas.	Semestral	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	Si se realiza con diferente fecha de realización
05	Revisión y mantenimiento de Bomba de Inyección y Calibración de Inyectores	Semestral	MAQUINISTA - TALLER AUTORIZADO	Libro de Trabajos de Maquinas	Si se realiza con diferente fecha de realización
06	Revisión del impeler de Bombas de Agua dulce y salada y Bomba de Lubricación	Semestral	MAQUINISTA – TALLER AUTORIZADO	Libro de Trabajos de Maquinas	No se aplica, a su defecto sería un trabajo correctivo.
07	Descarbonización, reparación y puesta a punto del motor	Cada dique	MAQUINISTA - TALLER AUTORIZADO	Libro de Trabajos de Maquinas	Si se aplica a nuestro plan propuesto
08	Revisión y limpieza de enfriador de agua dulce y limpieza del soplador.	Cada dique	MAQUINISTA - TALLER AUTORIZADO	Libro de Trabajos de Maquinas	no descrito en nuestro plan, lo consideramos parte de la limpieza sistemáticas
09	Revisión del sistema eléctrico e instrumentos de cada motor.	Cada dique	MAQUINISTA - TALLER AUTORIZADO	Libro de Trabajos de Maquinas	no descrito en nuestro plan, lo consideramos parte de la inspecciones generales
10	Prueba de Sensores de presión, temperatura y sobre velocidad	Cada dique	MAQUINISTA - TALLER AUTORIZADO	Libro de Trabajos de Maquinas	No aplica para nuestro plan de mantenimiento

AREA: DEPARTAMENTO DE MAQUINAS

EQUIPO: Tanques del buque

JOB	Descripción del Trabajo	Periodicidad	Responsable	Registro	Comparación con el plan de mantenimiento propuesto
01	Limpieza de Tanques de agua de bebida, tanque de diesel y tanque de aguas negras	Cada Dique	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	no descrito en nuestro plan, lo consideramos parte de la limpieza y cambio de pintura de obra viva

AREA: DEPARTAMENTO DE MAQUINAS

EQUIPO: BOMBA CI PORTATIL

JOB	Descripción del Trabajo	Periodicidad	Responsable	Registro	Comparación con el plan de mantenimiento propuesto
01	Chequeo del sistema Eléctrico	Mensual	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	Si aplica a nuestro plan con diferente fecha de realización
02	Cambio de aceite y bujías	Trimestral	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	Si aplica a nuestro plan

AREA: DEPARTAMENTO DE MAQUINAS
EQUIPO: BOMBAS ELECTRICAS

JOB	Descripción del Trabajo	Periodicidad	Responsable	Registro	Comparación con el plan de mantenimiento propuesto
01	Chequeo de calentamiento, goteos, vibraciones y limpieza general.	Diario	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	No descrito en nuestro plan, lo consideramos parte de las observaciones visuales.
02	Chequeo del sistema eléctrico.	Cada 2 meses	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	No aplica a nuestro plan
03	Chequeo de turbina y sello, mantenimiento en general.	Cada 2 meses	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	No aplica
04	Medir aislamiento.	Anual	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	No aplica
05	Cambio de sellos.	Anual	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	No aplica

AREA: DEPARTAMENTO DE MAQUINAS
EQUIPO: AIRE ACONDICIONADO/CALENTADORES

JOB	Descripción del Trabajo	Periodicidad	Responsable	Registro	Comparación con el plan de mantenimiento propuesto
01	Limpieza y / o Cambio de filtro exterior.	Mensual	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	No descrito en nuestro plan, lo consideramos parte de las observaciones visuales
02	Chequeo de ventiladores, del blower auxiliar y limpieza de drenajes.	Mensual	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	No descrito en nuestro plan, lo consideramos parte de las observaciones visuales
03	Chequeo de presión de freón y mantenimiento de la pintura del equipo	Trimestral	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	No descrito en nuestro plan, lo consideramos parte de las observaciones visuales

AREA: DEPARTAMENTO DE MAQUINAS
EQUIPO: SISTEMA ELECTRICO

JOB	Descripción del Trabajo	Periodicidad	Responsable	Registro	Comparación con el plan de mantenimiento propuesto
01	Inspección visual de circuitos y conexiones eléctricas	Diario	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	Se aplica a nuestro plan pero con diferente fecha de realización
02	Revisión de Luminarias	Semanal	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	No aplica se considera correctivo
03	Revisión de Banco de Baterías.	Mensual	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	Si aplica con diferente grado de revisión
04	Ajuste de conexiones, revisión de tableros y circuitos eléctricos, medida de cargas.	Trimestral	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	Si aplica con diferente fecha de realización
05	Medición de aislamiento de cables de distribución principal y auxiliar	Anual	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	Si aplica como inspección anual
06	Limpieza eléctrica de Generadores	Anual	MAQUINISTA	Libro de Trabajos de Maquinas	No aplicable a nuestro plan de mantenimiento

BIBLIOGRAFIA

1. <http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/plan+de+mantenimiento+basado+en+instrucciones+de+los+fabricantes>
2. <http://www.durofelguera.com/opemasa/Articulos%20mantenimiento.html>
3. <http://www.renovetec.com/ejemploplanmantenimiento.html>
4. http://grupos.emagister.com/documento/cronograma_de_mantenimiento_de_motores_diesel.com
5. <http://www.solomantenimiento.com>
6. <http://www.construaprende.com/>
7. <http://www.mescorza.com/manten/mantenimiento/indexman.htm>
8. <http://www.mantenimientomundial.com>
9. <http://www.dliengineering.com/vibman-spanish/glennspanol-toc.htm>
10. Ing. Álvaro Eduardo Pesantez Huerta “*Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa Empacadora de Camarón*” (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción 2007)
11. Ing. Diego Fabricio Jaramillo Peñaloza “*Diseño del Plan de Mantenimiento Programado de la Segunda Etapa de Producción Criogénica de una Planta de Separación de Gases*” (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción 2003)

12. Ing. Roberto Javier Agama Pesantez "*Plan de Mantenimiento de las Lanchas de INGALA*" (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción 1989)

13. Ing. Pablo Javier Logroño Vivanco "*Desarrollo de una programa de Mantenimiento Preventivo en una Fábrica Textil*" (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción 1993)

<http://www.monografias.com/trabajos18/mantenimiento-productivo/mantenimiento-productivo.shtml>