



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADO EN
CIENCIAS NAVALES**

AUTOR

CRISTIAN ANTONIO DIAZ CONCHA

TEMA

**EL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA NAVAL Y LA
CONTRIBUCIÓN PARA ALARGAR LA VIDA ÚTIL DEL BUQUE ESCUELA
"MARAÑÓN".**

DIRECTOR

CPFG-EMS. JULIO ORTIZ MELO

SALINAS, DICIEMBRE 2014

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo realizado por el estudiante Cristian Antonio Diaz Concha, cumple con las normas metodológicas establecidas por la Universidad de la Fuerzas Armadas – ESPE, y se ha desarrollado bajo mi supervisión, observando el rigor académico y científico que la Institución demanda para trabajos de titulación, por lo cual autorizo se proceda con el trámite legal correspondiente.

Salinas, a los 8 días del mes de diciembre del año 2014

Atentamente

.....

CPFG-EMS Julio Ortiz Melo

Director de Tesis

DECLARACIÓN EXPRESA

El suscrito, Cristian Antonio Diaz Concha, declaro por mis propios y personales derechos, con relación a la responsabilidad de los contenidos teóricos y resultados procesados, que han sido presentados en formato impreso y digital en la presente investigación, cuyo título es: “El plan de mantenimiento de la maquinaria naval y la contribución para alargar la vida útil del buque escuela "Marañón”, son de mi autoría exclusiva, que la propiedad intelectual de los autores consultados, ha sido respetada en su totalidad y, que el patrimonio intelectual de este trabajo le corresponde a la Universidad de la Fuerzas Armadas - ESPE.

Cristian Antonio Diaz Concha
Autor

AUTORIZACIÓN

Yo, Cristian Antonio Diaz Concha Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, la publicación en la biblioteca de la institución de la Tesis titulada: "El plan de mantenimiento de la maquinaria naval y la contribución para alargar la vida útil del buque escuela "Marañón", cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Salinas, a los 8 días del mes de Diciembre del año 2014

Cristian Antonio Diaz Concha

Autor

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron para cumplir las metas propuestas, mis padres por sus enseñanzas y ejemplo que me han servido para seguir adelante en esta dura travesía, a mi abuelo y tío que estuvieron allí siempre para darme fuerzas y mi abuela que no está físicamente pero siempre me acompaño espiritualmente además del apoyo brindado por mi novia que fue la inspiración que me faltaba a todos gracias totales.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a dios por la fuerza de voluntad brindada, a mis padres José y Gloria que me brindaron lo más importante de todo la confianza propia y además de todos los seres amados que siempre estuvieron allí para brindarme su apoyo incondicional, a nuestra institución Armada del Ecuador por brindarme la oportunidad de pertenecer a ella y poder colaborar con el engrandecimiento institucional que siempre se ha merecido, además al MSC. Eder Torres por colaborar con sus conocimientos.

TABLA DE CONTENIDO

Preliminares	Página
CERTIFICACIÓN	i
DECLARACIÓN EXPRESA	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
TABLA DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I	1
1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS	4
1.4.1. GENERAL	4
1.4.2. ESPECÍFICOS	4
1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES	4
1.5.1. VARIABLES	4
CAPÍTULO II	4
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1. DESCRIPCIÓN DEL B/E “MARAÑÓN”	5
2.2. MAQUINARIA NAVAL	6

2.3.	MOTOR MARINO DIÉSEL	7
2.4.	PARTES DEL MOTOR DIÉSEL MARINO.....	8
2.5.	DETALLE DE LA MAQUINARIA PRINCIPAL DEL B/E “MARAÑÓN”	15
2.6.	MANTENIMIENTO	16
2.7.	TIPOS DE MANTENIMIENTOS	17
2.8.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	18
2.9.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	19
2.10.	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	20
2.11.	MANTENIMIENTO MODIFICADO	22
2.12.	MANTENIMIENTO PERIÓDICO	22
2.13.	PLANES DE MANTENIMIENTO	23
2.14.	NIVELES DE MANTENIMIENTO	24
2.15.	PROCESO METODOLÓGICO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO....	27
	CAPÍTULO III.....	30
	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	30
3.3.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	30
3.4.	MÉTODOS UTILIZADOS	30
3.5.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS E INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	31
3.5.1.	ENTREVISTAS	39
3.5.2.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA MAQUINARIA	39
	CAPÍTULO IV	42

PROPUESTA DE CREACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO Y FORMATOS DE REGISTRO DE TRABAJOS Y AVERÍAS PARA LA MAQUINARIA PRINCIPAL DEL B/E “MARAÑÓN”	42
4.1. JUSTIFICACIÓN	42
4.2. OBJETIVO.....	42
4.3. DESARROLLO DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS RELACIONADOS CON LA PROPUESTA	42
4.4. CONCLUSIONES.....	46
4.5. RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1	Datos técnicos del B/E “Marañón”	06
Figura 1.2	Motor Diésel Marino	07
Figura 1.3	Bloque de 6 cilindros en línea	08
Figura 1.4	Cigüeñal	09
Figura 1.5	Cabezote de seis cilindros	09
Figura 1.6	Biela de motor diésel	10
Figura 1.7	Cilindro de motor diésel	10
Figura 1.8	Biela de motor	11
Figura 1.9	Válvulas de motor diésel	11
Figura 1.10	Intercambiador de calor	12
Figura 1.11	Inyectores de motores diésel	12
Figura 1.12	Lumbreras de motor diésel	13
Figura 1.13	Empaques de motor de 6 cilindros	13
Figura 1.14	Filtro de combustible diésel	14
Figura 1.15	Cárter de motor diésel	14
Figura 1.16	Bomba de aceite de un motor diésel	15
Figura 1.17	Tipos de mantenimiento	17
Figura 1.18	Proceso metodológico del plan de mantenimiento	28
Figura 1.19	Parte lateral del motor	31
Figura 1.20	Parte inferior de un cilindro de la maquinaria principal	32
Figura 1.21	Vista frontal del sistema de expulsión de gases	32
Figura 1.22	Tubería de sistema de enfriamiento de la maquinaria principal	33
Figura 1.23	Tapa lateral del recolector de gases de escape	34

Figura 1.24	Eje afectado por la humedad	35
Figura 1.25	Foto ampliada del eje afectado por la humedad del ambiente	35
Figura 1.26	Zona del reversible afectado por la humedad	36
Figura 1.27	Zona del reversible año 2013	36
Figura 1.28	Zona inferior del cárter de la maquinaria principal	37
Figura 1.29	Vista frontal de los cilindros de la maquinaria principal	37
Figura 1.30	Foto ampliada del cilindro fuera de servicio y la válvula de venteo faltante	38
Figura 1.31	Válvula de arranque de fabricación ecuatoriana	38

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1	Niveles de mantenimiento	24
Tabla 1.2	Niveles de mantenimiento (ARMADA)	25
Tabla 1.3	Estado actual de la maquinaria principal del B/E "Marañón"	43

RESUMEN

El buque escuela “MARAÑÓN” forma parte fundamental en la formación integral de los guardiamarinas, ya que aplican los conocimientos obtenidos de manera teórica en las aulas de clase; debido a sus 61 años de servicio desde su creación y sus 13 años al servicio de la armada del Ecuador como remolcador “Sangay”, su maquinaria naval principal posee varios componentes que no funcionan al 100 % como en sus inicios, debido a la falta de piezas originales por parte de la empresa Fairbanks & Morse marca original del motor, además de la falta de mantenimiento oportuno durante sus periodos de parada; cabe recalcar que los planes de mantenimientos creados son únicamente fundamentados en la recopilación de la información obtenida por medio de entrevistas a personal calificado a trabajar con la maquinaria principal además se realizó investigación de campo a bordo del B/E “MARAÑÓN”, el aumento de su vida útil está estrechamente vinculada con el mantenimiento de su maquinaria principal.

Palabras clave: Marañón, guardiamarinas, Armada del Ecuador, Sangay, Planes de mantenimiento, Fairbanks & Morse, maquinaria principal.

ABSTRACT

The training ship "MARAÑÓN" a fundamental part in the formation of the midshipmen, as they apply the knowledge obtained theoretically in the classroom; because of his 61 years of service since its inception and its 13 years of service to the army of Ecuador as tug "Sangay" its main naval machinery has several components that do not work 100% as in the beginning, due to lack of original pieces by Fairbanks & Morse company brand original engine, plus the lack of timely maintenance during periods of inactivity; should be emphasized that maintenance plans are created solely grounded in the collection of the information obtained through interviews with qualified working staff besides the main machinery field research was conducted aboard the B / E "MARAÑÓN" increased his life is closely linked with the maintenance of the main machinery.

Palabras clave: Marañón, midshipmen, Ecuatorian navy, Sangay, maintenance plans, Fairbanks & Morse, main machinery.

CAPÍTULO I

PROBLEMA SITUACIONAL DE LOS MANTENIMIENTOS EN LA MAQUINARIA NAVAL Y LA INCIDENCIA EN EL PERIODO DE VIDA ÚTIL DEL BUQUE ESCUELA “MARAÑÓN”.

Los planes de mantenimiento influyen directamente en el estado de operatividad de la maquinaria naval a bordo de cualquier unidad y extiende la vida útil que posee de acuerdo a los datos del fabricante, aprovechando su máxima capacidad de rendimiento; se debe resaltar que el B/E “Marañón” ha estado en la fuerza desde el 2001 siendo construido y puesto al servicio en 1953, en sus 61 años de servicio difiere al estado actual de la maquinaria principal pues posee muchas fallas en su óptimo funcionamiento por falta de un mantenimiento periódico y personal calificado que lo ejecute.

1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La maquinaria naval a bordo de las unidades siempre están en constante operación y debido a eso están sujetas a fallas o disminución de eficiencia mecánica lo cual provoca una reducción en su operatividad en tiempos de navegación e incluso averías permanentes disminuyendo así el tiempo de vida útil de la maquinaria, por lo cual se hace necesario implementar planes de mantenimiento que aseguren un rendimiento adecuado de la maquinaria en especial en los buques, debido a que por varios factores como logísticos, económicos, de conocimiento y experiencia en los operadores limitan ejecutar un mantenimiento óptimo.

Ha prestado servicio desde 1953 como remolcador y en la actualidad presta servicios como buque de instrucción por lo que se mantiene en constantes navegaciones, su maquinaria principal debido a sus 61 años de operación es afectada, ya sea por desgaste propio del material, como por falta

de mantenimiento o la ejecución de un mantenimiento no acorde para motores marinos de esta clase, lo que provoca continuas paradas en sus navegaciones.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

A fin de elaborar un plan de mantenimiento para la maquinaria principal utilizada a bordo del B/E "Marañón", que pueda adaptarse al motor usado por la unidad, que contrarresten las continuas fallas de su maquinaria que imposibilita el normal funcionamiento de todos sus componentes mecánicos en la unidad naval, se debe tener en cuenta que toda maquinaria desde que sale de fábrica posee los planes de mantenimiento y se convierten en vitales para garantizar la operatividad de la maquinaria principal.

Las fallas en los planes de mantenimiento se deben a varios factores entre los que tenemos:

- Limitaciones Logísticas debido a que la disponibilidad de repuestos para este tipo de maquinaria se han descontinuado, provocando que se adapte piezas de otras líneas de producción, situación que no es lo más recomendable.
- Limitaciones económicas debido a que los repuestos existentes son limitados estos tienen un costo superior a los de nueva generación, o en ocasiones se hace necesario la confección de piezas lo que encarece aún más su reparación y mantenimiento.
- Falta de conocimiento y experiencia en los operadores al ser un buque de más de seis décadas, el conocimiento de su mantenimiento, reparación y operación se ha visto reducido por el retiro por jubilación de algunos de los operadores y mantenedores, esto ha provocado que las nuevas generaciones tengan grandes vacíos de conocimiento en este tipo de maquinarias.

Todos los planes de mantenimiento de la maquinaria principal contribuyen a extender la vida útil y a su normal funcionamiento durante un periodo de tiempo hasta que se necesite otro mantenimiento de la maquinaria, dependiendo de los periodos de mantenimiento (pueden ser diario, semanal, quincenal, mensual, trimestral, semestral, anual, dependiendo del tipo mantenimiento preventivo, correctivo y mayor u overhaull) se los debe planificar con fechas exactas con los recursos necesarios para evitar cualquier retraso en su ejecución; con un plan de mantenimiento efectivo se puede evitar la pérdida total de la maquinaria principal lo cual afectaría permanentemente la operatividad de la Unidad.

Por lo tanto es determinante la importancia del desarrollo de un plan de mantenimiento para la maquinaria principal a fin de contribuir con la prolongación de su vida útil dentro del B/E “Marañón” o en su defecto el reemplazo de la misma, para alcanzar la normalización en sus periodos de navegación de instrucción para el personal de guardiamarinas.

1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El B/E “Marañón” es uno de los remolcadores más antiguos que posee la Armada del Ecuador en la actualidad, en el 2013 se transformó en un buque escuela y se encuentra fondeada en la Rada de Salinas frente a la Escuela Superior Naval, sirve para impartir instrucción naval sobre principios de navegación a los guardiamarinas; esta tarea encomendada a la unidad se ve limitada, uno de las principales causas es debido a la falta de mantenimiento de su maquinaria principal y el desgaste normal de la piezas internas, lo que provoca fallas en su operación normal y paralización de sus periodos de navegación.

Por lo tanto se hace necesario un plan de mantenimiento acorde a las necesidades y características de la maquinaria principal naval a bordo del B/E “Marañón”, para a fin de contribuir a la prolongación de su vida útil.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. GENERAL

Desarrollar un plan de mantenimiento de la maquinaria principal que pueda alargar la vida útil del B/E "Marañón".

1.4.2. ESPECÍFICOS

- Identificar el estado de la maquinaria principal en la unidad naval para evaluar el mantenimiento a realizar.

- Establecer los periodos y materiales a utilizarse en los mantenimientos para la maquinaria principal en la unidad naval.

- Establecer formatos de control y registro a fin de generar un historial de la maquinaria principal.

1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES

La obsolescencia de la maquinaria principal tanto técnica como logística en los mantenimientos efectuados en B/E "Marañón", ha provocado que esta haya cumplido su vida útil.

1.5.1. VARIABLES

- **INDEPENDIENTE:**

Obsolescencia de la maquinaria principal del B/E "Marañón".

- **DEPENDIENTE:**

Alargar la vida útil del B/E "Marañón".

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL B/E “MARAÑÓN”

El B/E “Marañón” fue construido en los astilleros de la empresa Avondale Marine, INC. Su localización es en la ciudad de New Orleans, Estados Unidos. Esta empresa poseía varios contratos con la marina estadounidense para la fabricación de algunas unidades de guerra; bautizado con el nombre U.S. ARMY LT-1953 esta identificación la empleo en los primeros años de operación desde Enero de 1953, después paso a ser llamado Salerno LT-1953, en el año de 1984 fue reasignado al Estado de Texas, Brownsville, en 1997 prestó servicios en la autoridad portuaria, hasta que en diciembre del 2000 se lo puso en venta.

En el año 2001 es adquirido por la Armada del Ecuador, la empresa encargada de la compra y adecuación de la unidad fue ASTINAVE, con la bandera Ecuatoriana se bautizó con el nombre de “Remolcador Sangay”; por la gestión del Director de la Escuela Superior Naval CPNV-EMC Valdemar Sánchez Vera el 12 de julio del 2002 el buque es donado para la contribución en la formación integral de los guardiamarinas, desde el 2002 hasta el 2012 su operación como BAE Sangay fue lleno de periodos de inactividad sobre todo por la falta de presupuestos y repuestos originales, los Astillero Navales Ecuatorianos junto a la Dirección de Mantenimiento y Reparaciones de la Armada (DIMARE) han realizados esfuerzos por recuperar su operatividad, por lo que después de finalizar un proyecto de recuperación en el 2013 pasó a ser llamado “Buque Escuela Marañón” nombre con el que se lo identifica hasta la actualidad.

El primer comandante del BAE “Marañón” fue el Sr. TNNV-SU David Leonardo Guevara Haro quien recibió el buque en el 2011 con un estado

óptimo en la maquinaria principal y su principal objetivo era contribuir a las prácticas de los guardiamarinas, en el 2014 se entregó el comando del buque al Sr. ALFG-SU Diego Eduardo Bonilla Jaime quien actualmente opera, la cual permanece fondeada en la rada de salinas.

Tipo de unidad	: OCEÁNICO
Clase de buque	: REMOLCADOR
Eslora	: 107' pies
Manga	: 26' - 06" pulgadas
Puntal	: 14' - 10" pulgadas
Calado ligero	: 11' - 06" pulgadas
Calado cargado	: 12' - 01" pulgadas
Calado máximo con domo	: 5,5 mts
Desplazamiento a toda carga	: 390 tons.
Desplazamiento liviano (tons. inglesas)	: 295 tons.
Velocidad máxima (220 RPM)	: 10 nudos.
Velocidad de remolque	: 8 nudos.
Radio de crucero	: 3000 Millas Náuticas
Número de unidades propulsoras	: 01
Potencia en H.P.	: 1200 HP
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	: 68 Gal/Hr
Combustible usado por el buque	: Diésel (DMFO)
Número de cubiertas	: 02

Figura 1.1

Datos técnicos del B/E "Marañón"

Fuente: Manual digital del B/E "Marañón"

Elaborado por: ALFG-ARM Andrés Alcívar A.

2.2. MAQUINARIA NAVAL

El término Maquinaria Marítima es muy amplio y cubre diferentes aspectos que tratan sobre: selección, diseño, construcción y operación de maquinaria a bordo de los buques, pero para nuestro caso nos concentraremos en el mantenimiento y operación de la maquinaria principal naval. Una concepción básica de esta maquinaria lo compondría: un sistema de refrigeración de agua dulce, enfriado por agua salada que es el principal elemento que se puede tomar del mar, de esta manera se brinda un nivel de temperatura de operatividad óptimo; un sistema de potencia que pueden ser de potencia o eléctricas como: (Motores y generadores) (torres), estos tipos de maquinaria naval son especialmente diseñados para trabajar con cargas

muy grandes, además de soportar grandes esfuerzos por las condiciones adversas del mar y ambientes altamente corrosivos por la salinidad, por estos factores externos e internos esta maquinaria tiene más probabilidad de tener fallas a lo largo de su periodo de operación si no se ejecuta los mantenimientos respectivos dependiendo de la marca (calidad) y función de la maquinaria (tipo de empleo); los motores diésel también entran en la categoría de maquinaria naval debido a que los motores terrestres pueden ser adecuados para que puedan funcionar a bordo de un buque.

2.3. MOTOR MARINO DIÉSEL

Entre los motores de combustión interna se puede resaltar los que son alimentados por combustible (Diésel), debido a que aporta un 30% más en la potencia del motor con respecto a uno de gasolina, y dependiendo del precio del diésel, su empleo puede llegar a ser más económico. (Garro) El sistema de refrigeración esta modificado para funcionar empleando aceite y agua dulce, el agua salada es la que refrigera todo el sistema, esto hace que se reduzca notablemente el uso de otro refrigerante como en el en el caso de los motores terrestres; su estructura principal está compuesta de partes móviles e inmóviles los cuales actúan con la energía mecánica y térmica.



Figura 1.2

Motor Diésel Marino

Fuente: <http://www.chinadieselengines.es/10-marine-engine.html>

Debido a que se hace necesario definir las partes y accesorios que comprenden un motor diésel marino, se los especificara en el siguiente sección del documento.

2.4. PARTES DEL MOTOR DIÉSEL MARINO

Los motores diésel están compuestos por partes básicas de un motor cualquiera, exceptuando algunas diferencias en su funcionamiento de administración de combustible, sistema de escape y para los motores marinos su sistema de enfriamiento.

- **Bloque (Block):** Es la estructura básica del motor, en el mismo van alojados los cilindros, cigüeñal, árbol de levas, etc. Todas las demás partes del motor se montan en él. Generalmente son de fundición de hierro o aluminio, pueden llevar los cilindros en línea o en forma de V. Lleva una serie de aberturas o alojamientos donde se insertan los cilindros, varillas de empuje del mecanismo de válvulas, conductos del refrigerante, los ejes de levas, apoyos de los cojinetes de bancada y en la parte superior lleva unos taladros donde se sujeta el conjunto del cabezote. (Lucas, 2011)



Figura 1.3

Bloque de 6 cilindros en línea

Fuente: <http://www.ytolatin.es/4b-diesel-engine-parts.html>

- **Cigüeñal:** Es el componente mecánico que cambia el movimiento alternativo en movimiento rotativo. Esta montado en el bloque en los

cojinetes principales los cuales están lubricados. El cigüeñal se puede considerar como una serie de pequeñas manivelas, una por cada pistón. (Lucas, 2011)

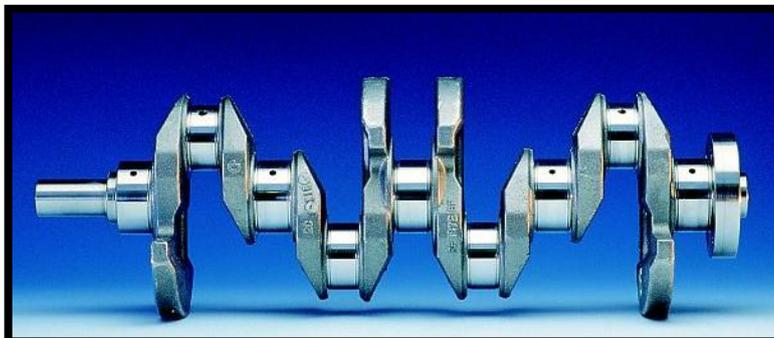


Figura 1.4
Cigüeñal

Fuente: <http://www.tijuiliando.com/noticias/item/1618-funcion-de-los-casquetes-en-el-motor>

- **Cabezote:** Es el elemento del motor que cierra los cilindros por la parte superior. Pueden ser de fundición de hierro o aluminio. Sirve de soporte para otros elementos del motor como son: Válvulas, balancines, inyectores, etc. Lleva los orificios de los tornillos de apriete entre la culata y el bloque, además de los de entrada de aire por las válvulas de admisión, salida de gases por las válvulas de escape, entrada de combustible por los inyectores, paso de varillas de empujadores del árbol de balancines, pasos de agua entre el bloque y la culata para refrigerar, etc. (Lucas, 2011)



Figura 1.5
Cabezote de seis cilindros

Fuente: <http://quito.olx.com.ec/cabezote-ford-4-9-l-o-300-iid-563868152>

- **Pistón:** Es un embolo cilíndrico que sube y baja deslizándose por el interior de un cilindro del motor, son generalmente de aluminio, cada

uno tiene por lo general de dos a cuatro segmentos. El segmento superior es el de compresión, diseñado para evitar fugas de gases. El segmento inferior es el de engrase y está diseñado para limpiar las paredes del cilindro de aceite cuando el pistón realiza su carrera descendente. (Lucas, 2011)



Figura 1.6

Biela de motor diésel

Fuente: <http://www.taringa.net/post/autos-motos/10612607/todo-sobre-Motores-Automotrices-Megapost.html>

- **Camisa (Cilindro):** Son los cilindros por cuyo interior circulan los pistones. Suelen ser de hierro fundido y tienen la superficie interior endurecida por inducción y pulida; normalmente suelen ser intercambiables para poder reconstruir el motor colocando unas nuevas, aunque en algunos casos pueden venir mecanizadas directamente en el bloque en cuyo caso su reparación es más complicada. (Lucas, 2011)



Figura 1.7

Cilindro de motor diésel

Fuente: <http://www.engine-pistons.com>

- **Biela:** Las bielas son las que conectan el pistón y el cigüeñal, transmitiendo la fuerza de uno al otro además debe absorber las fuerzas dinámicas necesarias para poner el pistón en movimiento y pararlo al principio y final de cada carrera. Asimismo la biela transmite la fuerza generada en la carrera de explosión al cigüeñal. (Lucas, 2011)



Figura 1.8
Biela de motor

Fuente: <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15265616/El-Motor.html>

- **Válvulas:** Las válvulas son encargadas de abrir y cerrar las lumbreras de admisión y escape en el momento oportuno de cada ciclo. También se puede definir como compuertas que permiten el paso de algún fluido o gas, se utiliza en circuitos de admisiones y escape. (Lucas, 2011)



Figura 1.9
Válvulas de motor diésel

Fuente: http://funny-pictures.picphotos.net/detroit-diesel-videos-detroit-diesel-video-codes-detroit-diesel/i.ytimg.com*vi*KB8m5Wf1IAQ*hqdefault.jpg/

- **Intercambiador de calor:** Son dispositivos adecuados para transmitir temperaturas entre dos líquidos por medio de tuberías más pequeñas para que el motor pueda mantener una temperatura de trabajo óptima.



Figura 1.10

Intercambiador de calor

Fuente: <http://www.ejbowman.co.uk/lang/es/products/MarineHeatExchangers.htm>

- **Inyectores (Pulverizadores):** Son los dispositivos que producen un efecto de aerosol, pulverizando el diésel dentro de la cámara de combustión y está conectada a la bomba de inyección. (Andramuño, 2014)



Figura 1.11

Inyectores de motores diésel

Fuente: <http://www.sabelotodo.org/automovil/inyectores.html>

- **Lumbreras:** Forman parte del circuito de admisión y escape de los gases después de la combustión dentro del cilindro en un motor de 2 tiempos y funcionan dependiendo de la posición del pistón. (Andramuño, 2014)

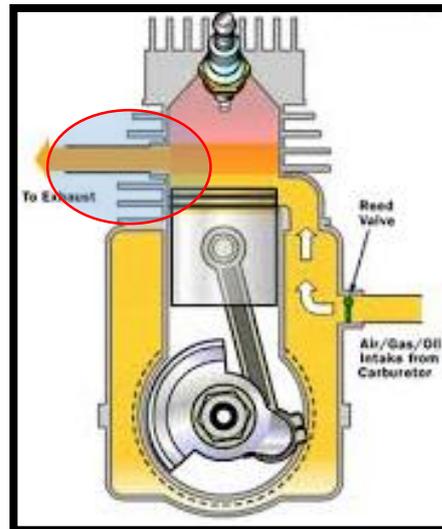


Figura 1.12
Lumbreras de motor diésel
 Fuente: <https://motor4t.wikispaces.com/MOTOR+2T>

- **Empaques:** Son protectores fabricados con materiales de alta resistencia y su función básica es sellar herméticamente las uniones entre las partes de un motor para que no existan fugas de agua, aceite y agua. (NPC, 2010)

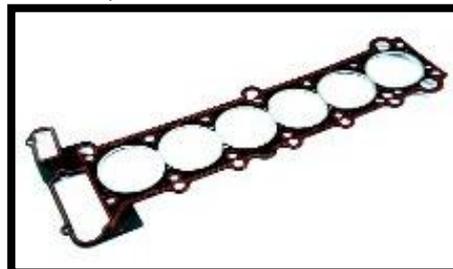


Figura 1.13
Empaques de 6 cilindros
 Fuente: <http://vehiculos.mercadolibre.com.mx/accesorios/junta-empaque-cabeza-bmw>

- **Filtros:** Elemento fundamental en el sistema de combustible, evita que las impurezas del combustible fósil alcancen a llegar al motor de manera completa lo cual afectaría en su funcionamiento; también es encargado de eliminar la humedad y evita la corrosión de los elementos del motor. Existen filtros para combustible, aire y aceite los cuales

poseen el mismo principio de funcionamiento y su objetivo principal es garantizar el óptimo funcionamiento del motor. (Andramuño, 2014)



Figura 1.14

Filtro de combustible diésel

Fuente: <http://autosshopsas.com/producto/filtros-de-combustible/>

- **Cárter:** Se define como el depósito donde se almacena el aceite del motor, posee forma cóncava que otorga la capacidad necesaria de almacenaje en la parte inferior del motor, su construcción es con aleaciones de aluminio lo cual aporta menos peso a la estructura principal y alivia el ruido producido por el motor; el cárter es fijado con estanqueidad por medio de empaques sintéticos que hermetizan esa zona permitiendo mantener la temperatura y presión del aceite además de otorgar una seguridad de soporte del motor en la zona inferior del mismo. (González, 2011)



Figura 1.15

Cárter de motor diésel

Fuente: <http://spanish.alibaba.com>

- **Bombas:** Pieza fundamental en los sistemas de un motor que necesitan desplazar diferentes fluidos en sus partes móviles, su función es generar la presión y flujo necesario para que se mantenga una correcta distribución del fluido contribuyendo a la disminución de la temperatura por efecto de la fricción; toda bomba dependiendo de su función específica debe estar acoplada a un filtro el cual ayudara a su óptimo funcionamiento. (Lucas, 2011)

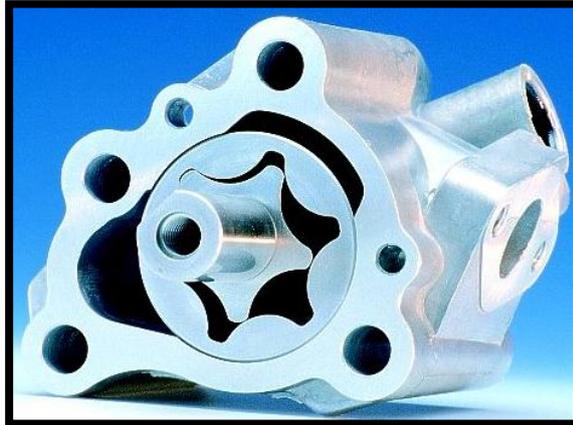


Figura 1.16

Bomba de aceite de un motor diésel

Fuente:<http://www.educagratis.org/moodle/mod/resource/view.php?id=22979>

2.5. DETALLE DE LA MAQUINARIA PRINCIPAL DEL B/E “MARAÑÓN”

El BAE “Marañón” posee un solo sistema de propulsión el cual es un motor de marca Fairbanks & Morse de dos tiempos alimentado con diésel, la disposición de sus 6 cilindros son en línea con una potencia de 1200 HP, la administración de combustible se lo realiza por inyección desde el sistema de combustible que pasa por los inyectores y el combustible que no se pulverice regresa al tanque de consumo diario por medio de una manguera; la admisión y escape de aire y gases combustionados respectivamente se lo realiza por lumbreras por ese motivo el motor no posee válvulas, los cilindros están sellados herméticamente por pernos en el cabezote, los gases de escape se reúnen en un tanque de escape a lado del motor y los cuales son enfriados por el circuito de agua salada para su posterior desecho mediante la chimenea.

El arranque de la maquinaria principal se lo realiza por aire de alta presión con la ayuda de tanques de aire comprimido que abastecen a las herramientas neumáticas de la unidad, el enfriamiento de motor se lo realiza por el intercambio de calor entre el agua salada y el agua dulce que a su vez enfría el aceite cumpliéndose un círculo estable de operación. Posee un sistema de escape auxiliar para desechar la humedad y gases remanentes en el cilindro para atenuar alguna falla en el mismo.

Antes del arranque de la maquina principal se debe encender la bomba de pre lubricación por lo menos por 15 minutos para expandir el lubricante por el motor.

Posee un banco de aire comprimido compuesto por 2 tanques de aire de alta presión que se utiliza para el arranque de la maquina principal, tiene un tanque de aceite que sirve para el almacenamiento y posterior distribución en todos los sistemas en la maquina principal también funciona con el intercambiador de calor para mantener una temperatura estable de funcionamiento durante su operación; el tipo de aceite para motor que utiliza es SAE 40.

2.6. MANTENIMIENTO

Se define como el efecto de mantener el estado óptimo de las maquinarias para que las mismas puedan seguir funcionando adecuadamente, todos los mantenimientos ya sea dirigido hacia la industria u otro tipo de maquinarias llevan el objetivo de alargar la vida útil, usando materiales apropiados y cumpliendo las fechas de revisiones; otro concepto aceptado según la Federación Europea de Sociedades Nacionales de Mantenimiento y que lo consideramos correcto es : *“Son todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual puede llevar a cabo*

alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las técnicas y administrativas correspondientes". (Alvarez, 2012)

Los mantenimientos varían pocas características dependiendo el motor, especificaciones del fabricante y experiencia propia del personal el cual lo ejecuta, pero se exigen puntos clave para que tenga un efecto adecuado y alargue la vida útil de la maquinaria. Los puntos clave que se manejan en la actualidad son:

- Aspectos de seguridad con el medio ambiente (Eco amigables)
- Relación entre el costo del mantenimiento y el producto final del mismo (Eficacia en el empleo de recursos)
- Conseguir minimizar los costes para alcanzar las mayores operatividades de la maquinaria sin el uso de recursos excesivos. (Eficiencia en la inversión).

Por lo tanto los mantenimientos se especializan en conservar en un correcto estado de la maquinaria y garantizando su normal operación en especiales condiciones de trabajo, aumentando así la seguridad del personal de operadores

2.7. TIPOS DE MANTENIMIENTOS

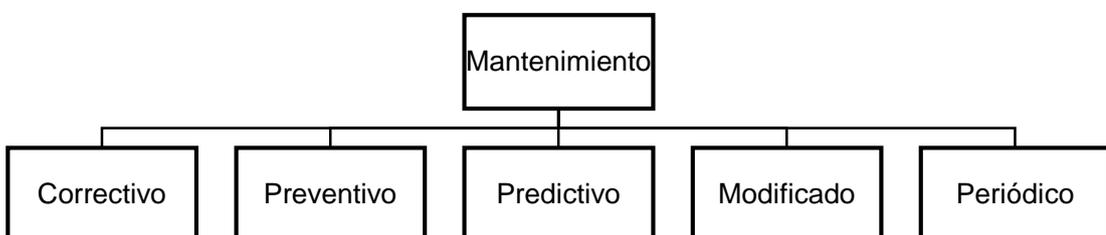


Figura 1.17
Tipos de mantenimiento
 Elaborado por: Cristian Diaz C.

2.8. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Grupo de acciones que sirven para reparar la maquinaria tras la avería de uno de sus componentes, considerándose como un mantenimiento no planificado, se lo puede realizar cuando la maquinaria ya no pueda seguir operando (Morales, 2011), es decir, cuando uno de los componentes posee fallas y no se tienen intervalos definidos para su reparación y se requiere asignar muchos recursos para satisfacer la demanda en los trabajos de mantenimientos; los mantenimientos correctivos tienen características generales son:

- Las averías se suelen producir en periodos de tiempo totalmente impredecibles, causando grandes perjuicios a la operación normal de la maquinaria; representa muy alto riesgo de averías importantes.
- Incrementa los elementos o partes dañadas de la maquinaria y provoca una reducción de la vida útil de la misma.
- Incrementa el consumo de repuestos con el riesgo de no disponer de ellos en almacén (discontinuidad de fabricación).
- Obliga a imponer turnos y jornadas extraordinarias para realizar los trabajos.
- Como los mantenimientos son de urgencia, generan una situación que provoca reparaciones de baja calidad y fiabilidad.

Los mantenimientos correctivos se clasifican en dos grupos que son:

- **Mantenimiento Correctivo Paliativo:** Pretende tomar medidas de contención que permita en su totalidad el

funcionamiento del equipo, aunque sea por debajo de sus condiciones óptimas, hasta la reparación completa de la maquinaria. (Alvarez, 2012)

- **Mantenimiento Correctivo Curativo:** Son todas las acciones que tienen como finalidad restablecer el funcionamiento normal de la maquinaria con los estándares de operación. (Alvarez, 2012)
- **Mantenimiento de Emergencia:** Son las acciones que se ejecutan interrumpiendo el normal funcionamiento de la maquinaria asegurando que se lo realice en el menor tiempo posible para disminuir el impacto negativo a la unidad. (Depositorio de la Universidad de Colombia)

2.9. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo es uno de los más utilizados actualmente, toda maquinaria después de un periodo especificado de operación es sometida a un desmontaje total o parcial para su inspección, de tal forma si existen desperfectos o averías se los procedería a restaurar. Este tipo de mantenimiento pretende anticipar la avería antes de que ocurra. (Alvarez, 2012) (Depositorio de la Universidad de Colombia)

Es de vital importancia elegir de manera precisa los periodos de inspección de la maquinaria, de modo que no se produzcan averías en ese periodo de tiempo, sin la necesidad de ajustarlos mucho ya que esto lo hace antieconómico.

Debe existir un equilibrio entre costo del mantenimiento y la efectividad de las acciones preventivas, este equilibrio debe ser respaldado por las experiencias propias del personal que realiza el mantenimiento y por el

historial de la maquinaria para generar una mejora continua; sus principales características son:

- Son trabajos planificados, que implican una mejor distribución en la organización de trabajos, disposición de los materiales y recursos humanos.
- Los mantenimientos preventivos se realizan generalmente sin urgencias.
- Reduce el número de averías y aumenta la vida útil de la maquinaria.
- Se posee una mayor previsión de los gastos en los repuestos (presupuesto), esto permite un control de los recursos asignados.
- En algunos casos es necesario el cese total de las operaciones en la maquinaria, ya que existen averías o desperfectos que solo pueden ser detectados por resonancias y vibraciones.
- Se establece límites en las cargas laborales, debido a las previas programaciones de los trabajos.

2.10. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Fundamentalmente se basa en un previo conocimiento del estado de la maquinaria ya sea por registros periódicos o continuos de los parámetros de funcionamiento en la maquinaria. La ejecución del mantenimiento se basa en condiciones, mediante la detección temprana de los síntomas de una avería, con una serie de técnicas complejas, permitiendo predecir con mediana precisión cuando la maquina está en el punto final de su vida útil. También puede referir a las técnicas de detección precoz de cualquier síntoma o señal que pueda ser visible y se pueda ejecutar un análisis antes del fallo

previsto el cual fue ya previsto anteriormente por otros mantenimientos. (Alvarez, 2012) (Depositorio de la Universidad de Colombia)

Los diferentes métodos de mantenimiento tratan de reconocer y establecer sus causas de manera permanente durante la operatividad de la maquinaria, se lo puede lograr mediante el conocimiento de valores establecidos de operatividad (parámetros de funcionamiento).

Las principales características del mantenimiento predictivo son:

- Es rentable viéndolo del punto de vista económico, permite encontrar averías que pueden ser de gran magnitud sin tener que abrir o parar la máquina.
- Disminuye las probabilidades de que ocurran averías graves y de un costo elevado, en consecuencia de resultados siniestros.
- Se puede planificar inspecciones periódicas, como resultado se genera un seguimiento de la avería para intervenir de manera oportuna.
- Permite crear un historial más completo de la operación y parámetros de funcionamiento de la maquinaria.
- Permite realizar un seguimiento de las reparaciones realizadas y evaluar la calidad de la misma.
- Se requiere un mínimo personal altamente calificado para realizar los planes de mantenimiento.

- Aumenta la operatividad de la maquinaria y a su vez la seguridad del personal.

2.11. MANTENIMIENTO MODIFICADO

Este tipo de mantenimiento actúa en varios niveles concentrándose en el desarrollo de mejoras en las actualizaciones de métodos y procedimientos de control y reparación de averías en las maquinarias (Alvarez, 2012), se realiza modificaciones con la intención de facilitar los labores de mantenimiento realizando menos esfuerzo debido a este mantenimiento que logra compilar los aspectos principales de diferentes tipos de mantenimiento, a fin de ejecutar un buen mantenimiento modificado se debe priorizar los siguientes aspectos:

- Focalizar todos los esfuerzos en objetivos definidos.
- Al ser encontrado el problema se debe resaltar y realizar un seguimiento para obtener datos que nos ayuden a realizar la reparación pertinente sin ocupar mucho tiempo.

2.12. MANTENIMIENTO PERIÓDICO

En este tipo de mantenimiento es necesario analizar los historiales de cada maquinaria con el fin de redistribuir las acciones necesarias de mantenimiento para reducir las averías que suelen ser frecuentes en la maquinaria operada, durante las fases del mantenimiento se pone total atención en los recursos usados; se utiliza el proceso de desarme total “overhaul” de las piezas de la maquinaria para ejecutar una limpieza o reemplazar las que han cumplido su vida útil considerando que posean o no averías, las demás piezas faltantes se revisan con pruebas de laboratorio ya sean acústicas, químicas o por radiación, para garantizar un alto grado de funcionamiento de las maquinas. (Depositorio de la Universidad de Colombia)

2.13. PLANES DE MANTENIMIENTO

Se puede definir como el conjunto de tareas programadas, siendo de un mismo fin o siguiendo otros tipos de criterio, puede incluir una serie de maquinarias. Existen equipos que se pueden considerar que no se les pueda dar un mantenimiento efectivo para alargar su vida útil, ya que es mucho más económico “utilizarlo hasta que tenga alguna falla”. (Morales, 2011)

En los planes de mantenimiento se pueden enfatizar los trabajos periódicos e incluso trabajos a largo plazo de mantenimiento, se considera que durante la ejecución de los planes se debe revisar todos los procesos en la maquinaria para lograr separar en divisiones de funcionamiento en fin de obtener una optimización de los recursos asignados y especialmente del tiempo de parada de las maquinarias. (Alvarez, 2012)

Se debe resaltar los componentes que se desgastan de manera frecuente de tal manera que se mantengan un seguimiento personalizado de cada parte donde pueda surgir una avería leve o grave.

Los planes de mantenimiento poseen las siguientes características:

- Disponibilidad de tiempo con respecto a la producción de la maquinaria y el uso frecuente de la misma.
- Medidas de cuantificación al cumplir los objetivos.
- Regulación de servicios terciarios.
- Debe ser orientado ya sea un tipo de máquinas o sistemas.
- Tipos de formatos de seguimiento.

- Visualización del progreso del mantenimiento.
- Se debe realizar de manera cíclica y repetitiva.

Los parámetros con los cuales se fundamenta un plan de mantenimiento son los siguientes:

- Historial del desgaste de piezas móviles de las maquinarias.
- Condiciones óptimas de funcionamiento.
- Datos técnicos de la maquinaria (fabricante).
- Registro de horas de trabajo.

2.14. NIVELES DE MANTENIMIENTO

Durante la creación de los planes de mantenimiento programados es necesario analizar los niveles de intensidad con la cual se vaya a trabajar en cada máquina, las zonas de ejecución (zonas frecuentes) además del personal calificado para su ejecución. (Andramuño, 2014) (torres) Se definen los niveles de mantenimiento en un cuadro explicativo como el siguiente:

Nivel	Características	Recurso humano	Recursos usados
1	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios de piezas de fácil acceso. - Limpieza superficial de la maquinaria. - Observación de anomalías. - Lubricación de partes móviles. 	Personal de mantenimiento (Conocimiento básico de la maquinaria) (abordo).	Lubricantes, aire comprimido, desengrasante, herramientas básicas. Continúa >

2	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimientos preventivos a pequeña escala. - Reparación de fallas menores, sin desarme del motor. - Control de parámetros(uso) 	Personal de mantenimiento (Experiencia mediana en la maquinaria) (abordo).	de Registros de trabajo, historial de averías, herramientas intermediarias.
3	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de averías y registro de las mismas. - Pruebas de corrección en base al desperfecto mecánico. - Reemplazo de las piezas. - Reparación de averías menores. 	Personal de mantenimiento (Experiencia alta de la maquinaria) (abordo o en tierra).	Monitorizar con aparatos especializados, uso de modelos de control y gestión, herramientas de laboratorio.
4	<ul style="list-style-type: none"> - Implantaciones de correcciones del mantenimiento correctivo y preventivo a fin de buscar solución a la falla. - Reportes de las fallas producidas con anterioridad. 	Personal de mantenimiento (Especializado en la maquinaria) (en tierra con instalaciones acorde).	Herramientas para reparaciones mayores en zonas específicas.
5	<ul style="list-style-type: none"> - Reparaciones de partes externas aunque es necesario parar la maquinaria. - Desarme parcial obligatorio del motor a fin de contribuir a la localización de la avería. 	Personal especializado por el fabricante de la maquinaria (en tierra).	Herramientas especiales de fabricación a medida, aparatos de control y monitoreo.
Continúa >			

6	<ul style="list-style-type: none"> - Despiece total de la maquinaria a fin de detectar, corregir y evaluar las averías encontradas. - Es necesario el cese de actividades de la maquinaria por el lapso de tiempo de mantenimiento. - Registro de las condiciones de los componentes. 	Personal especializado por el fabricante de la maquinaria (en tierra).	Maquinaria pesada para el desmontaje de la maquinaria, medidores de desgaste y pruebas de laboratorio.
----------	--	--	--

Tabla 1.1
Niveles de mantenimiento
Fuente: Proyecto final
Elaborado por: Rubén Gonzáles Álvarez

Los niveles de mantenimientos utilizados por la Armada del Ecuador comprenden desde el W1 hasta el W6 y son estipulados por DIMARE y maestranza con el fin de llevar todos los mantenimientos con un mismo patrón de trabajo, sus características principales son los siguientes:

NIVELES DE MANTENIMIENTO	HORAS DE SERVICIO
W1	Cada día de servicio
W2	150
W3	300
W4	1500
W5	3000
W6	6000

Tabla 1.2
Niveles de mantenimiento (ARMADA)
Fuente: Msc. Eder Torres
Elaborado por: Cristian Diaz C.

2.15. PROCESO METODOLÓGICO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Los planes de mantenimientos son cíclicos por lo cual al dar ejecución de uno de ellos sus resultados en la maquinaria deben ser recolectados, analizados, interpretados y archivados para futuras referencias, así mismo como la realización de un archivo histórico de todas las maquinarias a fin de realizar comparaciones entre los mantenimientos efectuados y su eficacia en la maquinaria para mantener su estado de operación en un buen nivel. (Alvarez, 2012) (Morales, 2011)

Este proceso se divide en las siguientes fases:

- **Primera fase:** Identificar el estado actual de la maquinaria con respecto a su funcionamiento interno y limpieza externa.
- **Segunda fase:** Organizar los componentes que conforman la maquinaria a la cual se quiere establecer periodos de mantenimiento.
- **Tercera fase:** Consultar los manuales del fabricante, registros de horas de trabajo, historial de averías de la maquinaria y consulta de experiencia con el personal que opera la maquinaria.
- **Cuarta fase:** Elaboración de los procedimientos a seguir para el mantenimiento de la maquinaria.
- **Quinta fase:** Establecer los niveles de mantenimiento según los trabajos a realizar en la maquinaria
- **Sexta fase:** Asignación de los posibles recursos con los cuales se realizara el mantenimiento de la maquinaria.

- **Séptima fase:** Crear los cronogramas respectivos con todos los datos recopilados a lo largo de las fases (planes de mantenimiento).
- **Octava fase:** Aplicación del plan de mantenimiento y recolección de los resultados del mismo.
- **Novena fase:** Análisis de los resultados y mejora del plan de mantenimiento.

Se puede realizar el siguiente esquema de trabajo con las fases descritas:

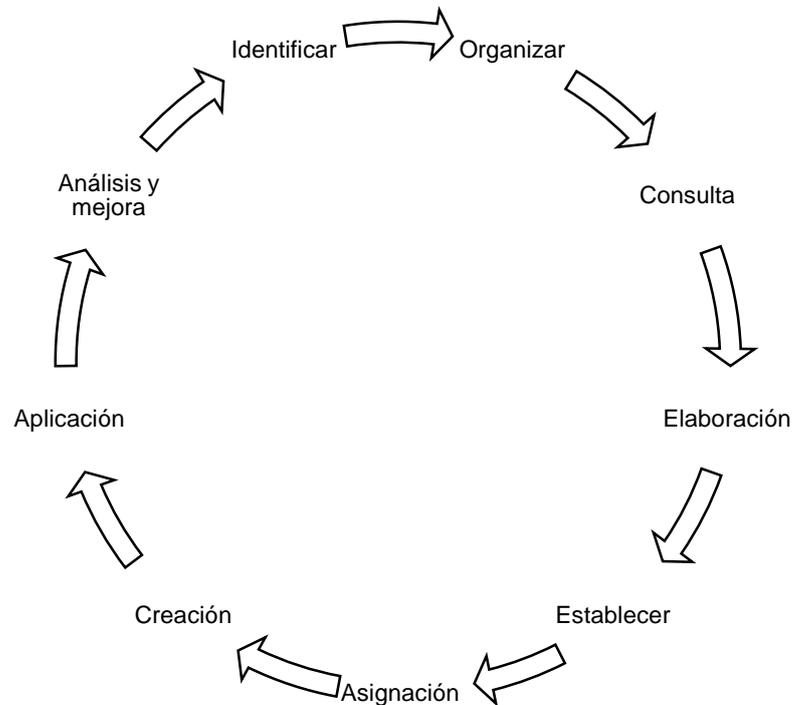


Figura 1.18

Proceso metodológico de un plan de mantenimiento

Fuente: Proyecto fin de grado (González R.) / Tesis de grado (Bohórquez G.)

Elaborado por: Cristian Díaz C.

En el proceso de creación de los planes de mantenimientos es de vital importancia los antecedentes de la maquinaria, así como sus manuales de fabricación en cuyo caso no existieran se tomara como punto de partida inicial

la experiencia del personal que trabaja con la maquinaria la cual conoce los parámetros de funcionamiento normales y se hará referencia con formatos de mantenimientos ya fabricados de maquinarias similares, por lo tanto los planes de mantenimiento creados sin información previa son referenciales

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se utilizó dos tipos de investigación en cuanto al objeto de estudio como son la investigación censal que difiere a una recolección de datos dentro de un campo demográfico e investigación exploratoria que se desarrolla para resolver un problema y generalmente mejora la recolección de datos.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Se contó con la colaboración del técnico especialista que ha trabajado con la maquinaria principal del B/E “Marañón” el Sr. SUBP-SP Bolívar Eduardo Andramuño Planificador Profesional Especialista en Motores de Combustión Interna de la empresa ASTINAVE-EP (Astilleros Navales Ecuatorianos), además la muestra se obtuvo de una inspección general de la maquinaria principal a bordo de la unidad.

3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se utilizó entrevistas y se realizó investigación de campo a bordo de la unidad B/E “MARAÑÓN” en la maquinaria principal tanto inspección visual como análisis de las averías externas de la maquinaria.

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

Se utilizó el método de investigación exploratoria que se desarrolla para resolver un problema pero en este caso no se ha tenido claridad en el mismo; debido a la falta de manuales y documentos técnicos actualizados y la falta de un periodo definido para cumplir los mantenimientos de la maquinaria principal, este método de investigación generalmente mejora la recolección de datos, pero en este caso fue muy limitado.

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS E INVESTIGACIÓN DE CAMPO

A primera vista la sala de máquinas demuestra un bajo nivel de cuidado, sobre todo en la máquina principal, debido a las fugas de aceite que posee la maquinaria alrededor de todos los empaques especialmente en la parte inferior y superior de los cilindros, por ello se requiere mayor frecuencia en la limpieza de la maquinaria.



Figura 1.19
Parte lateral del motor
Fuente: B/E "Marañón"
Elaborado por: Cristian Diaz C.

En la sala de máquina se pudo observar que no posee ningún registro de las horas de uso, estado de la maquinaria, nivel de aceite, estado de cilindros, historial de averías y ninguna información de un mantenimiento efectuado por

parte de la actual tripulación del B/E “MARAÑÓN”, esto se debe a que el proceso de un mantenimiento no estaba claro para los tripulantes de la unidad debido a la falta de experiencia con este motor de más de 61 años de operación.



Figura 1.20
Parte inferior de un cilindro del motor
Fuente: B/E “Marañón”
Elaborado por: Cristian Diaz C.

La falta de atención en el sistema de expulsión de gases (chimenea) es evidente, por la presencia de aceite usado, además al parecer fue desarmado y sus piezas no fueron correctamente selladas como se muestra en la figura 19, lo que puede ocasionar una avería a gran escala si se dejara pasar más tiempo, sin corregir adecuadamente la misma.



Figura 1.21
Vista frontal del sistema de expulsión de gases
Fuente: B/E “Marañón”
Elaborado por: Cristian Diaz C.

Al inspeccionar el buque con el Sr. SUBP-SP Bolívar Eduardo Andramuño Planificador Profesional Especialista en Motores de Combustión Interna de la empresa ASTINAVE-EP (Astilleros Navales Ecuatorianos), supo recalcar que el estado de la maquinaria posee sus limitaciones en razón de su edad y tiempo de servicio, y como motor de más de 61 años es difícil encontrar repuestos originales en el mundo, ya que en la actualidad ya no se fabrican este tipo de motores, por lo que la obsolescencia logística se hace evidente.



Figura 1.22
Tubería de sistema de enfriamiento de la maquinaria principal
Fuente: B/E “Marañón”
Elaborado por: Cristian Diaz C.

Como la mayoría de tuberías de los diferentes sistemas de la maquinaria principal se encuentran corroídas debido a la acción del ambiente salino del medio en que trabaja, esto se debe a que no se ejecutó una correcta limpieza al momento de pintar las tuberías, generando un desgaste excesivo en sus partes principales del circuito; así mismo la zona lateral del recolector

de gases de escape posee signos de corrosión en toda la superficie como se muestra en la figura 23.



Figura 1.23
Tapa lateral del recolector de gases de escape
Fuente: B/E "Marañón"
Elaborado por: Cristian Diaz C.

La zona del eje que va a continuación del motor se encuentra lleno de manchas como se muestran en la figura 24 y 25 que es causada por la humedad en el ambiente esto incide en la disminución de sus propiedades de construcción iniciales y por consiguiente la fricción entre las piezas móviles del eje y fijas aumentaría, lo cual provocaría a largo plazo una avería a gran escala; la zona del reversible como se muestra en la figura 26, que se encuentra ubicado siguiente al motor, también muestra zonas afectadas por incrustaciones que siguen la línea del eje principal denotando una falta de mantenimiento debido a varios meses de parada de la maquinaria principal) , cabe recalcar que su estado demuestra que no se le ha sometido a algún tipo de mantenimiento o cuidado como se muestra en la figura 27.



Figura 1.24
Eje afectado por la humedad
Fuente: B/E "Marañón"
Elaborado por: Cristian Diaz C.



Figura 1.25
Foto ampliada Eje afectado por la humedad
Fuente: B/E "Marañón"
Elaborado por: Cristian Diaz C.



Figura 1.26
Zona del reversible afectado por la humedad
Fuente: B/E "Marañón"
Elaborado por: Cristian Diaz C.



Figura 1.27
Zona del reversible año 2013
Fuente: Manual digital del B/E "Marañón".
Elaborado por: ALFG-ARM Andrés Alcívar A.

Se pudo observar en las zonas inferiores de la maquinaria principal principalmente las zonas del cárter poseen fugas de aceite y lubricante como se muestra en la figura 27, además un cilindro no se encuentra en servicio

como se muestra en la figura 28 ni posee válvula de venteo lo cual deja el motor en funcionamiento 5 cilindros lo cual disminuye su potencia.



Figura 1.28
Zona inferior del cárter de la maquinaria principal
Fuente: B/E "Marañón".
Elaborado por: Cristian Diaz C.



Figura 1.29
Vista frontal de los cilindros de la maquinaria principal
Fuente: B/E "Marañón".
Elaborado por: Cristian Diaz C.



Figura 1.30
Foto ampliada del cilindro fuera de servicio y la válvula de venteo
faltante
Fuente: B/E “Marañón”.
Elaborado por: Cristian Diaz C.

Las piezas cambiadas por parte de ASTINAVE fueron todas las válvulas de arranque que se encuentran en la parte superior de los cilindros como se muestra en la figura 30, las válvulas fueron fabricadas con materiales nacionales por la empresa ASTINAVE de la misma manera se fabricaron los anillos en cobre para los inyectores, válvulas de venteo, además se realizó una limpieza total de los cilindros y una purga total del circuito de combustible en inyección.



Figura 1.31
Válvula de arranque de fabricación ecuatoriana
Fuente: B/E “Marañón”.
Elaborado por: Cristian Diaz C.

3.5.1. ENTREVISTAS

Se realizó una entrevista al Sr SUBP-SP Bolívar Eduardo Andramuño Planificador Profesional Especialista en Motores de Combustión Interna de la empresa ASTINAVE-EP (Astilleros Navales Ecuatorianos) (**ANEXO A**) debido a que ha trabajado con la maquinaria principal del BAE “MARAÑÓN” desde su llegada a Ecuador en el 2001, también se realizó una entrevista al Msc. Eder Torres Profesor de maquinaria naval en la Escuela Superior Naval debido a sus vastos conocimientos de las averías frecuentes de los motores marinos y la maquinaria naval en general, los conocimientos y opiniones impartidas por el son totalmente referente al estado de la maquinaria y sus posibles soluciones a futuro para la optimización de la misma y todo se coloca en un plano referencial con lo cual se obtuvo los siguientes datos:

3.5.2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA MAQUINARIA

La maquinaria principal posee limitaciones en razón de su año de fabricación y tiempo de servicio, se resalta que los repuestos originales son difíciles de encontrar debido a que la empresa no posee registro alguno del motor y no fabrican repuestos para el mismo; su operatividad se acerca en un 50 % a 60% debido su obsolescencia logística y además a las siguientes limitaciones:

- Las bombas propias del motor que se encuentran acopladas en la parte frontal del motor para no depender de las bombas de lubricación y enfriamiento que son externas además de su funcionamiento con motores eléctricos comprende un gasto innecesario de energía.
- Los inyectores y las bombas de inyección necesitan ser probadas con presiones óptimas y analizar si la pulverización del diésel se produce con facilidad o posee alguna limitación.

- Los intercambiadores de calor que funcionan a base de aceite y agua dulce, sus bombas de circulación es necesario desmontarlas para su evaluación y analizar su factibilidad de reparación.
- Las válvulas en el sistema de arranque deben ser de buena calidad debido a que funcionan con aire y sus compresores deben estar con un estado óptimo de funcionamiento debido a que la inversión de las marchas adelante y atrás son neumáticos, (no posee reversible).
- No posee reductor lo cual genera que la propulsión sea directamente dirigida hacia el eje principal y a su vez a la hélice, esto incide directamente en la velocidad que puede brindar la máquina del buque.
- Las válvulas de venteo de cada cilindro deben ser chequeadas para verificar su estado y debido a que es muy difícil repararlas es mejor intentar conseguir los repuestos o fabricarlos.
- Los elementos como pistones, brazos de biela, cigüeñal y cabezotes es importante cambiarlos debido a su desgaste a su desgaste durante sus periodos de navegación.

Las limitaciones y falta de mantenimiento antes mencionados pueden tener los siguientes antecedentes:

- Falta de mantenimiento en base a sus horas de trabajo, con referencia a los mantenimiento preventivos.

- Falta de manuales del fabricante donde se detallan los periodos de mantenimiento.

Durante la investigación de campo a bordo del B/E “Marañón” se pudo constatar que no existía ningún manual o registros de la maquinaria principal, así como la falta de un historial de reparaciones y mantenimientos; denotando una falta de cuidado con los documentos esenciales de una unidad de la Armada del Ecuador.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE CREACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO Y FORMATOS DE REGISTRO DE TRABAJOS Y AVERÍAS PARA LA MAQUINARIA PRINCIPAL DEL B/E “MARAÑÓN”.

4.1. JUSTIFICACIÓN

Con la finalidad de realizar un mantenimiento estable y periódico, se requiere realizar un diagnóstico pormenorizado y tener conocimiento del estado actual de la maquinaria principal tanto en sus elementos externos como internos, verificar las piezas reparadas y cuáles son las que presentan mayor fragilidad para su sustitución o reparación inmediata; es necesario por lo tanto definir las partes por sistema, de la maquinaria principal a fin de obtener un panorama amplio de lo que se necesita y planea alcanzar al realizar el mantenimiento pertinente.

4.2. OBJETIVO

Establecer un plan de mantenimiento periódico y fijo, para la maquinaria principal del B/E “MARAÑÓN” y definir los materiales a usarse para el mismo.

4.3. DESARROLLO DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS RELACIONADOS CON LA PROPUESTA

De acuerdo a los datos obtenidos por inspección visual y técnica por parte del Sr SUBP-SP Bolívar Eduardo Andramuño Planificador Profesional Especialista en Motores de Combustión Interna de la empresa ASTINAVE-EP (Astilleros Navales Ecuatorianos), se establecieron el estado de la maquinaria principal que es la siguiente (se debe recalcar que toda la información recopilada es referencial y fue tomada el 21 de agosto del 2014):

Cubierta	Zona	Equipos / Sistemas	Estado	Fecha de inspección	
200	Sala de maquinas	Motor principal			
		Separador de agua y aceite	O/L	21/08/14	
		Bombas de agua	O/L	21/08/14	
		Válvulas de venteo	O/L	21/08/14	
		Válvulas de paso	O/L	21/08/14	
		Sistema de arranque	O/L	21/08/14	
		Filtros de aire	P/E	21/08/14	
		Filtros de combustible	P/E	21/08/14	
		Filtros de aceite	P/E	21/08/14	
		Intercambiador de calor	P/E	21/08/14	
		Inyectores	P/E	21/08/14	
		Bomba de inyección	P/E	21/08/14	
		Cañerías	P/E	21/08/14	
		Ductos	P/E	21/08/14	
		Manómetros	O/L	21/08/14	
		Reversible	P/E	21/08/14	
		Parte externa del motor			
		Bloque principal	F/A	21/08/14	
		Cilindros	P/E	21/08/14	
		Chimenea	S/N	21/08/14	
		Carter inferior	F/A	21/08/14	
		Tuberías	S/C	21/08/14	

Tabla 1.3
Estado actual de la maquinaria principal del B/E “Marañón”
Fuente: B/E “Marañón”.
Elaborado por: Cristian Diaz C.

Nomenclatura utilizada:

- O/L: Operativo con limitaciones
- P/E: Pendiente evolución con técnicas especializadas

- F/A: Fugas de aceite
- S/N: Sin novedad
- S/C: Signos de corrosión

Además de la inspección realizada por el técnico se solicitó un presupuesto sobre el mantenimiento que debería ser realizado el cual se detalla en el **(ANEXO B)** que detalla el trabajo necesario a realizar, para analizar el mantenimiento a efectuarse.

- **MATERIALES A USAR PARA EL MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA PRINCIPAL DEL B/E “MARAÑÓN”.**

Poseer una visión amplia de las herramientas y materiales básicos de mantenimiento, que se van utilizar en un sostenimiento de un motor, esto nos permite asignar los recursos necesarios para cada zona a tratar según el plan de mantenimiento previamente organizado a fin de contribuir a su vida útil y garantizar la operatividad de la unidad; también nos ofrece un presupuesto aproximado dependiendo de las horas de trabajo que duren los mantenimientos y las herramientas a utilizarse, asegurando una buena distribución de recursos económicos.

Se pudo solicitar al Sr SUBP-SP Bolívar Eduardo Andramuño de ASTINAVE un listado de los elementos necesarios para cumplir con los mantenimientos con su respectivo valor actual del proveedor de la empresa tal y cual se muestra en el **(ANEXO C)**, los diferentes materiales están cuantificados con respecto a las necesidades de mantenimiento de la maquinaria principal del B/E “MARAÑÓN”, se obvio la pintura anti-corrosiva debido a que se enfocó más en la zona interna del motor el cual puede aumentar su operatividad y eficiencia con la ejecución de un plan de mantenimiento acorde a plazos fijos y al estado actual de la maquinaria.

- **DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA PRINCIPAL DEL B/E “MARAÑÓN”.**

Al establecer el estado actual de la maquinaria se pudo organizar y definir las zonas afectadas por la falta de un mantenimiento fijo, primero se establecerá los periodos de mantenimiento normales que debe poseer una maquinaria naval con respecto a los niveles usados en la Armada del Ecuador actualmente, también se definirá las revisiones previas necesarias para llevar un control óptimo de funcionamiento de la maquinaria; se utilizará tablas en Excel para llevar un control de las horas, mantenimientos efectuados y sus horas, además de novedades surgidas de improvisto esto se lo llevara de manera digital en un ordenador y se proporcionara al B/E “MARAÑÓN” bitácoras de control para llevar un registro de las horas de trabajo y mantenimientos efectuados además de los parámetros de funcionamiento de la maquinaria principal.

Los formatos creados para el plan de mantenimiento es el conjunto de la recopilación de varios formatos de diferentes fabricantes de maquinarias pesadas, los formatos contienen sus instrucciones al final de cada formato también se creará un cronograma general de los mantenimientos realizados para tener un amplio panorama de la maquinaria principal y su funcionamiento.

Los formatos completos se anexaran en el siguiente orden:

- Control diario de trabajos.
- Formato de registro de horas de trabajos y averías.
- Plan de mantenimiento de la maquinaria principal.

4.4. CONCLUSIONES

- Mediante la investigación de campo realizada a bordo del B/E “Marañón” permitió identificar el estado parcial de la maquinaria.
- Los diferentes planes de mantenimiento de maquinarias industriales permitió el establecimiento de plazos semanales, mensuales, trimestrales y anuales para dar cumplimiento a las revisiones, mantenimientos o reemplazos según crea conveniente el comandante de la unidad.
- Los diferentes criterios vertidos por el especialista de ASTINAVE con respecto a las normas de seguimiento de una maquinaria de propulsión permitió la creación de los diferentes formatos de control y registro, además del plan de mantenimiento para la maquinaria naval.

4.5. RECOMENDACIONES

- Capacitar a la dotación del B/E “Marañón” específicamente de los detalles técnicos de funcionamiento y mantenimiento de la maquinaria principal a fin de aumentar la operatividad del buque.
- Evaluar con instrumentos de precisión además de pruebas controladas a la maquinaria principal del B/E “Marañón” con la finalidad de generar un detalle más técnico del estado de la maquinaria principal.
- Controlar las revisiones, mantenimientos o reemplazos que se efectúen en la maquinaria principal a fin de cumplir los plazos establecidos para alargar la vida útil de la maquinaria principal del B/E “Marañón”.
- Exigir el uso de los formatos de registro y control creados para generar un historial continuo de la maquinaria principal con la finalidad de mejorar el plan de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarez, R. G. (Julio de 2012). *Repositorio de la universidad de Cantabria*. Obtenido de <http://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/836/Rub%C3%A9n%20Gonz%C3%A1lez%20%20C3%81lvarez.pdf?sequence=1>
2. Andramuño, S.-S. B. (30 de Septiembre de 2014). Planificador profesional especialista en motores de combustión interna de la empresa ASTINAVE-EP. (C. A. Diaz, Entrevistador)
3. *Automotriz.net*. (12 de Julio de 2004). Obtenido de <http://www.automotriz.net/cms/tecnica/la-bomba-de-aceite/>
4. Becerra, F. (s.f.). *Mantenimiento Mundial*. Obtenido de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/GestionBecerra.pdf>
5. *Depositorio de la Universidad de Colombia*. (s.f.). Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163_-_2_Capi_1.pdf
6. Diaz, E. (4 de Marzo de 2011). *Monografias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos83/lubricacion-rodamientos-seleccion-grasa/lubricacion-rodamientos-seleccion-grasa.shtml>
7. GARCÉS, C.-I. G. (2014). *www.bibliotecavirtual.armada.mil.ec*. Obtenido de <http://www.bibliotecavirtual.armada.mil.ec/Docs/image21546.pdf>
8. Garrido, S. G. (2013). El plan de mantenimiento programado. En S. G. Garrido, *El plan de mantenimiento programado*. España: RENOVETEC.
9. González, H. (2011). *el motor diesel marino*. Obtenido de <http://elmotordieselmarino.blogspot.com/2011/10/constitucion-de-los-motores-diesel-de.html>
10. Lucas, O. (22 de Octubre de 2011). *Slideshare.net*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/OzzkarLukaz/partes-de-un-motor-diesel>
11. *Mecanicadiesellive.blogspot*. (Junio de 2012). Obtenido de <http://mecanicadiesellive.blogspot.com/p/textos.html>

12. Morales, G. R. (2011). *Dspace Software ESPOL*. Obtenido de Repositorio de ESPOL: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21143/1/D-92796.pdf>
13. *Motor pasión*. (29 de Octubre de 2011). Obtenido de <http://www.motorpasion.com/otros/especial-mantenimiento-aceites-parte-1>
14. Padilla, A. M. (26 de Enero de 2013). *Mantenimiento preventivo y correctivo en motores diesel*.
15. Pesantes, C. (2011). www.fing.edu.uy. Obtenido de http://www.fing.edu.uy/sites/default/files/cursos/2011/anexos/2647/459_1.pdf