



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Mantenimiento 24 000 horas del motor de babor del BAP  
Aguirre**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de  
Ingeniero Industrial con mención en Gestión Logística

**Victor Hugo Rosales Estrada**

**Revisor:  
Dr. Ing. Erick Alexander Miñán Ubillús**

**Piura, julio de 2019**



## **Dedicatoria**

El presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y damos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados así mismo, a mis padres y novia por ser mi motivación de ser mejor cada día..





## Resumen Analítico – Informativo

**“Mantenimiento 24 000 horas del motor de babor del BAP Aguirre”**

**Victor Hugo Rosales Estrada**

**Asesor: Dr. Ing. Erick Alexander Miñán Ubillús**

**Trabajo de Suficiencia Profesional.**

**Título de Ingeniero Industrial con mención en Gestión Logística**

**Universidad de Piura.** Facultad de Ingeniería.

**Piura, julio de 2019**

**Palabras claves:** BAP Aguirre / fuerza de superficie / VILIT / VIEX / UNITAS / PANAMAX / BRAPER / mantenimiento 24 000 horas

**Introducción:** La Marina de Guerra del Perú cuenta con distintos tipos de unidades navales, aéreas, terrestres y marítimas para el cumplimiento de la misión como parte del comando conjunto de las fuerzas armadas, para tal fin es necesario contar con las unidades en óptimas condiciones para su operatividad en los ejercicios o en las circunstancias que el país lo demande por lo que es necesario realizar mantenimientos preventivos a las máquinas y componentes del buques con la finalidad de extender la vida útil de la unidad.

En el 2017, en mi primer año de alférez fui parte de la dotación del BAP Aguirre, laborando en el área de logística de la unidad, a inicios del año la Fuerza de Superficie declaró como comandante del buque a un oficial especialista en ingeniería naval para liderar el proyecto del mantenimiento de las 24000 horas del motor de babor, la cual implicó una serie de trabajos, planificados, programados y organizados en equipos que durarían todo el periodo del año.

**Metodología:** Para dicho mantenimiento había que afrontar distintos retos, dismantelar y retirar las piezas el motor fuera de borda para el mantenimiento de las mismas, adquirir piezas nuevas ya que muchas de ellas ya habían cumplido su tiempo de vida, otro factor importante fue cumplir con el cronograma de trabajo en los plazos establecidos y terminar el mantenimiento a fines del año para su operatividad en la navegación y poder participar en los viajes de cruceros al litoral (VILIT) o al extranjero (VIEX) que se realiza cada año. Mi participación para ejecutar el mantenimiento fue directa ante los retos presentados, aplicando mis conocimientos como ingeniero industrial se planifico y programo el mantenimiento de las 24000 horas además de sugerir al comandante la importancia del mantenimiento, higiene y seguridad industrial en todo aspecto, con la finalidad de mantener una mejora continua en la unidad.

**Resultados:** Actualmente el BAP Aguirre es uno de los buques de alta operatividad en la navegación y ha sido considerado para su participación en eventos internacionales como UNITAS, PANAMAX y BRAPER.

**Conclusiones** Invertir, gestionar y aplicar un plan de mantenimiento estratégico a los motores de los buques de la Marina de Guerra del Perú, permitirá prolongar la vida útil de las distintas unidades y engrandecer su poderío naval, obteniendo un estado de alistamiento óptimo lo cual, permitirá a la Marina desempeñarse eficazmente en el cumplimiento de su misión y en las distintas tareas que el País demande además, utilizar y adaptar metodologías empresariales contribuirá al desarrollo y ejecución de los trabajos en un ambiente militar alcanzando los objetivos institucionales.

**Fecha de elaboración del resumen:** julio de 2019

## Analytical-Informative Summary

**“Mantenimiento 24 000 horas del motor de babor del BAP Aguirre”**

**Victor Hugo Rosales Estrada**

**Advisor: Dr. Ing. Erick Alexander Miñán Ubillús**

**Sufficiency Professional Work**

**Industrial Engineer degree with a mention in Logistics Management**

**Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería**

**Piura, July 2019**

**Keywords:** BAP Aguirre / surface force / VILIT / VIEIX / UNITAS / PANAMAX / BRAPER / maintenance 24 000 hours.

**Introduction:** The Navy of Peru has different types of naval, air, land and sea units for the fulfillment of the mission as part of the joint command of the armed forces, for this purpose it is necessary to have the units in optimal conditions for its operation in the exercises or in the circumstances that the country demands so it is necessary to perform preventive maintenance to the machines and components of the vessels in order to extend the useful life of the unit. In 2017, in my first year as a lieutenant, I was part of the BAP Aguirre, working in the logistics area of the unit. At the beginning of the year, the Surface Force declared a naval engineering officer as commander of the ship. Lead the project of maintenance of the 24000 hours of the engine of port, which implied a series of works, planned, programmed and organized in teams that would last all the period of the year.

**Methodology:** For this maintenance had to face different challenges, dismantling and removing the parts outboard for maintenance of the same, acquire new parts since many of them had already completed their life time, another important factor was to meet the schedule of work in the established terms and to finish the maintenance at the end of the year for its operability in the navigation and to be able to participate in the trips of cruises to the littoral (VILIT) or abroad (VIEIX) that is realized every year. My participation to execute the maintenance was direct before the presented challenges, applying my knowledge as an industrial engineer I plan and schedule the maintenance of the 24000 hours besides suggesting to the commander the importance of maintenance, hygiene and industrial safety in every aspect, with the purpose to maintain a continuous improvement in the unit.

**Results:** Currently, BAP Aguirre is one of the vessels with high operability in navigation and has been considered for participation in international events such as UNITAS, PANAMAX and BRAPER.

**Conclusions:** Investing, managing and applying a strategic maintenance plan to the engines of the ships of the Navy of Peru, will allow to prolong the useful life of the different units and increase their naval power, obtaining an optimum state of readiness which will allow The Navy will perform effectively in the fulfillment of its mission and in the different tasks that the country demands, using and adapting business methodologies will contribute to the development and execution of the work in a military environment, achieving the institutional objectives.

**Summary date:** July, 2019

## Tabla de contenido

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Capítulo 1</b> .....	3
<b>Aspectos generales</b> .....	3
1.1. ¿Qué es la Marina de Guerra del Perú? .....	3
1.2. ¿Qué es el BAP “Aguirre”? .....	6
1.3. Funciones a bordo del BAP “AGUIRRE” .....	7
1.4. ¿Qué es el SIMA? .....	8
1.5. Determinación del problema .....	10
1.6. Desmantelamiento y traslado del motor de babor .....	11
1.6.1. Mantenimiento 24 000 horas .....	<b>13</b>
<b>Capítulo 2</b> .....	17
<b>Fundamentación del tema elegido</b> .....	17
2.1. Gestión estratégica del mantenimiento industrial .....	17
2.1.1. Gestión de operaciones de mantenimiento .....	17
2.1.2. Gestión de tareas de mantenimiento .....	19
2.1.3. Plan de Calibración .....	22
2.1.4. Gestión de equipos .....	22
2.1.5. Gestión de repuestos .....	24
2.1.6. Gestión de fallas .....	25
2.1.7. Gestión de recursos humanos .....	26
2.2. Metodología de Trabajo “5S” .....	27
2.2.1. ¿Qué es 5S? .....	27
2.2.2. Principio de la Metodología 5S .....	28
2.3. Higiene y Seguridad Industrial .....	29
2.4. Cursos relacionados .....	35
<b>Capítulo 3</b> .....	37

<b>Desarrollo de la experiencia y aportes</b> .....	37
3.1. Planificación y programación del mantenimiento de las 24 000 horas del motor de babor del BAP “AGUIRRE” .....	37
3.2. Implementación de la Metodología de las 5S .....	40
3.3. Aplicación de las 5S en el BAP AGUIRRE .....	42
<b>Conclusiones</b> .....	47
<b>Recomendaciones</b> .....	49
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	51

## Figuras

<b>Figura 1</b> Organigrama de la Marina de Guerra del Perú .....	5
<b>Figura 2</b> Transporte de una pieza de motor de babor con apoyo de una grúa del SIMA ...	12
<b>Figura 3</b> Grupo de trabajo activado para tapar el forado del casco .....	13
<b>Figura 4</b> Cojinetes del soporte del eje del motor de babor .....	14
<b>Figura 5</b> Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial. Relación condición vs falla.....	25
<b>Figura 6</b> Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial. ....	32
<b>Figura 7</b> Señales de advertencia .....	33
<b>Figura 8</b> Señales de prohibición .....	33
<b>Figura 9</b> Señales de obligación.....	34
<b>Figura 10</b> Señales relativas a seguridad o de salvamento.....	34
<b>Figura 11</b> Tripulante clasificando el material abordado.....	42
<b>Figura 12</b> Fanal colocado para la protección de los focos de abordado.....	43
<b>Figura 13</b> Material depositado en uno de los compartimentos de abordado .....	43
<b>Figura 14</b> Señalización que indica el compartimentaje de abordado. ....	44
<b>Figura 15</b> Cadetes Navales desfilando en la Cripta de Grau .....	45

## Tablas

<b>Tabla 1</b> Metodología de las 5S .....	28
<b>Tabla 2</b> Cronograma de trabajo .....	39
<b>Tabla 3</b> Lista de repuestos requeridos .....	40

## **Introducción**

La Marina de Guerra del Perú cuenta con distintos tipos de unidades navales, aéreas, terrestres y marítimas para el cumplimiento de la misión como parte de las fuerzas armadas, para tal fin es necesario contar con las unidades en óptimas condiciones para su operatividad en los ejercicios o en las circunstancias que el país lo demande por lo que es necesario realizar mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos en las máquinas y componentes del buques con la finalidad de extender la vida útil de la unidad.

Cuando se adquiere una unidad marítima, antes de forma parte de la flota Armada debe ser inspeccionado por el SIMA con el fin de saber en qué condiciones se encuentra la unidad y tener un cronograma de inspecciones y mantenimiento para mantener su operatividad.

En el 2017, en mi primer año de alférez fui parte de la dotación del BAP Aguirre, laborando en el área de logística de la unidad, a inicio de ese año la Fuerza de Superficie declaró comandante del buque a un oficial especialista en ingeniería naval para liderar el proyecto del mantenimiento de las 24000 horas del motor de babor, la cual implicó una serie de trabajos, planificados, programados y organizados en equipos que durarían todo el periodo del año



# Capítulo 1

## Aspectos generales

### 1.1. ¿Qué es la Marina de Guerra del Perú?

La Marina de Guerra del Perú es el órgano de ejecución del Ministerio de Defensa, encargado de la defensa marítima, fluvial y lacustre. Forma parte de las Fuerzas Armadas y como tal integra el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas del Perú y tiene como principal misión “ejercer la vigilancia y protección de los intereses nacionales en el ámbito marítimo, fluvial y lacustre, y apoyar la política exterior del Estado a través del Poder Naval; asumir el control del orden interno, coadyuvar en el desarrollo económico y social del país y participar en la Defensa Civil de acuerdo a ley; con el fin de contribuir a garantizar la independencia, soberanía e integridad territorial de la Republica y el bienestar general de la población, así mismo obtener un poder naval capaz de actuar con éxito donde lo requieran los intereses nacionales. (Marina de Guerra del Perú, 2019)

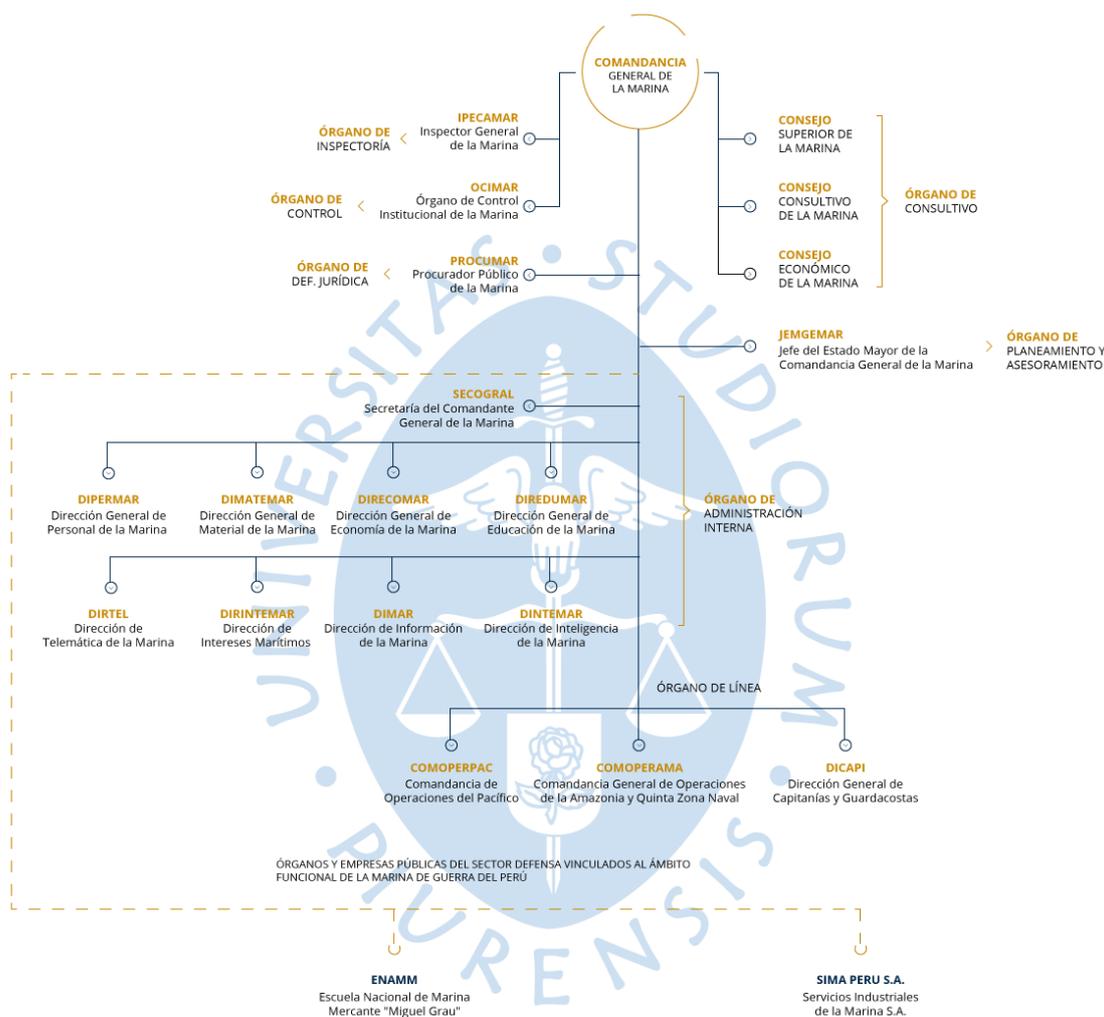
Las principales funciones de la Marina son: (Marina de Guerra del Perú, 2019)

- a) Garantizar la independencia, la soberanía e integridad territorial de la República, en el ámbito de su competencia.
- b) Ejercer el control, la vigilancia y la defensa del dominio marítimo, el ámbito fluvial y lacustre del país.
- c) Participar en el control del orden interno, de acuerdo con lo establecido en la constitución Política del Perú y la normativa legal vigente.
- d) Participar en la ejecución de las Políticas de Estado en materias de Seguridad y Defensa Nacional.
- e) Participar en la elaboración de las políticas relacionadas con el empleo de la Marina Mercante Nacional, como componente de la reserva naval.

- f) Desarrollar actividades de inteligencias orientadas a la seguridad y defensa Nacional en el ámbito de su competencia.
- g) Ejercer, a través de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, la autoridad marítima, fluvial y lacustre a nivel nacional, en el ámbito que le confiere la ley.
- h) Participar en la ejecución de las políticas de Estado en materia de desarrollo económico y social del país, defensa civil, ciencia y tecnología, objetos arqueológicos e históricos, asuntos antárticos, asuntos amazónicos, y de protección del medio ambiente, de acuerdo a la normativa legal vigente.
- i) Conducir las acciones de preparación formación, capacitación especialización, perfeccionamiento, entrenamiento, mantenimiento y equipamiento del Componente Naval de las Fuerzas Armadas, en función de los objetivos y de las Políticas de Seguridad y Defensa Nacional.
- j) Conducir el Sistema de Información y Monitoreo del Tráfico Acuático en el ámbito de su competencia, a través de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas.
- k) Participar en Operaciones de Paz convocadas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) u otros organismos internacionales.
- l) Mantener a través de los medios navales la presencia del Estado peruano en el continente antártico.
- m) Desarrollar la investigación académica y científico-tecnológica en el ámbito naval; así como desarrollar actividades oceanográficas, meteorológicas biológicas y de los recursos marítimos, fluviales y lacustres; actuando por sí o en colaboración con otras instituciones nacionales o extranjeras.
- n) Ejercer funciones de acuerdo a ley, en el ámbito de la cartografía Náutica y Oceanográficas del Perú, así como administrar las actividades relacionadas con las ciencias del ambiente en el ámbito marítimo, fluvial y lacustre.
- o) Participar con los organismos de otros sectores en la formulación de los objetivos y políticas para el desarrollo de los intereses Marítimos Nacionales.
- p) Promover y participar en la investigación científica e histórica destinada a la protección del patrimonio cultural subacuáticos, en coordinación con el sector correspondiente.

q) Promover e impulsar la industria naval a través de los Servicios Industrial de la Marina.

r) Gestionar ante el Ministerio de Defensa el patrocino del personal militar sometido a investigaciones o procesos judiciales como consecuencias del ejercicio de sus funciones.



**Figura 1** Organigrama de la Marina de Guerra del Perú  
Fuente: Marina de Guerra del Perú

La Marina de Guerra del Perú cuenta con distintos tipos de unidades navales, marítimas, fluviales y lacustres, cuando nos referimos a las unidades marítimas nos referimos a los buques de superficie, los cuales pueden ser buques tipo guardacostas, fragata misilera, corbetas misilera, hidrógrafas, de apoyo logístico, desembarco de tropas y veleros.

Los buques de la Marina de Guerra del Perú tipo fragata misilera como el BAP “AGUIRRE” tiene como misión “Conducir y ejecutar operaciones de superficie principalmente acción misilera mar-mar a mediano alcance, con el fin de contribuir al cumplimiento de las tareas asignadas a la comandancia de la flotilla de superficie número 1”( Marina de Guerra del Perú, LOFRAM) para tal fin las unidades tienen a su disposición los recursos financiados por el estado y adquiridos según sus necesidades o tareas, entre ellos tenemos, combustible, fondos, víveres frescos, víveres secos y mano de obra. Estos recursos son administrados y gestionados por M-4 (Área de Logística) del buque, el cual está conformado por un oficial jefe de departamento de Logística el cual suele tener el grado de teniente y tres oficiales más, jefes de la división de Administración, Servicio y Construcción y suelen ser oficiales recién graduados, es decir, tiene el grado de Alféreces de fragata. El jefe de Administración tiene a su cargo gente especializada y capacitada para efectuar los distintos trámites administrativos y manejar los distintos sistemas de la marina como el ECOFIN, SISGEPa y SOL.

## **1.2. ¿Qué es el BAP “Aguirre”?**

Por sus siglas significa, buque o barco de superficie de la Armada peruana, es un buque de tipo fragata misilera, de clase Lupo, desplaza 2.500 toneladas y tiene una velocidad de 35 nudos con turbinas y 22 nudos con motores Diésel. Su armamento consiste en artillería convencional y misiles, se adquirió en el año 2003 en el gobierno de ex Presidente Alejandro Toledo, traída desde Italia y cuenta con las siguientes dimensiones, mide 116.5 metros de eslora o longitud, 18 metros de altura y 5.5 metros de manga o ancho. Esta unidad es dotada aproximadamente por 20 oficiales según lo determina la planta orgánica en el libro de organización de las fragatas misileras.

Esta dotación es conformada por un comandante, un segundo comandante, un oficial secretario, cuatro oficiales jefes de departamentos los cuales están conformadas por tres a cuatro jefaturas a cargo de oficiales de menor rango.

El nombre “Aguirre” que lleva como representación, se debe al capitán de corbeta Elías Aguirre Romero, segundo comandante del Huáscar y héroe de la guerra del Pacífico, que combatió a bordo del monitor, asumiendo el comando del Buque luego de la muerte del Almirante Don Miguel Grau Seminario en el combate naval de Angamos el 8 de octubre de 1879.

### 1.3. Funciones a bordo del BAP “AGUIRRE”

En mi primer año de egresado de la Escuela Naval y de la Universidad de Piura, desempeñe el cargo de Jefe de la División de Administración del Departamento de Logística del BAP “AGUIRRE” en el año 2017.

Tenía como principal función gestionar y administrar los recursos con lo que contaba el buque y el resto de buques de la Armada Peruana, para lo cual contaba bajo mi mando un grupo de gente experimentada y especializada para realizar las metas de corto y largo plazo del departamento. Parte de mis funciones era manejar y guiar de la mejor manera a este grupo de gente para el desempeño de sus funciones específicas. Cada uno tenía un cargo en principal y colateral dentro del departamento, por ejemplo; un personal a cargo de la secretaria, quien desempeñaba funciones administrativas, encargado del SISGEPA, quién contralaba y cargaba al sistema el inventario de los bienes patrimoniales y bienes de almacén, encargado de las rendiciones de cuentas y encargado ECOFIN.

La función primordial de mi cargo era adquirir los fondos operativos y fondos de mantenimiento del buque para la compra de los requerimientos y necesidades de las otras áreas, compras autorizadas por el comandante de la unidad.

Ese año la tarea principal que el comando me había asignado era adquirir los fondos presupuestales designado a la unidad para hacer efectivo el mantenimiento de las 24000 horas del motor de babor del buque.

Era importante adquirir los fondos en el menor tiempo posible ya que cada inicio del año el presupuesto con el que cuenta el buque es cero, a consecuencia de que la dotación de las unidades y dependencias son rotativa o transitoria por lo cual se aprovecha al máximo los fondos para el cumplimiento de los objetivos y metas trazadas por el comando, en su efecto nuevas necesidades surgen cada año y el presupuesto de los fondos sigue siendo el mismo, por eso el propósito primordial es adquirir todos los fondos a inicio del año en el menor tiempo posible.

Administrar los fondos era importante ya que los fondos son anuales y se debe gestionar para adquirirlos a inicio del año por tal motivo, es necesario definir el objetivo principal del buque y los requerimientos para cumplir el propósito, en este caso, era el re

potenciamiento de los motores de babor del buque lo cual implicaba un mantenimiento de 24 000 horas a dicho motor.

Finalmente, las tareas principales que el comando me había encomendado era administrar los fondos para la compra de las piezas, herramientas, equipos de seguridad y el pago a los colaboradores del SIMA. Por otro lado, realizar los procesos de abastecimiento de víveres frescos y secos, gestionar el consumo óptimo de combustible asignado al buque, y mantener el stock necesario en los pañoles de los bienes consumibles de la unidad

#### **1.4. ¿Qué es el SIMA?**

**Servicios Industriales de la Marina S.A.**, más conocido por el acrónimo **SIMA**, es un astillero naval peruano constituido como empresa estatal de derecho privado, el cual se dedica al mantenimiento, modernización, diseño y construcción de las unidades de la Marina de Guerra del Perú y complementariamente a ejecutar proyectos relacionados con la industria naval y metal mecánica para el sector estatal y privado. Opera de acuerdo a la política del Ministerio de Defensa, de la Comandancia General de la Marina de Guerra del Perú y del Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado (FONAFE). Posee tres Centros de Operación en Callao, Chimbote Iquitos. (Servicios Industriales de la Marina S.A., s.f.)

##### **SIMA CALLAO**

El SIMA Callao es el principal centro de operación, ubicado dentro del perímetro del Puerto del Callao. Es el único en todo el país con capacidad para atender embarcaciones de alto y bajo bordo, así como a las unidades de la Marina de Guerra del Perú. Sus instalaciones tienen un área de 300,000 m<sup>2</sup>, sobre la cual existen diques y gradas de gran tamaño donde se desarrollan proyectos de construcción de hasta 50,000 TPM, y reparaciones de todo tipo de embarcaciones de hasta 25,000 TPM, igualmente talleres debidamente equipados para las actividades de metal mecánica y un centro especializado en sistemas de armas y electrónica. (Servicios Industriales de la Marina S.A., s.f.)

##### **Proyectos importantes**

El Astillero SIMA Perú cuenta con varias décadas trabajando en el rubro de construcción naval, liderando proyectos de gran envergadura. Durante estos años, el SIMA

ha construido fragatas misileras, buques petroleros, cargueros, graneleros, multipropósito de investigación científica, remolcadores, patrulleras, lanchas artilladas, de desembarco, de transporte, de pesca, y de servicio turístico; draga, deslizadores, chatas, motos chatas, pontones, gánguiles, entre otros.

En 1956 SIMA inició la construcción del tanquero de petróleo BAP Zorritos de 6.000 TPM, primer buque de alto bordo construido en Latinoamérica, el cual fue lanzado el 28 de julio de 1958. Hasta fines de los años 1960, se llegaron a construir cuatro buques de alto bordo, de hasta 12.000 TPM.<sup>2</sup>

En 1970 SIMA pasó a la construcción de buques del máximo porte para empresas navieras, para lo cual amplió y modernizó su astillero. A lo largo de la década se construyeron cinco cargueros y cuatro tanqueros de 25.000 TPM y el buque multipropósito José Pardo, de 27.000 TPM. Se llegó a lanzar una embarcación de alto bordo por año. SIMA se convirtió así en uno de los principales astilleros de la región.<sup>2</sup>

Entre 1982 y 1984, SIMA dio su más importante salto tecnológico: la construcción de dos fragatas misileras clase Lupo para la Marina de Guerra del Perú, con el diseño y materiales suministrados por el astillero italiano Fincantieri. Los trabajos se realizaron en SIMA Callao. Las fragatas fueron bautizadas como BAP Montero y BAP Mariátegui. Fueron los primeros buques de guerra de primera línea construidos en toda la costa occidental de Sudamérica.<sup>2</sup>

Luego de atravesar un periodo de dificultades generada por la crisis económica peruana de finales de los ochenta, las actividades del SIMA retomaron un nuevo impulso a inicios del segundo milenio, desarrollando servicios de construcción de remolcadores, embarcaciones pesqueras y reparaciones navales en general. Sin embargo, su retorno a la senda de los proyectos navales de gran envergadura no se daría sino hasta el año 2012 al anunciarse el inicio de la construcción de un buque escuela a vela para la Marina de Guerra del Perú.<sup>3</sup> Asimismo, el año 2013 se hizo público el anuncio de la construcción de un buque multipropósito de 122 metros de largo, de la clase Makassar, destinado también a servir en la armada peruana. Para este proyecto, se contará con la asistencia técnica de la empresa Daewoo International<sup>45</sup>

El 22 de diciembre de 2014, al concretarse la construcción del casco del buque a vela encargado dos años atrás, se produjo la ceremonia de botadura en presencia del Presidente de la República Ollanta Humala Tasso, siendo bautizada la nave como BAP Unión e incorporada a la Marina de Guerra del Perú.<sup>6</sup>

En 2016 fueron concluidas y puestas en servicio las patrulleras marítimas “BAP Río Pativilca (PM-204)” y “BAP Río Cañete (PM-205)”, naves construidas íntegramente en el astillero del SIMA Chimbote, en la modalidad CKD o Complete Knock Down (Kit para ensamblaje), en un convenio de intercambio tecnológico y asesoría con la empresa Coreana STX Offshore and Shipbuilding. Estas unidades cuentan con 55,3 m de eslora, 8,5 m de manga y 22 nudos de velocidad.<sup>7</sup> En 2017 se hizo lo propio con las patrulleras marítimas BAP Río Piura (PM-206) y BAP Río Quilca (PM-207), construidas también en el SIMA Chimbote. Todas estas naves se encuentran asignadas a la Dirección General de Capitanías y Guardacostas.<sup>8</sup> Asimismo, SIMA Perú ha construido 4 PIASS (Plataforma Itinerante de Acción Social con Sostenibilidad) para los ríos del Amazonas, en su Centro de Operación de SIMA Iquitos, las cuales representan un gran logro para el país para integrar las zonas más alejadas de la selva.

En 2017, en el Centro de Operación del Callao se concluyó y fue botado el caso del buque multipropósito BAP Pisco (AMP-156), nave construida en cooperación con la compañía Daesun Shipbuilding & Engineering de Corea del Sur.

En 2018, se inició en las instalaciones del SIMA Callao un ambicioso programa de modernización de 4 submarinos tipo 209/1200, Los trabajos se hacen con la asistencia técnica y transferencia tecnológica del astillero alemán Thyssenkrupp Marine Systems GmbH, siendo elegido como primer submarino para la modernización el BAP Chipana (SS-34), el cual en mayo de ese año supero la etapa de desmontaje de sistemas y corte del casco del submarino en 2 secciones, este programa ampliara la vida útil de estos submarino en 15 años. (Servicios Industriales de la Marina S.A., s.f.)

### **1.5. Determinación del problema**

Para realizar las actividades de mantenimiento se requiere de una planificación exhaustiva ya que algunos de los dispositivos son de grandes dimensiones y requieren de actividades inusuales en los cascos del buque y de traslado de buque a muelle. Además, el

personal técnico que se tenía en ese momento en el buque, tenía características propias de un tiempo de no operatividad y por tanto de improductividad.

Debido a la alta holgura de tiempo ocio de años pasados, el personal estuvo acostumbrando a un bajo nivel de exigencia y a realizar sus funciones sin la supervisión constante de sus jefes, como consecuencia a esta rutina ineficiente se vio reflejada desde un inicio la pésima actitud de personal para el cumplimiento de sus funciones y la falta de profesionalismo al realizarlas, por lo que era necesario cambiar las políticas de trabajo, tomando acciones estratégicas para combatir estos problemas ya que realizar el mantenimiento del motor era un trabajo que involucraban a todas las áreas del buque y demandaba tiempos extras para poder lograr el objetivo.

A inicios de nuestra gestión, programamos una inspección general del material, personal e infraestructura la cual duró todo el día, ya que es un buque de gran eslora y cavidades muy estrechas.

Luego de la inspección al buque, se encontró que existía de una gran cantidad chatarra y material en desuso, en general una presentación deplorable. Aplicando las fases de la metodología de las 5S se escogieron todos los equipos que requerían ser reparado y con el resto de equipos se procedió a estibarlos, ordenarlos, estableciendo rutinas de inspección periódica para registrar novedades con el fin de que sean subsanadas para mantener una mejora continua.

#### **1.6. Desmantelamiento y traslado del motor de babor**

Para realizar el mantenimiento de las 24 000 horas del motor de babor se debía de desarmar el motor y trasladar todas las piezas al taller de mantenimiento de SIMA Perú, el cual se encontraba dentro de la Base Naval del Callao.

Para transportar las piezas se requería personal capacitado en desarmar un motor de gran magnitud es por eso que se contó con el apoyo del personal del SIMA, experimentado para esta tarea. Un motor de tal magnitud está constituido por distintos tipos de piezas, las piezas chicas podían ser transportadas por el interior del buque para luego ser llevadas a muelle sin embargo, dicha tarea no era tan sencilla ya que a pesar de ser una pieza chica, esta tenía un

gran peso por lo que era necesario utilizar poleas ajustadas en los mamparos y en los bordes de las escotillas.

Por otro lado, las piezas de gran tamaño no podían ser trasladados por el interior del buque ya que las cavidades del interior del buque no lo permitían, por lo fue necesario realizar un forado de casco del lado de babor adyacente al muelle, para poder retirar las piezas de gran tamaño con el apoyo de una grúa.



**Figura 2** Transporte de una pieza de motor de babor con apoyo de una grúa del SIMA

Ese año las condiciones climatológicas no eran favorables, el fenómeno del Niño Costero había llegado y afectaba todo el litoral peruano, el aumento del río Rímac que atraviesa la Base Naval del Callao, amenazaba con desbordarse llegando al tope de su cauce, por lo que se debía tomar todas las precauciones necesarias; diseñamos una tapa del tamaño del forado que se había hecho en el casco del buque, se colocó un jebe de gran grosor y se implementó unos ganchos que encajaban con unos agujero en el interior, haciendo estanco al buque sin permitir el ingreso del agua a la sala de máquinas, el fin era estancar el buque en caso de un desborde del río, ya que según la directiva interna de Marina, establece que en el caso ocurra el desborde del río Rímac o una alerta de Tsunami lejana, las unidades operativas deberán zarpar a alta mar y las que no se encuentren en la condición de zapar deberán triplicar espías, colocar calabrotes y estancar el buque cerrando todas las escotillas exteriores.

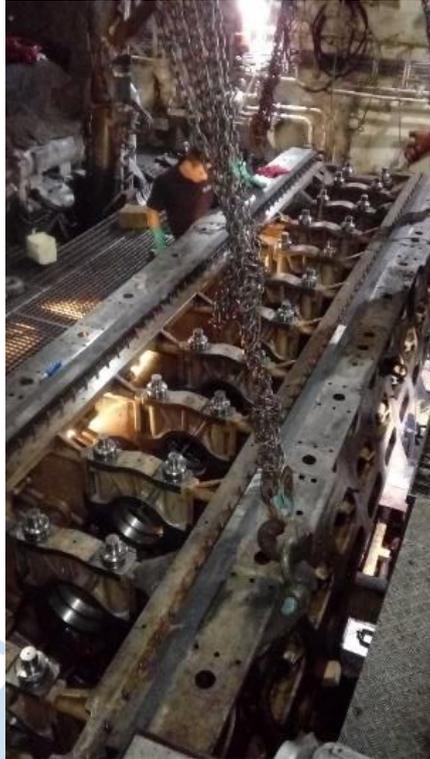
En horas laborables se destapaba para continuar con el desmantelamiento y en las horas no laborables, se activaba al grupo designado para realizar la maniobra de estancar el buque y la guardia se encargaba de verificar e inspeccionar que la tapa se mantuviera estanco.



**Figura 3** Grupo de trabajo activado para tapan el forado del casco

#### **1.6.1. Mantenimiento 24 000 horas**

El mantenimiento de estos motores no se hace por rendimiento medido en kilómetros o millas debido a que no recorren distancias, generalmente se realiza por horas de trabajo. Algunos fabricantes recomiendan cambiarle el lubricante y filtros a cada 250 horas, otros a las 500 horas e inclusive, algunos manuales especifican cambios de 1000 horas inspeccionando y cambiando los filtros con mayor frecuencia. La programación del mantenimiento de esas máquinas depende en gran medida del tamaño del motor, así como su tipo de aplicación. (Mantenimiento de los Motores Estacionarios, 2015)



**Figura 4** Cojinetes del soporte del eje del motor de babor

Las unidades de superficie de la Marina de Guerra del Perú tipo Fragata Misileras son buques adquiridos en los años 80 por la Armada Italiana con un tiempo de vida útil expirada, el cual conlleva a un plan de mantenimiento preventivo y correctivo a las unidades para mantener la operatividad y el alistamiento de la fuerza de superficie.

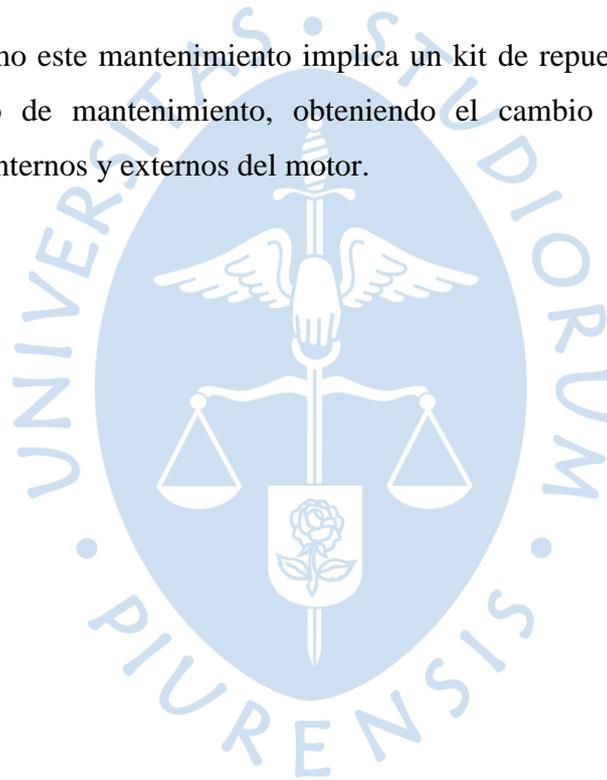
Dentro de los planes de mantenimientos establecidos en el manual del fabricante se establece mantenimientos:

- Diarios: verificar niveles, aceites combustibles, agua de refrigeración
- 500 horas: verificar ajustes, fugas y niveles, cambio de aceite.
- 1500 horas: verificar ajustes, fugas y niveles, cambio de aceite e inspección de bombas arrastradas, inspección de enfriadores, inspección de turbo soplantes (turbo cargadores).
- 6000 horas: cambios de bocinas, kit de repuestos
- 12000 horas: cambios, kit de repuestos

- 24000 horas: Mantenimiento caja de cigüeñal, reemplazar del cojinete kit de repuestos y
- Siendo este último el que contenga a todos los mantenimientos antes mencionados.

Un mantenimiento de 24000 horas de trabajo en un motor tipo gmt-a230.20v se define como el mantenimiento integral de los componentes internos y externos del mencionado motor, caracterizándose por el retiro del eje cigüeñal para someterlo a una inspección detallada de sus partes descartando la existencia de fisuras o una irregular pisada sobre los metales de bancada y metales de bielas.

Así mismo este mantenimiento implica un kit de repuestos el cual será usado para este tipo de mantenimiento, obteniendo el cambio integral de todos los componentes internos y externos del motor.





## **Capítulo 2**

### **Fundamentación del tema elegido**

#### **2.1. Gestión estratégica del mantenimiento industrial**

##### **2.1.1. Gestión de operaciones de mantenimiento**

El mantenimiento industrial se define como el conjunto de procedimientos realizados a fin de conservar en óptimas condiciones de servicio a los equipos, maquinaria, e instalaciones de una planta (fábrica), garantizando el correcto funcionamiento del proceso de producción industrial. Las operaciones de mantenimiento datan de la Revolución Industrial, cuando los procesos comenzaron a exigir un mejor desempeño, con lo cual las tareas se volvieron más complejas, requiriendo de una organización y recursos especiales, en aquella época las tareas eran básicamente correctivas. A raíz de la Segunda Guerra Mundial, nace el concepto de fiabilidad, lo que implicaba que el objetivo del mantenimiento pasaba de solucionar problemas a prevenir su ocurrencia. En la actualidad las operaciones de mantenimiento se centran en realizar estudios sobre los equipos y procesos susceptibles a fallo, aplicando técnicas estadísticas, metodologías de medición, gestión económica de procedimientos, integración multidepartamental, entre otras, que permitan planificar las tareas y recursos adecuados para evitar que se produzcan fallas o paradas en la producción. (Gestión y Planificación del mantenimiento Industrial, 2018)

Razones por las cuales es BENEFICIOSO GESTIONAR las Operaciones del Mantenimiento: (Gestión y Planificación del mantenimiento Industrial, 2018)

- Reducir costos generados por la falla de equipos que obligan a parar la producción.

- Optimizar el inventario de repuestos disponibles en stock, sin tener que comprar de más, ni sufrir la carencia de repuestos cuando se requieran.
- Brindar seguridad al personal de campo en el cumplimiento de sus actividades diarias.
- Rebajar costos de producción, a fin de producir productos más competitivos en el mercado.
- Evitar el desperdicio de recursos: materia prima, energía, mano de obra.
- Optimizar el consumo de recursos y presupuesto asignado al departamento de mantenimiento.
- Optimizar la utilización de equipos y maquinaria, prolongando su tiempo de vida.

Cumplir estándares de calidad exigidos por los consumidores y organismos reguladores.

- Garantizar el cuidado del medio ambiente en el desarrollo de la actividad productiva.
- Mantener un control y supervisión sobre las tareas que ejecuta el departamento de mantenimiento.

Existen diversas FILOSOFÍAS DE GESTIÓN del Mantenimiento, las cuales se adaptan a realidades distintas según el tipo de empresa, así tenemos: (Gestión y Planificación del mantenimiento Industrial, 2018)

a) **Mantenimiento Preventivo-Correctivo:** Tiene por objetivo organizar tareas de prevención de fallas y realizar acciones correctivas cuando se presente una falla, no se enfocan en la planificación justificada de actividades sino más bien en la programación de actividades y asignación de recursos. Basándose en la ocurrencia de fallas se establece trabajos preventivos a fin de que se repitan las mismas fallas, así mismo basándose en pruebas y observaciones se analizan los equipos a fin de programar tareas que eviten la aparición de nuevas fallas.

b) **Mantenimiento Productivo Total (TPM):** Se basa en que ciertas tareas cotidianas de mantenimiento sean realizadas por los operadores de producción, como parte de sus actividades rutinarias, ya que son estos quienes conocen los equipos en el día a día y por tanto pueden anticipar posibles fallas.

c) **Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM):** Se basa en el análisis de la base instalada de equipos y maquinarias, de modo de aplicar técnicas que permitan anticipar posibles fallas, efectuando tareas de prevención y predicción.

d) **Mantenimiento como Cliente Interno de Producción:** Bajo este concepto el departamento de mantenimiento se convierte en cliente y subordinado del departamento de producción, teniendo la responsabilidad de proveer un buen trabajo (confiabilidad en los equipos) para permitir un proceso productivo eficiente y continuo.

e) **Administración del Mantenimiento:** Lo cual implica crear una organización conformado por personas y recursos, dedicados a la gestión, planificación, ejecución, y supervisión, de las tareas de mantenimiento, cuyo objetivo se centra en maximizar la disponibilidad de los equipos para no interrumpir el proceso productivo, y a la vez optimizando los recursos empleados.

f) **Gestión Integral del Mantenimiento:** Esta filosofía integra la labor de administración de mantenimiento con otras áreas dentro de la empresa, como son ingeniería, logística, compras, calidad, seguridad, comercial, entre otros, funcionando como una parte integrada a la gestión global de la organización empresarial.

### 2.1.2. Gestión de tareas de mantenimiento

Los equipos desde el punto vista de elementos individuales siguen políticas de mantenimiento en el día a día, estas se basan en las estrategias de mantenimiento clásico, las cuales se basan en el desarrollo de tareas de conservación, revisión y reparación, así tenemos:

- a) **Mantenimiento Correctivo:** Correspondiente al conjunto de actividades destinadas a corregir defectos y solucionar fallas, en este caso se espera a que ocurra el problema para brindar la solución adecuada.
- b) **Mantenimiento en Uso:** Consiste en la realización de tareas cotidianas realizadas por el mismo operador de los equipos, básicamente se trata de trabajos de limpieza, inspección visual, toma de datos, lubricación, apriete de tornillos, etc.
- c) **Mantenimiento Preventivo:** Conformado por el conjunto de actividades que buscan anticiparse a la ocurrencia de un problema avería o falla, estas actividades son planificadas en el tiempo y espacio, buscando fortalecer puntos frecuentes de falla, localizando vulnerabilidades, reemplazando componentes antiguos o desgastados.
- d) **Mantenimiento Predictivo:** Es aquel encargado de recopilar y analizar información que permita determinar el momento y lugar adecuado para efectuar tareas de mantenimiento preventivo, conociendo e informando permanentemente el estado del equipamiento de planta, lo cual requiere contar con instrumentos adicionales que permitan adquirir dicha información, sin embargo permite reducir costos de mantenimiento al hacer un uso eficiente de los recursos.
- e) **Mantenimiento Periódico:** Es aquel mantenimiento que tiene lugar a determinado ciclo periódico de tiempo, sin importar las condiciones del equipo, en este mantenimiento se realiza una rutina de tareas pre definido, dejando los equipos en óptimas condiciones para soportar un nuevo ciclo de trabajo.
- f) **Mantenimiento a Cero Horas:** Es aquel mantenimiento programado con la finalidad de llevar al equipo a un punto como si estuviera salido recién de fábrica (cero horas de funcionamiento), lo cual implica reemplazar componentes críticos, renovar piezas, reparar partes, etc.
- g) **Mantenimiento de Verificación:** Tiene lugar luego de realizado un cambio importante en el equipo (Ej: cambio de piezas internas), con el objetivo de comprobar las óptimas condiciones del equipo para entrar en operación nuevamente.
- h) **Mantenimiento de Calibración:** Consiste en la revisión y ajuste de parámetros, a fin de ubicar el equipo en su punto óptimo de funcionamiento.

i) **Mantenimiento Integrado:** Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Dado que los equipos no son todos iguales o no todos corresponden a la misma categoría, se utiliza un mix de estas estrategias de mantenimiento. Por ejemplo mientras un registrador electrónico puede recibir un mantenimiento periódico, un motor puede recibir un mantenimiento predictivo, en cambio una tubería de aire puede recibir un mantenimiento correctivo, mientras el sensor de flujo de la tubería recibe un mantenimiento de calibración. Factores como el costo de reparación, costo de repuestos, costo de parada de máquina, impacto ambiental, seguridad patrimonial, calidad de productos, stock de productos, normativa legal, garantía de equipos, pérdidas de producción, etc., permitirán determinar la combinación adecuada de estrategias de mantenimiento a utilizar para determinado equipo en particular, según su rango de importancia asignado. Estos factores sumados a la experiencia en el proceso y en la planta, servirán para definir un **MODELO DE MANTENIMIENTO** que englobe la política de actividades a realizar, este modelo también es conocido como **ESTILO DE MANTENIMIENTO** y es propio de cada planta bajo condiciones pre definidas de operación, es decir que si el proceso productivo o la planta sufre variaciones, el **MODELO** también requerirá variarse acorde a las nuevas condiciones Cabe resaltar que el mantenimiento de ciertos equipos requerirá de recursos especiales (personal calificado, herramientas especiales, equipos de protección especial, manejo de grúas, inspectores de seguridad, medición de variables externas, manejo de sustancias peligrosas, utilización de repuestos delicados, etc.), con lo cual las actividades de mantenimiento de estos requerirá la realización de una planificación independiente, plasmada en su correspondiente Plan de Acción.

### 2.1.3. Plan de Calibración

El plan de calibración comprende la programación de las actividades de calibración de los instrumentos de medición. El plan debe comprender como mínimo los siguientes pasos: (Gestión y Planificación del mantenimiento Industrial, 2018)

- a) Identificación y registro de los instrumentos de medición (sensores y patrones).
- b) Asignar períodos de calibración para cada instrumento.
- c) Asignar responsables de la calibración, o empresas proveedoras a contratar.
- d) Realización de las tareas, de acuerdo a procedimiento preestablecidos.
- e) Verificación de resultados y emisión de certificado de calibración.
- f) Gestión y control de documentación.

### 2.1.4. Gestión de equipos

El primer paso de la gestión de equipos corresponde a conocer la base instalada (equipos, máquinas, instrumentos, herramientas, etc.), por lo cual se requiere contar con una lista ordenada o inventario de dicha base instalada. Además, a fin de contar con información útil, se requiere complementar la información inventariada con datos que indiquen la relación existente entre los distintos elementos y su función dentro del proceso productivo. Los equipos pueden ordenarse según su ubicación (locación física), según el área operativa a la que pertenecen, según su membresía a determinado sistema o sub proceso, según su utilización, según su importancia, según su costo, entre otros. Una empresa puede contar con una o varias plantas productivas, cada una de las cuales puede contar con diversas zonas o áreas funcionales, así mismo cada área puede tener un responsable de la infraestructura y elementos que se ubican en el lugar, por cuanto cada responsable de área o de departamento sería el encargado de llevar la actualización del inventario de sus equipos. La gestión también implica conocer la vida de cada equipo desde que ingresa a la planta, hasta que se le da de baja, conociendo todas las tareas y cambios que se han ejercido sobre cada equipo; cabe mencionar que cada equipo debe contar con un código de identificación que lo haga único, y que a la vez lo enlace a familias de equipos con características similares. Los equipos se pueden IDENTIFICAR mediante un formulario estandarizado, que contenga información de estos, a más detallado sea permitirá contar con más información para tomar decisiones.

Es recomendable completar una HOJA DE REGISTRO para cada equipo. A continuación, los principales campos de registro que debería tenerse sobre cada equipo.

- a) Nombre y código del equipo.
- b) Datos generales y especificaciones técnicas.
- c) Descripción de su uso o función dentro del proceso.
- d) Instructivo de funcionamiento.
- e) Parámetros y valores referenciales, en los cuales su funcionamiento es correcto.
- f) Análisis de criticidad del equipo.
- g) Modelo de mantenimiento recomendado.
- h) Lista de repuestos críticos y repuestos no críticos.
- i) Lista de consumibles.
- j) Otros datos que resulten de importancia. Adicionalmente se recomienda llevar una base de datos con el registro del historial de mantenimiento de los principales equipos (más críticos). Los equipos pueden tener varios tipos o períodos de utilización, a los que se les denomina lapsos de vida. Así tenemos: **(Gestión y Planificación del mantenimiento Industrial, 2018)**

- Vida Física: Es el lapso en que el equipo puede utilizarse en la planta como componentes de esta, desarrollando sus funciones con total normalidad siempre que reciba el mantenimiento adecuado.
- Vida en el Mercado: Esta dado por el tiempo que pasa el equipo como un producto disponible en el mercado, a ofrecimiento de los fabricantes. Cuando los modelos se vuelven obsoletos y ya no se fabrican más, se considera que su vida en el mercado ha terminado.
- Vida Tecnológica: Se denomina de esta forma al tiempo que pasa antes de que aparezca una tecnología mejor que exija el recambio de un equipo.
- Vida Económica: Es el lapso durante el cual el equipo es considerado un bien sujeto a depreciación.

### 2.1.5. Gestión de repuestos

La gestión de los repuestos consiste en la planificación de compra de repuestos, a fin de mantener un stock óptimo, en función al grado de criticidad del repuesto, criticidad del equipo, costos, disponibilidad, tiempos de entrega, negociaciones con el proveedor, entre otros.

Se puede establecer CATEGORÍAS de repuestos, así tenemos:

#### **Según su necesidad en planta:**

- a) Repuestos que son necesarios mantener en stock dentro de planta.
- b) Repuestos que no son necesarios tener en stock, pero si es necesario tener identificado al proveedor, plazos de entrega, disponibilidad, costo, etc.
- c) Repuestos indiferentes, que no es necesaria una planificación en torno a ellos.

#### **Según su facilidad de adquisición:**

- a) Repuesto genérico, es aquel que puede ser reemplazado por otras opciones o por otros proveedores.
- b) Repuesto estándar, es aquel que puede comprarse a varios proveedores especializados.
- c) Repuesto específico, es aquel que solo lo vende el fabricante del equipo.
- d) Repuesto alternativo, es un repuesto específico que puede ser replicado o fabricado a medida por otra empresa.

#### **Criterios a tener en cuenta en la SELECCIÓN Y COMPRA del repuesto:**

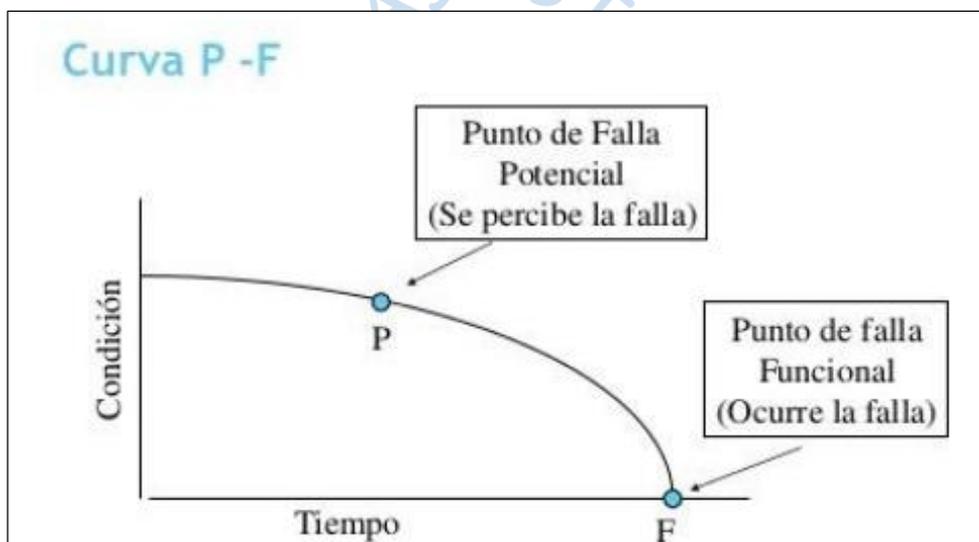
- a) Criticidad del equipo.
- b) Consumo periódico.
- c) Plazo de entrega.
- d) Costo del repuesto.
- e) Costo de parada del equipo.
- f) Atención del proveedor.
- g) Alternativas que ofrece el mercado.

Los repuestos al igual que los equipos deben ser identificados y codificados, para luego ser guardados en un almacén. Así mismo se debe realizar periódicamente

revisiones al inventario de repuestos, a fin de controlar y garantizar la disponibilidad de estos.

### 2.1.6. Gestión de fallas

Es necesario gestionar las fallas mediante una metodología que permita aprender de las experiencias pasadas, mediante el registro y el posterior análisis de las fallas. Una metodología de trabajo es la creación de listas de ayuda al diagnóstico, en las cuales se detalla los síntomas de la falla, las causas (probables), las soluciones aplicadas. Existe un costo económico asociado a las fallas, el cual también debe ser parte del registro de información.



**Figura 5** Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial. Relación condición vs falla

Mediante el ANÁLISIS DE FALLAS, se puede encontrar las causas que provocan fallas en los equipos, para luego evaluar la forma adecuada de evitar que se vuelvan a presentar. Este análisis se ve enriquecido con información adicional tal como por ejemplo:

- a) Medición de condiciones ambientales.
- b) Registro de últimos mantenimientos efectuados.
- c) Condiciones de trabajo recomendadas por el proveedor.
- d) Historial de fallas del equipo.
- e) Forma de hacer el mantenimiento.

f) Personal que estuvo involucrado.

Algunas de las principales CAUSAS DE LAS FALLAS son:

- a) Por problemas causados por desgaste, rotura, fatiga, repuestos defectuosos.
- b) Manejo inadecuado de los equipos (por descuido, falta de capacitación, malas decisiones, cansancio, etc.).
- c) Errores en la verificación del funcionamiento de los equipos, y falta de atención a alarmas.
- d) Reparaciones mal hechas, que vuelven a provocar el mismo tipo de falla.
- e) Condiciones ambientales (frío o calor extremo, humedad, exceso de polvo, corrosión, etc.).
- f) Uso de suministros no adecuados (Ej. nivel equivocado de voltaje).

Dada la importancia en la correcta identificación de las causas de las fallas, a fin de poder evitar que se repitan se puede aplicar la metodología AMFE (Análisis Modal de Fallas y Efectos), la cual se basa en: (R.A, 2012)

- a) Analizar los posibles modos de falla que se puedan presentar (Ej. rotura, desgaste, mal funcionamiento, parada de máquina, desconfiguración, etc.).
- b) Investigar las posibles causas que podrían estar generando cada modo de falla.
- c) Evaluar las consecuencias que se derivan de los diferentes modos de falla, teniendo en cuenta la probabilidad de que pueda ocurrir la falla, la gravedad de esta, y la probabilidad de cuando ocurra la falla esta no sea detectada a tiempo.
- d) Asignar un orden de prioridades a los diferentes modos de falla.

#### **2.1.7. Gestión de recursos humanos**

El factor humano es de vital importancia para el departamento de mantenimiento, son las personas quienes desarrollan y ejecutan los planes de mantenimiento. Es crítico contar con los recursos humanos adecuados, tanto en cantidad como en calidad. Si contamos con más personal del realmente necesario, estaremos derrochando dinero, en cambio si contamos con menos personal del necesario, se estará realizando un trabajo ineficiente que puede repercutir en problemas con los equipos, con la consecuente afeción a la producción.

La calidad del recurso humano está dado por la instrucción educativa, la capacidad de trabajo en equipo, la proactividad, la experiencia en el puesto, el nivel de responsabilidad, la actitud frente a los problemas, las cualidades morales, los conocimientos respecto del proceso, etc. La capacidad de trabajo y rendimiento en el logro de objetivos cambia de persona a persona, por tanto, la gestión identificará rendimientos bajos para ser corregidos (mejorados) y rendimientos altos para que sirvan de modelo a seguir. Por otro lado, las cabezas de departamento y directivos de la empresa son los responsables de la adecuada organización del personal, asignando tareas y responsabilidades a las personas idóneas. Cabe mencionar que esta actividad requiere una planificación de funciones para cada cargo a desempeñar, de modo de establecer perfiles profesionales para cada puesto de trabajo y buscar personas cuyo perfil personal se ajuste al perfil deseado en la planificación. La programación de turnos de trabajo también es responsabilidad del líder del departamento o del área, quien establecerá la organización horaria óptima para la producción, pero también para el personal, brindando condiciones de trabajo adecuadas y seguras. El Departamento de Mantenimiento coordina especialmente con personal de otras divisiones, como son el Departamento de Seguridad, Medio Ambiente, Calidad, Logística y áreas administrativas dentro de la organización. (Gestión y Planificación del mantenimiento Industrial, 2018)

## **2.2. Metodología de Trabajo “5S”**

### **2.2.1. ¿Qué es 5S?**

La metodología de las 5S se creó en Toyota, en los años 60, y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

La metodología de las 5S es de origen japonés, y se denomina de tal manera ya que la primera letra del nombre de cada una de sus etapas es la letra “S”. (Salazar, 2016)

### 2.2.2. Principio de la Metodología 5S

#### a) Clasificación u Organización: Seiri

Consiste en Identificar la naturaleza de cada elemento: Separe lo que realmente sirve de lo que no; identifique lo necesario de lo innecesario, sean herramientas, equipos, útiles o información. (Salazar, 2016)

#### b) Orden: Seiton

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario.
- Disponer de sitios debidamente identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Utilizar la identificación visual, de tal manera que le permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición.
- Identificar el grado de utilidad de cada elemento, para realizar una disposición que disminuya los movimientos innecesarios:

**Tabla 1** Metodología de las 5S

Frecuencia de uso	Disposición
Lo utiliza en todo momento	Téngalo a la mano, utilice correas o cintas que unan el objeto a la persona
Lo utiliza varias veces al día	Disponer cerca a la persona
Lo utiliza todos los días, no en todo momento	Téngalo sobre la mesa de trabajo o cerca de la máquina
Lo utiliza todas semanas	
Lo utiliza una vez al mes	Colóquelo cerca del puesto de trabajo
Lo usa menos de una vez al mes, posiblemente una vez cada dos o tres meses	Colóquelo en el almacén, perfectamente localizado

**Fuente:** Salazar, B.

- Determine la cantidad exacta que debe haber de cada artículo.
- Cree los medios convenientes para que cada artículo retorne a su lugar de disposición una vez sea utilizado.

c) Limpieza: Seiso

- Integrar la limpieza como parte del trabajo
- Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo y rutinario
- Eliminar la diferencia entre operario de proceso y operario de limpieza
- Eliminar las fuentes de contaminación, no solo la suciedad

d) Estandarización: Seiketsu

- Mantener el grado de organización, orden y limpieza alcanzado con las tres primeras fases; a través de señalización, manuales, procedimientos y normas de apoyo.
- Instruir a los colaboradores en el diseño de normas de apoyo.
- Utilizar evidencia visual acerca de cómo se deben mantener las áreas, los equipos y las herramientas.
- Utilizar moldes o plantillas para conservar el orden.

e) Disciplina: Shitsuke

- Establecer una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza
- Promover el hábito del autocontrol acerca de los principios restantes de la metodología
- Promover la filosofía de que todo puede hacerse mejor
- Aprender haciendo
- Enseñar con el ejemplo
- Haga visibles los resultados de la metodología 5S

### 2.3. Higiene y Seguridad Industrial

Se refiere a un conjunto de normas y procedimientos que protegen la integridad física y mental del trabajador, preservándolo de los riesgos de salud, inherentes a las tareas del cargo y el ambiente físico donde son ejecutadas.

La higiene y seguridad ocupacional está relacionada con el diagnóstico y con la prevención de las enfermedades y los accidentes laborales a partir del estudio y el control de dos variables: El hombre y su ambiente de trabajo. (Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial, 2013)

## **Seguridad en el trabajo**

Conjunto de normas, acciones, procedimientos y equipamiento, soportado científicamente a fin de evitar accidentes en el trabajo.

La importancia radica en que lograr evitar el dolor físico y en el temor de sufrir accidentes, esto se reduce al saber cómo prevenirlos

Toda organización debe de contemplar una serie de aspectos que son de vital importancia para la satisfacción y bienestar físico y mental de los empleados, con el fin de obtener un mejor rendimiento laboral de los mismos en un ambiente seguro (Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial, 2013)

### **¿Qué es un accidente?**

Es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte producida repentinamente en el ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se presente.

Hay dos grandes causas de accidentes, las personas y el medio ambiente de trabajo. Es normal que en accidente se encuentre no solo una, sino varias causas actuando al mismo tiempo. (Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial, 2013)

### **Tipos de accidentes**

- a) Golpe contra la persona: es proyectada contra un objeto
- b) Golpe por el objeto: es el que es proyectado contra la persona
- c) Atrapado: por, en, o entre algo.
- d) Caída
- e) Sobreesfuerzo
- f) Contacto con temperaturas extremas
- g) Inhalación o absorción de sustancias tóxicas
- h) Contacto con corriente eléctrica

**Se clasifican en:**

- a) Accidentes mortales
- b) Incapacidad total permanente
- c) Incapacidad parcial permanente
- d) Incapacidad total temporal

Cuando se produce un accidente se debe determinar si el acto inseguro fue producido por el lesionado o por otra persona. Se puede tomar las siguientes sugerencias para determinar el caso.

- a) Se operó sin la autorización necesaria
- b) Se operó sin contar con los dispositivos de seguridad descritos
- c) Se operó con velocidad inseguras
- d) Carga, colocación, combinación, etc. Inseguras
- e) Posición insegura
- f) Travesuras, distracciones, etc.
- g) Falta de ropa o equipo de protección personal

**Medidas correctivas a considerar**

- a) Selección adecuada del personal: tomar en cuenta sus características físicas y psíquicas para llenar el puesto que se desea.
- b) Educación sistemática: Crear y estar actualizado constante y sistemática en la mente del obrero, empleado o jefes. Es decir, el convencimiento de la necesidad de conocer las medidas de seguridad y adoptarlas a pesar de las molestias que pueden implicar.
- c) Recolocación del trabajo: Debido a que los accidentes pueden darse por circunstancias personales, salud, debilidad, etc. del trabajador, lo más importante será tratar de colocarlo en otro puesto, diferente aquel que presenta la propensión de accidentes.

d) Revisión técnica periódica: Revisar periódica y obligatoriamente lo que debe hacerse, para detectar u observar aquellas circunstancias, medidas de protección o actividades inseguras, con el fin de corregirlas.

e) Tratamiento médico: es necesario cuando se determine que hay causas fisiológicas.

f) Orientación Psíquica: Suele darse orientación al trabajador por un psicólogo, cuando los accidentes pueden ser causados por descontentos del trabajador, ansiedad en relación con la empresa o su familia, frustraciones, etc.

### Señalización de seguridad

Es el conjunto de señales que advierten a los usuarios de cualquier vía de comunicación, lugar, pasillo, corredor, oficina, fabrica o edificio que deben estar alerta y seguir ciertas conductas para evitar daños y no correr riesgos, pues en cualquier lugar existen sitios o condiciones peligrosas. (Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial, 2013)

### Principios básicos de la señalización



**Figura 6** Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial.  
Fuente: Principios básicos de la señalización

## Tipos de señales

### • Señales de advertencia.

Las señales de advertencia son en forma triangular; se usa un pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal), bordes negros. (Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial, 2013)



**Figura 7** Señales de advertencia

Fuente: Principios básicos de la señalización

### • Señales de prohibición

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal). (Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial, 2013)



**Figura 8** Señales de prohibición

Fuente: Principios básicos de la señalización

- **Señales de obligación**

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal). (Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial, 2013)



**Figura 9** Señales de obligación  
**Fuente:** Principios básicos de la señalización

- **Señales relativas a seguridad o de salvamento**

Estas señales son en forma rectangular o cuadrada utilizándose un pictograma blanco sobre fondo rojo si estas fueren contra incendios y verde si fueren de salvamento o socorro (el rojo o verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal). (Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial, 2013)



**Figura 10** Señales relativas a seguridad o de salvamento  
**Fuente:** Principios básicos de la señalización

#### 2.4. Cursos relacionados

Los cursos de la carrera que están relacionados con el trabajo realizado son: Mantenimiento Industrial, Seguridad y Salud en el Trabajo y Gestión de Operaciones.





## Capítulo 3

### Desarrollo de la experiencia y aportes

#### 3.1. Planificación y programación del mantenimiento de las 24 000 horas del motor de babor del BAP “AGUIRRE”

Para el mantenimiento de las 24000 horas del motor de babor es necesario dismantelar el motor pieza por pieza, inventariar, llevar el control de las compras de los repuestos entre otras actividades más, para tal fin aplique mis conocimientos en la Gestión Estratégica de mantenimiento y la planificación de operaciones de mantenimiento industrial.

Junto con el jefe de ingeniería y el comandante de la unidad planificamos los trabajos a realizar para dicho mantenimiento en un cuadro, detallando las actividades a realizar, fecha de inicio, fecha de término y las personas asignadas del grupo de dismantelamiento, Así mismo este trabajo se realizó en coordinación con el los Servicios Industriales de la Marina (SIMA) quien es un ente independiente del Estado por lo que se tuvo que tercerizar algunos trabajos que el personal de marina no está calificado y/o no cuenta con los instrumentos para realizarlo como; el afinamiento de las piezas, pruebas de los pistones, etc.

Antes de empezar con el mantenimiento, se asignaron grupos de trabajos liderado por un oficial de la dotación y cada grupo cumplían funciones diferentes como, grupo de inventario, quienes se encargaban de llevar el control de las piezas que salían de abordo y de las piezas que se adquirirían, grupo de transporte, quienes en encargaban de llevar algunas piezas del motor al taller 49 del SIMA para realizar los respectivos trabajos para cada pieza, grupo dismantelamiento, tenían el apoyo de los trabajadores del SIMA para retirar las piezas grandes de buque además de recibir asesoramiento de como retirar las piezas, grupo de los repuestos, eran quienes llevaban el control de las piezas nuevas adquiridas, inventariarlas y custodiarlas y el grupo de abrir y estancar el buque.

Los jefes de cada grupo debían dar cumplimiento a los plazos establecidos y supervisar los entregables al comandante de la unidad.

Para el grupo encargado del desmantelamiento se designó a todo el personal con la especialidad a fin al trabajo, es decir, personal calificado en máquinas, motores y electricista, con el resto de los grupos la especialidad era variada.

En la Tabla 2 veremos algunas de las actividades designadas, los plazos establecidos y las personas encargadas



Tabla 2 Cronograma de trabajo

MANTENIMIENTO 24000 HORAS							
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	FECHA INICIO	FECHA TERMINO	DIAS	COD_TLL_ACT	EJECUTADO	CANT. PERSONAS	PERSONAS
AMOLDAR Y FUNDIR: (03) BARRAS DE ZINC DE 1.1/2" DIAMETRO X 16" LONGITUD APROXIMADA.	21/jul.	26/jul.	5	X81	SI		TC 3 MEC GASPAR TC 3 SARAVIA
AMOLDAR Y FUNDIR: (02) BARRAS DE ZINC DE 1 1/4" DIAMETRO X 12" LONGITUD APROXIMADA.	21/jul.	26/jul.	5		SI		TC 3 MEC GASPAR TC 3 SARAVIA
AMOLDAR Y FUNDIR: (01) DISCO DE ZINC DE 4" DIAMETROS X 1.1/2" ALTURA.	21/jul.	26/jul.	5		SI		TC 3 MEC SARAVIA
TOMA DE FLEXION AL EJE CIGUENAL ANTES DEL INICIO DE LOS TRABAJOS	26/julio.	27/ago.	1	X39	SI		OM3 MAQ ROSALES
DESMONTAR Y UBICAR A BORDO EN COORDINACION CON EL TALLER X39 TRAMOS DE TUBERIAS DE DIFERENTES SISTEMAS CONEXAS AL DIESEL PROPULSOR (AGUA, ACEITE, AIRE Y COMBUSTIBLE)	27/ago.	1/jul.	1	X39	SI		OM3 MOT ARROYO, OM3 SANTIESTEBA N, OM3 TARRILLO OM3 GARCIA
TRASLADAR PLANCHAS DEL PANOL A LA GRANALLADORA.	1/ago.	26/ago.	26	X41	SI		OM3 SAD MENDOZA, OM3 SAD RUIZ
GRANALLAR PINTAR PLANCHAS PARA CONFECCION DE VIGA Y REFUERZOS	1/ago.	26/ago.	26	X90	SI		TC 1 MAN POMAHUACRE , OM3 MAN PAZ
TRASLADAR DESDE LA GRANALLADORA AL TALLER LAS PLANCHAS PARA CONFECCION DE VIGA Y REFUERZOS.	1/ago.	26/ago.	26	X41	SI		TC 3 MAQ ROQUE, OM3 ART CORNEJO
CONFECCIONAR SEGUN PLANO (01) VIGA SOPORTE Y REFUERZOS PARA INSTALAR A BORDO	1/ago.	28/ago.	28	X41	SI		TC 3 MEN GASPAR
CONFECCIONAR UNA PLANCHA PROVISIONAL TIPO LAPA PARA EL CASCO	1/ago.	23/ago.	23		SI		TC 3 MEN SARAVIA
DESCONECTAR CABLEADO ELECTRICO DE LA BOMBA DE REFRIGERACION DE ACEITE DEL REDUCTOR DE ESTRIBOR Y BABOR	1/ago.	4/ago.	4	CLI	SI		T2 ELE CISNEROS, OM1 ATUNCAR, OM3 DELGADO, OM3 FARFAN
DESACOPLAR DESMONTAR Y TRASLADAR AL TALLER X51 LA PARTE ELECTRICA DE LA BOMBA DE REFRIGERACION DE ACEITE DEL REDUCTOR DE ESTRIBOR	1/ago.	2/ago.	2	CLI	SI		T2 ELE CISNEROS, OM1 ELE ATUNCAR, OM3 DELGADO, OM3 ELE FARFAN
DESMONTAR, UBICAR A BORDO Y PROTEGER ADECUADAMENTE EN COORDINACION CON LOS TALLERES X41 Y X39 (02) CUADROS TRADUCTORES Y CABLEADO.	2/ago.	2/ago.	1	CLI	SI		T3 ECO GOMEZ, OM1 ESTRADA, OM3 ALCANTARA
DESMONTAR, UBICAR A BORDO Y PROTEGER ADECUADAMENTE EN COORDINACION CON LOS TALLERES X41 Y X39 FANALES DE ILUMINACION Y CABLEADO	2/ago.	2/ago.	1	CLI	SI		OM3 ELE HUAMAN, OM3 ELE GUTIERREZ, OM3 ELE
DESMONTAR, UBICAR A BORDO Y PROTEGER ADECUADAMENTE EN COORDINACION CON LOS TALLERES X41 Y X39(02) BOTELLAS DEL SISTEMA DE AIRE AUTOMATISMO	2/ago.	3/ago.	2	CLI	SI		T1 MOT ARANA, OM2 MOT BALDEON, OM3 MOT ROSALES
DESMONTAR, UBICAR A BORDO Y PROTEGER ADECUADAMENTE EN COORDINACION CON LOS TALLERES X41 Y X39 TRAMOS DE TUBERIAS AGUA DE REFRIGERACION DIESEL ALTERNADOR NRO. 4	2/ago.	3/ago.	2	CLI	SI		OM3 MOT CRUZ, OM3 MOT ARROYO, OM3 MOT BENDEZU
INSTALAR ANDAMIO,PATA DE GALLO PARA CORTE DE CASCO. ASIMISMO, INSTALAR CARPA EN EL MOMENTO REQUERIDO PARA SOLDAR PLANCHA CORTADA DEL CASCO.	2/ago.	3/ago.	2	X41	SI		TC 1 MAN POMAHUACRE , TC 2 MAN HURTADO, OM3 MAN PAZ
APOYO EN INSTALAR ANDAMIO EN COORDINACION CON EL TALLER X41	2/ago.	3/ago.	2	X92	SI		TC 2 CARDOZA, OM2 MARTEL

Fuente: Archivos documentados digitalmente

La compra de los repuestos es una tarea importante ya que la Marina cuenta con recursos presupuestales limitados por ende junto yo como Jefe de Administración, encargado de los recursos del buque, aplique mis conocimientos en Gestión de Repuestos.

Categorice los repuestos según la necesidad, es decir números de repuestos necesarios en stock, disponibilidad, son los repuestos de fácil adquisición es decir lo puedo conseguir con varios proveedores, críticos, son repuestos con especificaciones detalladas al proveedor, son de alto costo y lo atiende un solo proveedor.

A continuación, observaremos un cuadro con la lista de repuestos requeridas para el mantenimiento de las 24000 horas del motor de babor.

**Tabla 3** Lista de repuestos requeridos

REPUESTOS PARA EL MANTENIMIENTO DE 24000 DEL DP BABOR												
COMPONENTES	GRUPO	POSI.	N° PAG MAN	DESCRIPCION	PRECIO UNIT.	N° DIBUJO	CANT.	CONTRATO	CONDICIÓN	OBSERVACIONES	SIMAC	PENDIENTE
BOMBA DE INYECCION	43	10	63	Laina de regulación	67,60 €	1P 203564	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-	PRESTADO FM 57	14	6	14
BOMBA DE INYECCION	43	7	63	Resorte para válvula de salida	10,40 €	1P 234515	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-	SE ENTREGO	laborat. FM-55	20	0
BOMBA DE INYECCION	43	8	63	anillo de retencion	9,62 €	1P 279440	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-	SE ENTREGO	laborat. FM-55	20	0
BOMBA DE INYECCION	43	12	63	Empaquetadura	3,51 €	1P 203567	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-		laborat. FM-55	20	0
BOMBAS DE AGUA	65	8	105	Dispositivo de retención para la	1.196,00 €	1P 571838	2	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-		55 pañol	0	2
BOMBAS DE AGUA	65	6	105	Serie de empaaduras para bomba de agua	93,60 €	1P 541762	2	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-		55 pañol	0	2
BOMBAS DE AGUA	65	5	105	Cojinete para bomba de agua	213,20 €	1P 541760	4	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-		55 pañol	0	4
BOMBA DE ALIMENTACI	70	21	109	Serie de empaaduras (bomba de comb.)	490,10 €	1P 565968	1	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-			1	0
BOMBA DE ALIMENTACI	70	22	109	Cojinete de esfera para bomba de alimentación	22,10 €	1P 544261	1	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-	SE ENTREGO	laborat. FM-55	1	0
TUBERIA AGUA	76	2	103	Empaquetadura DN40-PN10	3,51 €	D 3087014 P	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-			20	0
TUBERIA COMBUSTIBLE	80	11	117	Empaquetadura para el colector de	3,38 €	1P 290401	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-			20	0
CAMISA DE CILINDRO	12	2	21	O-ring 253,59x3,53	23,40 €	D 3114686 A	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-			20	0
CAMISA DE CILINDRO	12	1	21	O-ring 240,32x3,53	22,10 €	D 3115667 A	40	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-			40	0
BIELA MOTRIZ	30	19	53	Cojinete de biela completo (METAL)	291,20 €	1S 552088	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-			20	0
PISTON	34	3	55	Anillo de pistón (fuego)	438,10 €	1P 283339	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-	PRESTADO FM 57	6	8	12
PISTON	34	4	55	Anillo de pistón II y III aciento (compresion)	83,20 €	1P 283340	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-		6 (55)	14	6
PISTON	34	5	55	Anillo de pistón II y III aciento (rasgador)	83,20 €	1P 514983	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-	PRESTADO FM 57	10	4	16
PISTON	34	2	55	Anillo rasgador de aceite con resorte	104,00 €	1Q 263149	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-		6 (55)	14	6
PISTON	34	6	55	Anillo de seguridad bulon del pistón	14,30 €	1P 528079	40	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-			40	0
BOMBA DE INYECCION	43	17	63	Eje dentado de la bomba de inyección	458,90 €	1Q 279438	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-	PRESTADO FM 57	20	0	20
BOMBA DE INYECCION	43	13	63	Cremallera de regulación	241,80 €	1Q 234462	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-	SE ENTREGO	laborat. FM-55	20	0
TUBERIA COMBUSTIBLE	80	15	117	Tubería de alta presión al inyector	767,00 €	1Q 521333LA	20	KIT 24000 DIRCOMAT N° 315-			20	0

**Fuente:** Archivos documentados digitalmente

### 3.2. Implementación de la Metodología de las 5S

En la Marina de Guerra del Perú, específicamente en las unidades y dependencias, existe una rutina escrita y publicada mediante una orden interna establecida por el segundo

comandante del buque o Dependencia, esta rutina varía cada año dependiendo de las políticas de cada comando ya que los cargos son rotativos.

En el 2017 se asignó como comandante del BAP AGUIRRE a uno de los mejores especialistas en Ingeniería Naval, esta decisión del alto comando fue hecha con el fin de que ese año se había asignado en el Plan Anual de Metas un presupuesto para realizar el mantenimiento del motor de babor del mencionado buque

### **Análisis FODA**

Se realizó un análisis FODA de la unidad para realizar el trabajo, una de las fortalezas más importantes con las que contaba el buque era que el personal subalterno poseía los conocimientos y competencias necesarias para efectuar las distintas tareas, en su mayoría el buque dotaba con jóvenes entre 21 a 35 años y profesionales laborando por años en la unidad, ellos contaban con alta experiencia por lo que conocían las falencias del buque.

Por otro lado, una de las debilidades más críticas que se había determinado fue la falta de entrenamiento profesional y de establecer una política de trabajo que permitiera exigir al personal, trazando metas para cumplir con los objetivos y las tareas se determinen.

El comando debía enfrentar estas debilidades empleando estrategias de trabajo, imponer liderazgo y exigir constantemente al personal para el cumplimiento de sus funciones así mismo, lo oficiales debían acoplarse al ritmo de exigencia para poder liderar eficientemente los grupos de trabajo.

El comandante de la unidad inicio con una inspección general del buque encontrando muchas deficiencias tanto en materiales de la unidad como aptitudes profesionales del personal, lo que se reflejaba en la pésima presentación del buque y los pendientes administrativos que se arrastraban por años, la falta de motivación en el personal para cumplir los trabajos encomendados era otro aspecto a tratar.

Cuando se realizó la primera inspección general, el comandante se puso el overol de trabajo, guantes, mascara, casco y linterna para acceder a los espacios más reducidos y recónditos del buque, encontrando un sinfín de novedades como materiales guardados por años en compartimentos que ningún encargado o responsable directo designado por el libro de organizaciones, había accedido antes, entre la novedades se encontraron galoneras llenas de un líquido inflamable y toxico guardadas en compartimentos de difícil acceso desde que el buque llevo de Italia.

Ante estas debilidades críticas, el comandante aplico el método de las “5s”, clasificación, orden, limpieza, prevención y autocontrol, para establecer una política de trabajo y mantener al buque en óptimas condiciones.

### 3.3. Aplicación de las 5S en el BAP AGUIRRE

#### Clasificación

Después de aquella inspección el comandante ordeno retirar todo el material sobrante en los pañoles y que estuvieran sin inventario o material que no le dieran algún uso, como chatarra, galoneas, cajas, maquinas, muebles, etc. dejándolas en el muelle para clasificarlas y determinar en coordinación con todos los departamentos y oficinas del buque, sí estas podrían darle algún uso o de lo contrario depositarlas en el chatarrero del SIMA y/o tramitar la baja correspondiente de dicho material con el ente encargado.



**Figura 11** Tripulante clasificando el material abordo

**Fuente:** Elaboración propia

#### Orden

El siguiente paso fue ordenar todo el material del buque, una vez clasificado el material se procedió estibarlos en sus respectivos pañoles así mismo en las oficinas se colocó en su lugar todo el material de escritorio y objetos del buque como por ejemplo se suele cambiar los focos de buque ya que constantemente ocurren cambios de energía de tierra a energía de abordo, generada por los grupos electrógenos del buque, y ocasionan que los focos se quemen por lo que se tienen que cambiar y para ello se tiene que retirar el panel que protegen a los focos y por malas costumbres no se vuelven a colocar en su sitio.

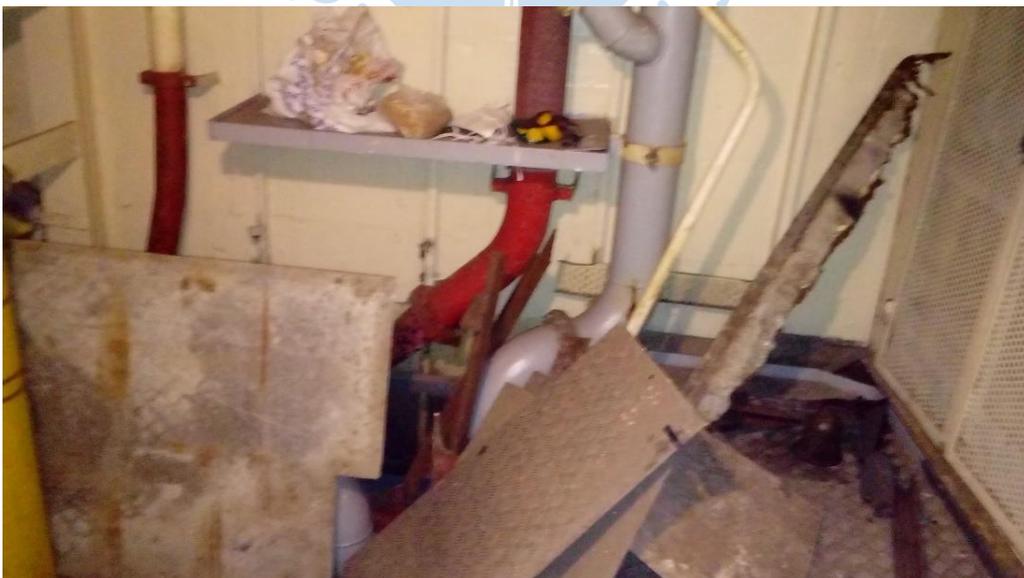


**Figura 12** Fanal colocado para la protección de los focos de abordó

**Fuente:** Elaboración propia

### **Limpieza**

El comandante de la unidad ordenó realizar una limpieza general al buque la cual consistía en escobillar los mamparos, barrer la cubierta principal del buque y hangar, baldear la cubierta de maniobras de popa, sacar brillos a todos los bronce del buque, etc. El comando estableció que se realice dicha limpieza al buque diariamente. Esta limpieza se declaró mediante una orden interna y se dio estricto cumplimiento supervisado por los oficiales responsables de las distintas áreas, disponiendo que se realice todas las mañanas de 0800 a 1000 horas.



**Figura 13** Material depositado en uno de los compartimentos de abordó

**Fuente:** Elaboración propia

### **Prevención**

La fase del autocontrol es la más difícil y trata que el personal tenga la costumbre de realizar las primeras fases de manera consiente, sin la necesidad de ser obligados a realizarlas, la finalidad es que ellos sepan lo importante que es trabajar en un área limpia y ordenada, cultivando un buen habito y mejorar cada día sus áreas de trabajo y profesionalmente, manteniendo el buque en las mejores condiciones posibles para los próximos comandos.

Estandarizando los procedimientos para cada proceso, proclamando órdenes del día y utilizando normas de apoyo, al aplicar estas medidas conseguiríamos disminuir la probabilidad de incidentes que afecten al cronograma de trabajo del mantenimiento de las 24 000 horas establecido, manteniendo las áreas del buque limpias y ordenadas.

Es ese el legado que hoy en día el comandante deja en el BAP “AGUIRRE” el cual se convirtió en el buque modelo para las visitas y eventos públicos en general que realiza la Marina de Guerra del Perú.



**Figura 14** Señalización que indica el compartimentaje de abordó.

**Fuente:** Elaboración propia

### **Autocontrol**

Para continuar y mantener estas buenas costumbres, era importante mantener la disciplina y realizar periódicamente inspecciones generales del buque encabezadas por el comandante, siempre se encontraban nuevas novedades las cuales debían ser

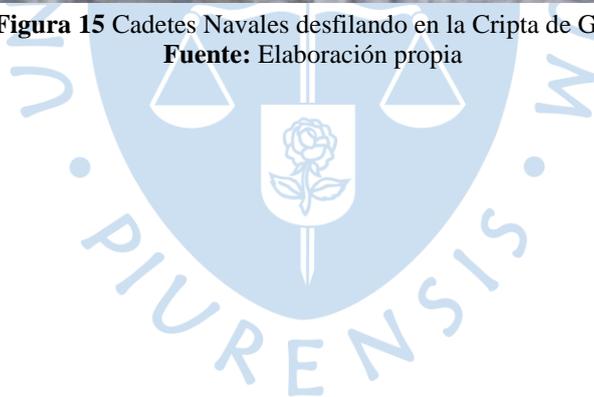
subsanas para la próxima inspección y de esta forma se mantenía la mejora continua de la unidad.

Inculcar el respeto mutuo, desde el comandante de la Unidad hasta el Grumete.

Los oficiales como líderes de equipos debíamos dar el ejemplo todo el tiempo, desde la presentación personal hasta responder el saludo a de un tripulante.



**Figura 15** Cadetes Navales desfilando en la Cripta de Grau  
**Fuente:** Elaboración propia





## **Conclusiones**

Podemos concluir que se realizó satisfactoriamente los trabajos de mantenimiento al motor de babor del buque, esto fue posible a la excelente gestión de la dotación de ese año.

Se llegaron a cumplir todas las metas trazadas por el comando, aplicando el método de trabajo de las 5s, Mantenimiento, higiene y seguridad industrial y gestión de mantenimiento.

Los castigos e incentivos se aplicaron de manera justa, se realizaron varios eventos de clima laboral por lo que surgió un buen ambiente de trabajo, entre los oficiales y los suboficiales que dotaban el buque, el personal se adaptó a las exigencias del comando y crearon en ellos un buen hábito de limpieza y orden.

Al finalizar el mantenimiento se lanzó el buque a la mar para realizar las respectivas prácticas con la finalidad de conocer como el motor responde y de esta manera anotar las fallas o inquietudes para poder ajustarlas en muelle.

Se documentaron todos los hechos positivos y negativos de los trabajos que se realizó desde el principio del proyecto en fotos y videos, con la finalidad de que quede registrada para los próximos comandos que dotaran el buque y pudieran continuar con el trabajo y subsanar los errores que se cometieron.

Invertir, gestionar y aplicar un plan de mantenimiento estratégico a los motores de los buques de la Marina de Guerra del Perú, permitirá prolongar la vida útil de las distintas unidades y engrandecer su poderío naval, obteniendo un estado de alistamiento óptimo lo cual, permitirá a la Marina desempeñarse eficazmente en el cumplimiento de su misión y en las distintas tareas que el País demande además, utilizar y adaptar metodologías empresariales contribuirá al desarrollo y ejecución de los trabajos en un ambiente militar alcanzando los objetivos institucionales.



## **Recomendaciones**

Continuar con los trabajos de mantenimiento, realizar el mantenimiento de las 24000 horas al motor de estribor del buque, la Marina de Guerra del Perú, debe reconocer que un plan de mantenimiento es muy importante y que debería de realizarse un cronograma de mantenimiento para los motores de acuerdo a las horas navegadas en todos los buques de la armada.

Se debería habilitar partidas para la capacitación del personal recién egresados de los centros de estudios técnicos, ya que, para cumplir con las exigencias demandadas, el personal debe contar con los conocimientos y competencias necesarias para cumplir satisfactoriamente las necesidades que se requieran.

Debería documentarse y registrarse todos los hechos importantes ocurridos ya sean positivos y negativos, de todos los oficiales particularmente de sus cargos a bordo de la unidad, con la finalidad que los oficiales nuevos u oficiales en su reemplazo puedan tener un registro de estos hechos y que les puedan servir para tomarlos como modelos o no cometer los mismos errores que el oficial anterior cometió.



## Referencias bibliográficas

*Dirección de Educación de la Marina.* (s.f.). Recuperado el junio de 2019, de Dirección de Educación de la Marina: <https://www.diredumar.edu.pe/>

*Gestión y Planificación del mantenimiento Industrial.* (2018). Recuperado el junio de 2019, de Escuela de Gestión Empresarial: [http://integramarkets.com/pdf/Gestion-y-Planificacion-del-Mantenimiento-Industrial\\_Ebook.pdf](http://integramarkets.com/pdf/Gestion-y-Planificacion-del-Mantenimiento-Industrial_Ebook.pdf)

*Mantenimiento de los Motores Estacionarios.* (15 de julio de 2015). Recuperado el junio de 2019, de EQ RENTAL: <http://eqrental.mx/?p=795>

*Mantenimiento, Seguridad e Higiene Industrial.* (2013). Recuperado el 2019, de Es Slideshare: <https://es.slideshare.net/admonapuntos/seguridad-higiene-y-mantenimiento-industrial-op-i>

Marina de Guerra del Perú. (2019). Obtenido de <https://www.marina.mil.pe/es/nosotros/acerca-de/>

. *Qualitative interviewing. The art of hearing data.* Thousand Oaks. CA Sage.

Salazar, B. (2016). *Metodología de las 5S.*

*Servicios Industriales de la Marina S.A.* (s.f.). Recuperado el junio de 2019, de Servicios Industriales de la Marina S.A.: <http://www.sima.com.pe/>