



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Mejora del Plan de Mantenimiento del montaje 127/54 mm  
de las Fragatas Misileras**

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

**Piero Gonzalo Tolmos Quispe**

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

**Piura, julio de 2019**



## **Dedicatoria**

A mis padres, quienes son los que me enseñaron a superarme, dar todo de mí y ser mejor cada día.





## Resumen Analítico – Informativo

**“Mejora del Plan de Mantenimiento del montaje 127/54 mm de las Fragatas Misileras”**

**Piero Gonzalo Tolmos Quispe**

**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:** mantenimiento / montaje / fallas / fragata / artillería / inspección.

**Introducción:** Durante los años en los que me he desempeñado como Jefe de la División de Artillería he estado a cargo del Montaje 127/54 mm. Estos montajes que datan de la década de los 70's, en la que las fragatas misileras fueron construidas, cuentan con manuales en los que disponen tanto la operación como el mantenimiento de sus sistemas principales y auxiliares. Por los conocimientos obtenidos de experiencias propias y de terceros, llegué a la conclusión junto con mi personal técnico a cargo, que el plan de mantenimiento no se ajusta totalmente a la condición actual de los montajes, a causa de varios factores. Por tal razón desarrollé juntamente con el personal a mi cargo una mejora en el plan de mantenimiento que se acerque más a la realidad y que se ajuste más al estado actual del montaje y de sus sistemas auxiliares.

**Metodología:** Planificación. Utilización de técnicas de 5 S's. Mantenimiento preventivo. Mantenimiento reactivo. Política de mantenimiento basada en la falla. Política de mantenimiento basada en la inspección. Planificación de actividades, proyección de compras. Juicio de expertos.

**Resultados:** Poniendo en práctica las políticas de mantenimiento basada en las fallas en algunos equipos y la basada en la inspección en otros, pudimos lograr que el montaje 127/54 mm. reaccione de la manera esperada y que cumpla con las tareas o misiones asignadas a la unidad en ejercicios artilleros nacionales, así como multinacionales o cuando el comando lo requiera.

**Conclusiones:** Políticas como el mantenimiento basada en fallas y basada en la inspección, son las más indicadas en equipos que no están en funcionamiento diariamente.

**Fecha de elaboración del resumen:** 03 de julio del 2019

## Analytical-Informative Summary

**“Mejora del Plan de Mantenimiento del montaje 127/54 mm de las Fragatas Misileras”**

**Piero Gonzalo Tolmos Quispe**

**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**

**Key words:** Maintenance / Compact Gun / Failures / Frigates / Artillery / Inspection

**Introduction:** During the years in which I have served as Chief of the Artillery Division I have been in charge of the 127/54 mm. Compact Gun. These compact gun that date back to the decade of the 70's in which the missile frigates were built, have manuals in which they have the operation and maintenance of their main and auxiliary systems. Due to the knowledge obtained from my own and experts experiences, the conclusion was that the maintenance plan does not adjust to the current condition of the 127/54 mm. compact gun. That was the reason why my team and I developed an improvement in the Maintenance Plan that is closer to reality.

**Methodology:** Planning. Use of 5S's techniques. Preventive Maintenance. Reactive Maintenance. Maintenance policy based on the failure. Maintenance policy based on inspection. Planning activities, projection of purchases. Expert judgment.

**Results:** With the Maintenance policies based on the failure and the based on inspection, make 127/54 mm compact gun react in the way that we expect and help the whole ship to reach the mission assigned in national and multinational exercises or when the command requires it.

**Conclusions:** Policies such as fault-based maintenance and inspection-based maintenance are the most indicated in equipment that is not in daily operation.

**Summary date:** July 3th, del 2019

## Tabla de contenido

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Capítulo 1</b> .....	3
<b>Antecedentes</b> .....	3
1.1. La Marina de Guerra del Perú, sus órganos de línea y la fuerza de superficie .....	3
1.2. Contexto .....	7
1.3. Cargos desempeñados .....	7
1.3.1. Jefe de la División de servicios del departamento de logística .....	8
1.3.2. Jefe de la división de construcción del departamento de logística .....	9
1.3.3. Jefe de la división de misiles del departamento de armamento .....	10
1.3.4. Jefe de la división de artillería del departamento de armamento .....	11
1.4. Producto del proyecto .....	12
1.5. Resultados .....	13
<b>Capítulo 2</b> .....	15
<b>Fundamentación del tema elegido</b> .....	15
2.1. Relación Teoría Práctica .....	15
2.1.1. 5S's .....	15
2.1.2. Mantenimiento .....	16
2.2. Cursos .....	18
2.2.1. Gestión de operaciones .....	18
2.2.2. Mantenimiento .....	18
2.2.3. Lean manufacturing .....	19
<b>Capítulo 3</b> .....	21
<b>Aportes y desarrollo de experiencias</b> .....	21
3.1. Elección de la Política de Mantenimiento .....	21
3.1.1. Política de Mantenimiento basada en la inspección .....	22
3.1.2. Política de Mantenimiento basada en la oportunidad .....	23

3.2. Plan de Mantenimiento ..... 24

3.3. Programa de Mantenimiento..... 24

**Conclusiones**..... 27

**Bibliografía**..... 29

**Figuras**

**Figura 1** Organigrama de la Marina de Guerra del Perú ..... 5

**Figura 2** Organización de la Comandancia de la Fuerza de Superficie..... 6

**Tablas**

**Tabla 1** Tipos de componentes con su política de mantenimiento respectivo..... 24

**Tabla 2** Programa de mantenimiento para montaje 127/54..... 25





## **Introducción**

El presente trabajo buscó mejorar el mantenimiento del montaje 127/54 mm., establecer una política de mantenimiento que reduzca costos, no afecte la seguridad del personal y material y que aproveche lo más posible la vida operativa de los equipos.

En el Capítulo 1 se busca introducir al lector en el contexto naval, dándole a conocer cómo está organizada la institución, desde el Comandante General y como va decalando la línea de mando hasta llegar al jefe de la división de artillería de una fragata misilera.

En el Capítulo 2 doy a conocer la relación de lo estudiado con el trabajo que he realizado. Hago mención también de los cursos y de las técnicas aprendidas en aulas y aplicadas en el plan de mantenimiento del montaje 127/54 mm.

En el Capítulo 3 describo el plan de mantenimiento que se decidió aplicar en los componentes del montaje 127/54 mm. y los criterios que se tomaron en cuenta para la elección. En adición se define el plan y el programa de mantenimiento aplicado.

La conclusión a la que se llega es que la política de mantenimiento basada en la inspección es la más indicada para sistemas que no necesitan estar en servicio permanentemente, tal como lo es el montaje 127/54 mm.







# Capítulo 1

## Antecedentes

### 1.1. La Marina de Guerra del Perú, sus órganos de línea y la fuerza de superficie

La Marina de Guerra es una de las tres Fuerzas Armadas del Perú. Esta institución tiene una Misión y una Visión definida:

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 República y el bienestar general de la población" (Marina de Guerra del Perú: Acerca de nosotros, s.f.)

Visión: "Poder Naval capaz de actuar con éxito donde lo requieran los intereses nacionales" (Marina de Guerra del Perú: Acerca de nosotros, s.f.)

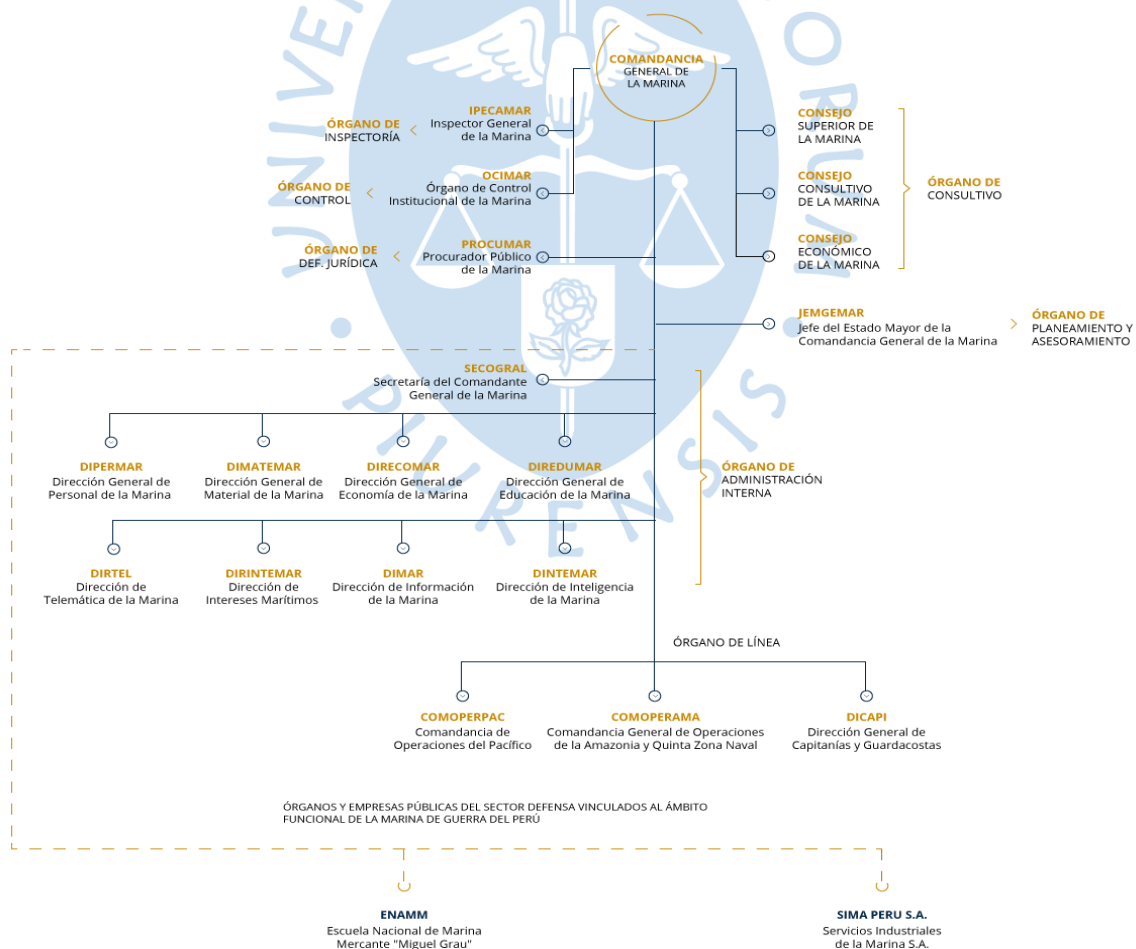
Con base en la misión y visión, la Marina de Guerra del Perú define sus funciones o roles específicos. (Marina de Guerra del Perú: Acerca de nosotros, s.f.)

- 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 inteligencia 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 Oceanográfica 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 subacuático, en coordinación con el sector correspondiente.
- q) Promover e impulsar la industria naval a través de los Servicios Industriales de la Marina
- r) Gestionar ante el Ministerio de Defensa el patrocinio del personal militar sometido a investigaciones o procesos judiciales como consecuencia del ejercicio de sus funciones.
- s) Las demás que se señalen por ley.

La Marina de Guerra del Perú tiene como Órganos de Línea a la Comandancia General de Operaciones del Pacífico (COMOPERPAC), la Comandancia General de Operaciones de la Amazonía (COMOPERAMA) y la Dirección de Capitanías y Guardacostas (DICAPI).

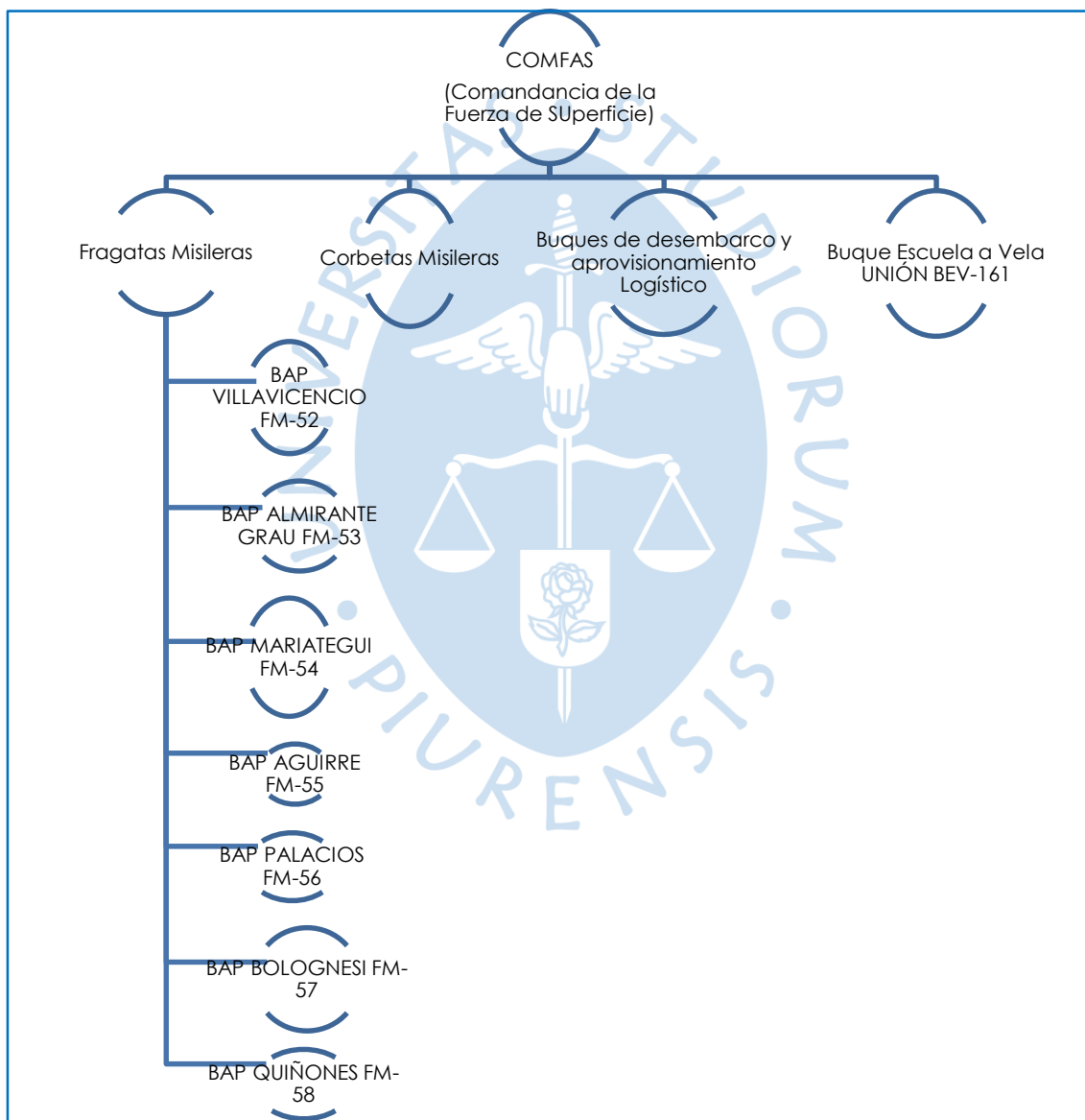


**Figura 1** Organigrama de la Marina de Guerra del Perú

**Fuente:** Marina de Guerra del Perú

Bajo el mando del Comandante General de Operaciones del Pacífico (COMOPERPAC) se encuentran las cinco Fuerzas Operativas: Fuerza de Superficie, Fuerza de Submarinos, Fuerza de Aviación Naval, Fuerza de Infantería de Marina y Fuerza de Operaciones Especiales.

La Fuerza de Superficie tiene como brazos de acción los diferentes tipos de buques de guerra: Fragatas Misileras, Corbetas Misileras, Buques de Desembarco y Auxiliar de Reaprovisionamiento Logístico.



**Figura 2** Organización de la Comandancia de la Fuerza de Superficie  
**Fuente:** Marina de Guerra del Perú



Todos los tipos de buque tienen una publicación llamada Libro de Organización, en la que disponen el organigrama jerárquico interno, en el caso de las Fragatas Misileras es el LOFRAM (Libro de organización de las Fragatas Misileras). En dos de las siete Fragatas Misileras clase Lupo he servido por más tres años.

## 1.2. Contexto

Desde que me gradué de la Escuela Naval a fines del año 2014, he servido a bordo de dos Fragatas Misileras: el B.A.P. “Quiñones” y B.A.P. “Mariátegui”, en la que sirvo actualmente. En los Departamentos en los que me he desempeñado son: Logística, siendo Jefe de las Divisiones de Servicios y Construcción; y Armamento, siendo Jefe de las Divisiones de Artillería y Misiles.

Se entiende como la artillería del buque, el conjunto de cañones que posee, es así que como Jefe de la División de Artillería es que he llegado a ser el encargado directo de la operación y mantenimiento de los montajes que posee el B.A.P. “Mariátegui”.

- Montaje 127/54 mm.
- Montajes 40/70 mm. babor (izquierda) y estribor (derecha).
- Lanzacohetes 105 mm.

El montaje 127/54 mm. tal como lo dice su nombre, su calibre es de 127mm y el número 54 indica el largo del cañón, el largo del cañón lo conocemos del resultado de la multiplicación de ambos números.

Este montaje es un arma anti-superficie, es decir sus blancos son otros buques o embarcaciones. Tiene un alcance máximo de 20 km

## 1.3. Cargos desempeñados

Es preciso recalcar que los Alféreces de Fragata recién egresados de la Escuela Naval (ESNA) asumen el cargo de Jefes de División o Departamento de las diferentes Unidades Navales, en los cuales es seguro que el oficial sea jefe de personal subalterno con mayor experiencia y conocimiento que él, debido a los años de servicio con los que cuentan a bordo. De ese modo el suscrito debió primero poner en práctica sus dotes de líder adquiridos en la ESNA y por otro lado debí acelerar mi aprendizaje e inducción de los sistemas a mi cargo para así adquirir conocimientos y las competencias necesarias y poder tomar buenas

decisiones durante mi comando. Cabe resaltar que el personal que he tenido a mi cargo en los diferentes puestos en los que me he desempeñado, han sido totalmente profesionales y en quienes me he apoyado muchas veces, tomando en cuenta sus sugerencias y experiencias. Con esto concluyo que la “Consulta de Expertos” me ha servido mucho en la toma de decisiones durante los cortos años que tengo como Oficial de Marina.

Los cargos en los que me he desempeñado son los siguientes:

### **1.3.1. Jefe de la División de servicios del departamento de logística**

Este cargo lo desempeñé a bordo de la Fragata Misilera B.A.P. “Quiñones” el año 2015. Mis funciones como jefe de la división de servicios fueron:

- a) Inventariar, controlar y custodiar el material asignado.
- b) Efectuar la operación, mantenimiento y reparación del material asignado.
- c) Mantener entrenado al personal en cuanto a sus deberes y obligaciones.
- d) Asegurar que los espacios, equipos y repuestos asignados a la división se mantengan en óptimo estado de limpieza y conservación.
- e) Redactar el cuaderno de trabajos de la división; y otros inherentes a su cargo
- f) Mantener informado al jefe de departamento sobre las reparaciones necesarias de efectuar u otros defectos que deben corregirse.
- g) Responsable de proporcionar eficientemente los servicios de habitabilidad, cámara, comedor de técnicos, cafetería de tripulación, carpintería, lavandería, cocina, peluquería, sastrería, panadería y reparaciones mecánicas.
- h) Controlar que el personal de la división conozca perfectamente los puestos que deben cubrir y sus funciones en los diferentes Roles de Zafarrancho.
- i) Cumplir con el mantenimiento programado de los equipos.

Como jefe de la división de servicios recuerdo mucho que por ser un cargo que está relacionado directamente con el bienestar de la tripulación, en tanto que tenía que velar por casi toda la habitabilidad del personal y reaccionar casi de manera inmediata a los problemas de material que podían surgir y provocar la restricción de algunos servicios que el buque brinda a su tripulación (servicios higiénicos, habitabilidad, lavandería, sastrería, cocina, peluquería, entre otros).

Al principio el trabajo era en su mayoría reactiva, mi personal a cargo y yo actuábamos cuando se presentaba alguna necesidad o nos daban a conocer alguna falla. Con el tiempo, con la ayuda y asesoría de tripulantes con años de experiencia y de mis jefes directos, hicimos un estudio para poder actuar antes de que se produzcan las fallas, desarrollamos un Plan de Mantenimiento Preventivo. Dirigido a reducir gastos en mantenimiento, aumentar la seguridad del personal, reducir el Tiempo Medio entre Fallas y sobre todo tener a todo el personal feliz con los servicios que se le brinda y de esa manera contribuir a un buen clima laboral para el cumplimiento de la misión del buque.

### **1.3.2. Jefe de la división de construcción del departamento de logística**

Este cargo lo desempeñé a bordo de la Fragata Misilera B.A.P. “Quiñones” el año 2015. Mis funciones como jefe de la división de construcción fueron:

- a) Inventariar, controlar y custodiar el material asignado.
- b) Velar por el mantenimiento del casco, la presentación de las cubiertas exteriores y áreas asignadas.
- c) Operar y mantener la maniobra de fondeo (maniobra en la que el buque baja el ancla y se hace firme en el mar), espías (cabos con los que el buque amarra a muelle) y equipos relacionados.
- d) Verificar antes del ingreso a puerto, que la maniobra de fondeo y espías se encuentren listas.
- e) Verificar cuando el buque esté amarrado a muelle, que las espías trabajen adecuadamente y se adapte al cambio de tiempo, mareas y corrientes.
- f) Asegurar el permanente alistamiento del material de supervivencia en la mar y verificar que se encuentre en el lugar asignado y listo para ser usado.

Como jefe de la división de construcción, centrándome en mis dos primeras funciones detalladas anteriormente, las cuales van de la mano, debido a que la buena presentación del casco del buque se basa principalmente en pintarlo periódicamente o cuando sea necesario, de acuerdo a los compromisos operacionales que tenga el buque, el inventariar, tener limpio y ordenado el pañol (almacén) de pinturas es de suma importancia.

En tal sentido fue que recurrí a las 5S's y las apliqué a mi pañol de pinturas con ayuda del personal a mi cargo. Basándonos principalmente en uno de los objetivos principales de las 5S's, "Poder encontrar cualquier cosa en menos de 30 segundos", en este caso "Poder encontrar el tipo de pintura que necesitáramos en menos de 30 segundos.

### **1.3.3. Jefe de la división de misiles del departamento de armamento**

Este cargo lo desempeñé a bordo de la Fragata Misilera B.A.P. "Quiñones" el año 2018. Mis funciones como jefe de la división de misiles fueron:

a) Operar y mantener

- Sistema de Misiles superficie – superficie OTOMAT MK-2
- Sistema de Misiles superficie – aire SEA SPARROW
- Sistema girocompás y elemento estable vertical proa y popa
- Corredera
- Anemómetro
- Instrumentos de prueba
- Convertidores 400 Htz proa y popa

b) Asegurar la operatividad del sistema OTHT (Over The Horizont Target) realizando las acciones para la correcta operación y mantenimiento del mismo.

c) Mantener y conservar el siguiente material:

- Misiles superficie – superficie
- Misiles superficie – aire Sea Sparrow

Ser jefe de la división de misiles fue realmente satisfactorio y motivante para mí, en primer lugar porque el cargo es en su mayoría ejercido por un oficial con la calificación complementaria de armamento y misiles, la cual yo aún no poseo, es por eso que el comando del buque haya puesto su confianza en mi persona para ocupar tal puesto me lleno de orgullo y me hizo saber que en realidad estaba haciendo las cosas bien y que creían en mi capacidad para poder llevar adelante la división de misiles.

Al no tener la calificación de armas y misiles, ese año fue de mucho aprendizaje para mi debido a que adquirí mucho conocimiento de los sistemas a mi cargo.

Otro aspecto en el que mejoré durante ese año fue el saber escuchar, ya que los tripulantes que tenía a mi cargo, los cuales tenían mucho tiempo trabajando en el

sistema de misiles, supieron recomendarme y asesorarme muy bien al momento de tomar decisiones y responder a lo que me exigía el comando de la unidad. “El Juicio de Expertos” me ayudó mucho durante esta gestión.

#### **1.3.4. Jefe de la división de artillería del departamento de armamento**

Este cargo lo desempeñé a bordo de la Fragata Misilera B.A.P. “Quiñones” el año 2017 y 2018, y a bordo de la Fragata Misilera B.A.P. “Mariátegui” desde inicios de este año hasta la fecha. Mis funciones como jefe de la división de artillería son:

##### a) Operar y mantener

- El montaje calibre 127/54mm.
- Los montajes calibre 40/70mm.
- Los montajes lanzacohetes 105mm.
- Los afustes y ametralladoras cal. 0.50.
- Los instrumentos de prueba.
- El armamento menor y equipos de desembarco.

El calibre de un arma es el diámetro de la munición que utiliza, medida principalmente en milímetros y en pulgadas. Cuando mencionamos el calibre de un montaje, por ejemplo 127/54mm, el número 127 es el calibre en sí del montaje y el número 54 indica el largo del cañón. En este caso el largo del cañón sería 54 veces 127mm. ●

##### b) Mantener y conservar el siguiente material:

- Munición y pañol (lugar donde se almacena la munición) de 127 mm.
- Munición y pañoles de 40 mm.
- Munición y pañol de cohetes 105 mm.
- Munición de 0.50”.

Ser jefe de la división de artillería por primera vez fue un reto para mí, porque era recientemente egresado de la calificación de “Guerra de Superficie” en la cual recibimos los conocimientos teóricos y prácticos para ejercer ese cargo, así que era mi obligación responder de manera óptima a las exigencias del comando. Fue un año muy operativo en el que el buque salió a navegar mucho y exigió mucho a los sistemas de armas, así como a sus operadores (el suscrito y los tripulantes a mi cargo).

En el buque en el cual soy parte de su dotación actualmente, y en el que me han dado el cargo nuevamente de jefe de artillería, es el puesto donde aparte de aplicar los conocimientos adquiridos de los sistemas en si, es donde he puesto más en práctica técnicas ingenieriles, tales como: 5S's, en los pañoles de armamento; Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Predictivo en servicio, en nuestros sistemas y montajes, entre otros. Y es en estos métodos en los que basé uno de mis proyectos y el que estoy tomando como Trabajo de Suficiencia Profesional, el mismo que describiré más adelante.

#### **1.4. Producto del proyecto**

En los cargos desempeñados me he dado cuenta de que el mantenimiento es una prioridad de máxima importancia porque permite instalar y conservar instalaciones y equipamiento en condiciones de funcionamiento aceptables dentro del periodo de su vida útil.

Para poder realizarlo con eficacia, diseño una propuesta que se basa en los 4 pilares que describo en los párrafos siguientes.

El primero, de suma importancia y que nunca se debe dejar de lado es la formación en valores que he recibido en su primer momento de mi familia y posteriormente en la ESNA. Es un hecho que un profesional por más que obtenga todos los conocimientos necesarios para ejercer un cargo, si es que no tiene una formación en valores bien sólida, será perjudicial para muchos aspectos de la empresa tanto como para sus compañeros de trabajo.

En segundo lugar y que parte del valor de la humildad es la "Consulta de expertos". El Personal Superior (PERSUPE) y Personal subalterno (PERSUBA) que tiene muchos años en las unidades navales tienen mucho conocimiento específico de los equipos y sistema de abordaje, los cuales ayudan y optimizan la toma de decisiones.

El tercer punto es el "Mantenimiento Preventivo". Al ser una forma de trabajo que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, sistemas e instalaciones. La labor del sistema de mantenimiento está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el personal ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones,

la maquinaria, sistemas, herramientas y equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando riesgos al personal.

El cuarto punto, pero no menos importante, son las 5S's. Al ser esta metodología enfocada en lograr orden y limpieza en todas las áreas de trabajo (oficinas, pañoles, etc) optimiza todos los procesos en el trabajo, creando una disciplina que a la larga debería convertirse en cultura y en práctica común.

Así, basándome en estos cuatro pilares, desarrollé la “Mejora del Plan de Mantenimiento del Montaje 127/54 mm de las Fragatas Misileras”.

Estos montajes que datan de los años 70's, década en los que las fragatas misileras fueron construidas, cuentan con manuales en los que disponen tanto la operación y mantenimiento de sus sistemas principales y auxiliares. Durante mis primeros años me ceñí a estas pautas y disposiciones de mantenimiento contenidas en los manuales con el fin de optimizar su desempeño.

Por la experiencia obtenida en los ejercicios artilleros en los que he participado, por los conocimientos adquiridos por expertos y por la experiencia de terceros, llegué a la conclusión junto con mi personal técnico a cargo que el plan de mantenimiento estipulado en los manuales, que no se ajusta totalmente a la condición actual de los montajes, a causa de varios factores: el tiempo de uso, mala operación, incumplimiento del plan de mantenimiento, entre otros.

Es por tal razón que desarrollé juntamente con mi personal a mi cargo una mejora en el plan de mantenimiento que se acerque más a la realidad y que se ajuste más al estado actual del montaje y de sus sistemas auxiliares.

## **1.5. Resultados**

Lo que se buscó con el proyecto fue optimizar el Plan de Mantenimiento del Montaje 127/54 mm. ajustándolo más a la realidad y estado actual del sistema, el mismo que con el paso del tiempo se ha ido deteriorando, teniendo muchas fallas. Los objetivos específicos que se plantearon para la mejora del plan fueron:

- a) Reducir fallas.
- b) Incrementar vida de los equipos e instalaciones.
- c) Mejorar la utilización de los recursos.
- d) Reducir niveles de inventario.
- e) Generar ahorro.





## **Capítulo 2**

### **Fundamentación del tema elegido**

#### **2.1. Relación Teoría Práctica**

Tal como lo dice el título de mi Trabajo de Suficiencia Profesional, se basa principalmente en el Mantenimiento, pero también he puesto en práctica otros temas aprendidos como: lean manufacturing, 5 S's, juicio de expertos, entre otros

##### **2.1.1.5S's**

Las 5S's es una metodología que busca lograr orden y limpieza en todos los ambientes en los que laboramos. Tratando de crear una disciplina que con el tiempo se convierta en una práctica común y constante en todos los trabajadores, en este caso, en todos los tripulantes de la unidad de combate.

Siempre es un buen punto de partida para lograr cualquier cosa que nos propongamos. Ya que las 5S's las podemos aplicar en cualquier ámbito de nuestro trabajo, lo podemos aplicar hasta en nuestras casas.

El Seleccionar, Organizar, Limpiar, Estandarizar y la Disciplina (5S's) tienen como objetivos:

- Poder encontrar cualquier cosa en menos de 30 segundos.
- Incrementar la productividad.
- Mejorar la calidad de las actividades realizadas.

Fuera de que las 5S's centran sus objetivos en mejorar aspectos de la empresa, institución, etc. También genera beneficios personales:

- Mejora el trabajo en equipo y nos permite aportar ideas para mejorar nuestro ambiente de trabajo.
- Hace más gratas las horas de trabajo.
- Nos hace sentirnos orgullosos del lugar en donde pasamos la mayor parte del día.
- Nos ayuda a desempeñarnos mejor en nuestro trabajo, teniendo más rapidez de respuesta, y esto gracias a que sabemos que cada cosa está en su lugar.

Las 5S's son aplicables 100% a bordo de unidades navales debido a que en un buque de guerra se debe optimizar el uso de todos los compartimentos y espacios. En tal sentido el orden y la limpieza a bordo ayuda muchísimo cuando se tiene que reaccionar de manera inmediata frente a emergencias o situaciones adversas, y el poder encontrar de manera rápida el material que necesitamos para cada situación es vital para neutralizar incendios, inundaciones y lo más importante salvaguardar la vida de los tripulantes, que es lo más preciado que posee la Marina de Guerra del Perú.

### **2.1.2. Mantenimiento**

Se define como mantenimiento la acción de sostener un estado existente de un recurso físico, el estado que debemos mantener es aquel en el cual dicho recurso cumpla con sus funciones específicas.

La función determinada va relacionada directamente a quiénes son los “clientes” del servicio de mantenimiento. De hecho, los mantenedores sirven a tres tipos bastante distintos de clientes: los dueños de los recursos, los usuarios de los recursos (normalmente los operadores) y a la sociedad en su conjunto. Los dueños están satisfechos si sus recursos generan un retorno satisfactorio de la inversión que hizo al adquirirlos. Los usuarios están satisfechos si cada recurso continúa haciendo aquello que ellos quieren que hagan, bajo un estándar de rendimiento que consideran satisfactorio. Finalmente, la sociedad en su conjunto está satisfecha si los recursos no se emplean de manera que amenazan su entorno o su ambiente laboral.

En este caso en particular nosotros, hablo por la dotación de buque y específicamente los encargados del montaje, somos los tres diferentes tipos de clientes.

Somos los dueños porque el montaje, comprendiendo todos sus equipos auxiliares, los asumimos como nuestros y nuestra satisfacción es que “nuestro montaje” esté siempre en óptimas condiciones de funcionamiento, esto requiere de una inversión, no solo monetaria sino también de horas de trabajo y dedicación.

Somos también los usuarios ya que nosotros (el suscrito y el personal técnico a mi cargo) somos los operadores, entonces el mantenimiento que hacemos, llega a ser bueno cuando ponemos a prueba el montaje en algún ejercicio artillero, y este responde de manera correcta colmando nuestras expectativas y las del comando.

Y somos la sociedad, porque somos parte de la dotación del buque, que al navegar habitamos todos juntos, compartimos el día a día y que si el montaje 127/54 mm afecta de alguna forma nuestro clima laboral, también cae en nosotros, sin tomar en cuenta que también somos los encargados del equipo.

Un recurso si no falla, no necesitaría mantenimiento, pero eventualmente la falla se hace presente como consecuencia de distintas acciones o circunstancias, vida útil, mala operación, deterioro, ente otros. Así que la tecnología de mantenimiento debe encontrar y aplicar, sobre todo, maneras apropiadas de administrar las fallas. Las técnicas de gestión de fallas entran en cinco categorías:

- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento basado en la confiabilidad.
- Operación hasta la falla.
- Cambios únicos en el diseño del recurso o de la manera que se opera.

Todas estas opciones poseen diversas opciones, unas más eficaces que otras. Nuestro desafío como mantenedores no se centra tanto en entender en qué consiste cada una de ellas, sino en decidir de manera correcta cuál nos conviene y cuál no, de acuerdo a nuestra organización y a lo que necesitamos mantener. Dicha decisión es la que nos costó mucho trabajo, ya que, si decidimos la correcta, es muy posible que el recurso mejore su rendimiento y no solo eso sino que podemos reducir el costo del mantenimiento. Por otro lado, si escogemos la equivocada, quizá no deberíamos

llamarla la equivocada sino la que menos con conviene, podemos caer en nuevos problemas y dificultades.

Para escoger el tipo de gestión de fallas es necesario también tomar en cuenta lo que ellas producen. Las fallas pueden incurrir en consecuencias medibles en forma de costos de reparación. También pueden afectar la seguridad del personal, la integridad medioambiental, el rendimiento, la calidad del producto, el servicio al cliente, alistamiento del personal y material, la pérdida de protección y los costos operativos. Entonces de acuerdo con qué consecuencia queremos y debemos eliminar es que se decide por una de las opciones de gestión de fallas.

El mantenimiento del montaje comprende varios sistemas y equipos auxiliares: comprende componentes hidráulicos, mecánicos, eléctricos y electrónicos. Es decir, el mantenimiento del montaje se divide en el mantenimiento de cada uno de sus componentes y equipos. Todo esto hace aún más difícil la elección de nuestro tipo de mantenimiento o gestión de fallas.

## **2.2. Cursos**

Para poder desempeñarme de la mejor manera, poder hacer mi trabajo más eficiente y con esto poder haber realizado el mantenimiento del montaje 127/54mm ha sido necesario poner en práctica distintos cursos recibidos a lo largo de los años de estudio.

### **2.2.1. Gestión de operaciones**

La planeación, la organización, la dirección y el control de la función operativa es de suma importancia para un ingeniero industrial como para un oficial de Marina. Ya que tener una visión panorámica de todo el contexto y ambiente laboral nos ayudan y son nuestro soporte para la óptima toma de decisiones.

### **2.2.2. Mantenimiento**

El conservar las funciones de los recursos físicos a lo largo de sus vidas tecnológicamente, útiles está relacionado directamente con mi trabajo. Este curso no solo me brindó la teoría sino también el criterio, basado en el conocimiento, para poder tomar una buena decisión en cuanto a qué política de mantenimiento y tipo de gestión de fallas es la correcta para cada sistema o equipo.

Cuando hablamos de gestión de fallas, se tiene presente en adición que las fallas pueden tener diferentes consecuencias. Pueden afectar la seguridad, la integridad del personal y medioambiental. Con esto hemos aprendido que el mantenimiento no solo es conservar las funciones de un recurso físico, sino que contribuye directamente a la prevención.

### **2.2.3. Lean manufacturing**

Los despilfarros están presentes en todo proceso, así que el mantenimiento de equipos, así como el nuestro no es una excepción. Es así como el Lean Manufacturing también nos ha ayudado a identificar actividades redundantes, herramientas y equipos inadecuados, layout inadecuado, suministro en exceso, entre otras actividades o materiales con costo sin beneficio.





## Capítulo 3

### Aportes y desarrollo de experiencias

El presente trabajo tuvo como finalidad fijar una política de mantenimiento estableciendo la estrategia, lineamientos y pautas a seguir en la organización funcional de mantenimiento, conformando las etapas de planificación, programación, preparación, ejecución y evaluación de resultados para el montaje 127/54mm de las fragatas misileras, teniendo en cuenta el contexto operacional de la fuerza de superficie y el estado actual del mismo sistema.

#### 3.1. Elección de la Política de Mantenimiento

Para hacer la elección de la política de mantenimiento hemos tenido en cuenta diferentes criterios.

- a) Relación entre el instante de ocurrencia de la falla y el instante previsto para la ejecución de la tarea de mantenimiento.
- b) Aprovechamiento de la vida operativa del ítem.
- c) Reducción del costo de mantenimiento.
- d) Implicancia directa que pueda tener un ítem con la funcionalidad del sistema.
- e) Anticipación a las fallas.
- f) Mejora de la seguridad.
- g) Reducción del tiempo de inmovilización de los ítems.

Tomando en cuenta que el montaje 127/54 mm. es usado actualmente solo en ejercicios artilleros nacionales o multinacionales, deberíamos estar listos para cualquier posible conflicto armado que se presente, considerando también la reducida asignación monetaria dirigida al mantenimiento general de las unidades. Los criterios en los que nos hemos basado principalmente son: la reducción de costo de mantenimiento, aprovechamiento de la vida

operativa del ítem y por supuesto la mejora de la seguridad del personal, lo cual es lo máspreciado que posee la Marina de Guerra del Perú.

Es así que, en conjunto, el suscrito, personal técnico a mi cargo y personal del Grupo de Apoyo Técnico (personal técnico en situación de retiro experto en la materia), comenzamos a evaluar distintas políticas de mantenimiento, descartando por ejemplo la política de mantenimiento basada en el examen, la cual implica un alto costo a los efectos de poder mantener el nivel de confiabilidad requerido, ya que la mayoría de los componentes de los ítems se sustituyen prematuramente.

Se descartó también el mantenimiento basado en la vida del ítem LBM (*Life-based Maintenance*), el cual también es llamado la política de mantenimiento preventivo. La principal desventaja es que esta política puede llegar a ser poco rentable porque se reemplazan componentes periódicamente independientemente de su estado y se necesita el suministro de los repuestos también de manera periódica.

La política de mantenimiento basada en la falla consiste en efectuar tareas de mantenimiento correctivo después de ocurrida la falla. Su principal ventaja es que se aprovecha en su totalidad la vida operativa del ítem. Pero es muy riesgoso porque al esperar la falla para actuar, puede afectar directamente la funcionalidad del sistema y con esto incrementar aún más el costo de mantenimiento. Las fallas pueden presentarse en cualquier ítem del sistema atentando también a la seguridad. Por estos motivos tampoco se consideró este tipo de política.

### **3.1.1. Política de Mantenimiento basada en la inspección**

El mantenimiento basado en la inspección IBM (Inspection-based Maintenance) es aquel donde se realizan tareas de mantenimiento condicional en forma de inspecciones a intervalos fijos de tiempo, hasta que se requiere la realización de una tarea de mantenimiento preventivo.

Esta política si bien no aprovecha en su totalidad la vida operativa del ítem, no pone en riesgo el montaje, en caso la falla implique directamente la funcionalidad del sistema.

El costo de mantenimiento también es reducido por dos motivos: el primero es porque no requiere reemplazar prematuramente componentes y el segundo motivo es



que no nos arriesgamos a que la falla de un ítem afecte un componente complejo, lo cual requeriría el cambio de diferentes componentes.

La inspección es una tarea de mantenimiento condicional, la cual nos permite, según el informe sobre la condición del ítem, ejecutar las tareas de mantenimiento preventivo basadas en el estado real del ítem.

Es por todas estas razones que llegamos a la conclusión que la política de mantenimiento basada en la inspección es la más indicada para nuestro montaje.

Mientras poníamos en práctica nuestra política de mantenimiento basada en la inspección se nos presentó un problema. Y tenía que ver con la variedad de tipos de componentes con los que cuenta nuestro montaje. Nuestro montaje tiene componentes de diferentes tipos: mecánicos, eléctricos y electrónicos.

Como se dijo anteriormente, la inspección es una tarea de mantenimiento condicional. En componentes mecánicos (piñones, rodajes, engranajes, etc.) la inspección se realizaba de manera eficaz y rápida. Por otro lado, no era la misma situación al inspeccionar circuitos eléctricos y componentes electrónicos, los cuales requieren mediciones de cada uno de los componentes que llevan, con una previa verificación de planos. Esta inspección nos llevaba mucho tiempo y el personal no se daba abasto, ya que para el personal técnico que tengo a mi cargo, el mantenimiento de sus equipos es solo una de las funciones que tiene que cumplir. Las demás funciones, con certeza afirmo que, no son de la misma importancia que el mantenimiento, pero son necesarias realizarlas.

Tomando en cuenta lo anteriormente dicho, decidimos que la política de mantenimiento puesta en práctica no era la más indicada para equipos eléctricos y electrónicos.

Es por eso por lo que nos decidimos por la política de mantenimiento basada en la oportunidad.

### **3.1.2. Política de Mantenimiento basada en la oportunidad**

El mantenimiento basado en oportunidad OBM (Opportunity-based Maintenance) es aquel que lleva a cabo un mantenimiento correctivo sobre un ítem

que ha fallado, así como tareas de mantenimiento preventivo en los componentes de ese ítem aprovechando la oportunidad que presenta el ítem de estar no disponible.

Esta política no nos consume tanto tiempo en inspecciones detalladas y periódicas a todos los ítems, pero al que ha fallado si nos da la oportunidad de inspeccionarlo y de ser necesario realizar cambios en algunos componentes del ítem.

Entonces las horas-hombre se reducen considerablemente y nos da chance de realizar otras actividades que son también necesarias y no debemos dejarlas de lado.

### 3.2. Plan de Mantenimiento

Con la información anterior, se procedió a definir los equipos que debieran seguir cada tipo de mantenimiento. Así, contando con el juicio de expertos y en virtud de la experiencia, definimos un plan de mantenimiento que ahora se aplica. Nuestro plan de mantenimiento está elaborado conforme a las dos políticas de mantenimiento que hemos decidido poner en práctica. En la Tabla 1 se aprecian los tipos de ítems y componentes que tiene nuestro montaje 127/54 mm y los tipos de mantenimiento definidos.

**Tabla 1** Tipos de componentes con su política de mantenimiento respectivo

	<b>Política de Mantenimiento basada en la inspección</b>	<b>Política de Mantenimiento basada en la oportunidad</b>
<b>Componentes mecánicos</b>	Masa ronzante Masa oscilante Parte fija	
<b>Componentes eléctricos</b>	Armario de potencia Consola de jefe de pieza	
<b>Componentes electrónicos</b>		Módulos electrónicos de la consola del jefe de pieza. Fusibles de seguridad de la consola del jefe de pieza

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Programa de Mantenimiento

También se ha definido y como resultado del trabajo se propone el programa de mantenimiento de la tabla N° 2. Este programa de mantenimiento tiene como período 4 semanas y las tareas están dispuestas por día. Las tareas o actividades se realizan entre 0900 hrs y 1300hrs.

Tabla 2 Programa de mantenimiento para montaje 127/54

			<b>Política de mantenimiento basada en la inspección</b>	<b>Política de mantenimiento basada en la oportunidad</b>
<b>M E S</b>	<b>S E M A N A N° 1</b>	<b>Lunes</b>	Ascensores principales y de emergencia. Estación de Transferencia N°1 Estación de transferencia N°2	
		<b>Martes</b>	Tambores A, B y C Elevador único central	
		<b>Miércoles</b>	Trazalador Brazos de carga	
		<b>Jueves</b>	Pruebas del sistema en local	
		<b>Viernes</b>		Inspección en alguna parte electrónica si hubiese ocurrido alguna falla.
	<b>S E M A N A N° 2</b>	<b>Lunes</b>	Cucharas de carga Cadenas de atacador Cuchara evacuacasquillo Intensificador	
		<b>Martes</b>	Centralinas hidráulicas 3 y 4	
		<b>Miércoles</b>	Conjunto de ronza: Motores Transmisión mecánica del reductor de ronza Freno electromagnético	
		<b>Jueves</b>	Pruebas con SCT	
		<b>Viernes</b>		Inspección en alguna parte electrónica si hubiese ocurrido alguna falla.
	<b>S E M A N A N° 3</b>	<b>Lunes</b>	Conjunto de elevación Motores Transmisión interna del reductor Freno electromagnético	
		<b>Martes</b>	Conjunto de elevación Maniobra a mano	
		<b>Miércoles</b>	Caña Freno de boca Termocupla	
		<b>Jueves</b>	Prueba en local	
		<b>Viernes</b>		Inspección en alguna parte electrónica si hubiese ocurrido alguna falla

**Tabla 2** Programa de mantenimiento para montaje 127/54 (continuación)

			<b>Política de mantenimiento basada en la inspección</b>	<b>Política de mantenimiento basada en la oportunidad</b>
<b>M E N S A  N° 4</b>	<b>S</b>	<b>Lunes</b>	Cilindro de recuperador Cilindro de freno de retroceso	
	<b>E</b>	<b>Martes</b>	Centralinas hidráulicas 1 y 2	
	<b>M</b>	<b>Miercoles</b>	Armario de potencia	
	<b>A</b>	<b>Jueves</b>	Pruebas con SCT	
	<b>N</b>	<b>Viernes</b>		Inspección en alguna parte electrónica si hubiese ocurrido alguna falla

Fuente: Elaboración propia



## Conclusiones

El mantenimiento sistemático debe tender a mantener la capacidad de funcionamiento y la disposición de servicio de los equipos con miras al cumplimiento de la misión de la unidad.

Las fallas se pueden evitar interviniendo a tiempo y tomando medidas preventivas. Impidiendo la inoperatividad del equipo de manera prolongada.

Una falla que se produzca repentinamente en un equipo o componente puede poner en peligro al personal que la opera o destruir la máquina misma.

La operatividad de una unidad de combate se basa en gran parte en la disponibilidad de sus equipos y sistemas, así como también en la existencia de equipos de reserva (lo que llamamos en la Marina de Guerra del Perú, redundancia). El mantenimiento está directamente relacionado con la disponibilidad de equipos, manteniendo la confiabilidad de cada uno de ellos y mejorando su mantenibilidad.

En un equipo o sistema como es el del montaje 127/54 mm. de las fragatas misileras, el cual no está en servicio de manera constante no es rentable establecer una política de mantenimiento preventivo, debido a que cambiaríamos componentes prematuramente independientemente del estado en el que estén. No aprovechando la vida operativa del ítem.

La política de mantenimiento basada en la inspección nos permite ejecutar tareas de mantenimiento preventivo basándonos en el estado real del ítem, reduciendo el costo de mantenimiento y es el que se recomienda para el montaje 127/54.



## **Bibliografía**

*Marina de Guerra del Perú: Acerca de nosotros.* (s.f.). Recuperado el junio de 2019, de Marina de Guerra del Perú: <https://www.marina.mil.pe/es/nosotros/acerca-de/>

