

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTION DE
MANTENIMIENTO PARA EL TALLER DE MOTORES FUERA DE BORDA DE
LA ARMADA NACIONAL**

**JUAN DIEGO HENDE ORTIZ
MILTON ALKAID VILLAMIL SIMANCAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2005**

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTION DE
MANTENIMIENTO PARA EL TALLER DE MOTORES FUERA DE BORDA DE
LA ARMADA NACIONAL**

**JUAN DIEGO HENDE ORTIZ
MILTON ALKAID VILLAMIL SIMANCAS**

Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: Rafael Corredor Prieto
Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2005**

AGRADECIMIENTOS

A LA ARMADA NACIONAL DE COLOMBIA

A HOLCIM COLOMBIA Y AL ING. RAFAEL CORREDOR

AL ING. CARLOS RAMÓN GONZÁLEZ Y CUERPO DE PROFESORES DE LA ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

A LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

CONTENIDO

| | pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| RESUMEN | |
| INTRODUCCIÓN | |
| 1. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO | 20 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN | 20 |
| 1.2 ASPECTOS GENERALES DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO | 20 |
| 1.2.1 Definición de mantenimiento | 20 |
| 1.2.2 Misión y visión del mantenimiento | 21 |
| 1.2.3 Campos de acción del mantenimiento | 22 |
| 1.2.4 Niveles de gestión de mantenimiento | 22 |
| 1.2.5 Responsabilidad y funciones de una buena gestión de mantenimiento | 25 |
| 2. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE TALLER DE MOTORES FUERA DE BORDA DE LA ARMADA NACIONAL | 27 |
| 2.1 ASPECTOS GENERALES DEL TALLER DE MOTORES FUERA DE BORDA | 27 |

| | pág. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 2.2 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE GESTIÓN | 29 |
| 2.2.1 Organización general | 31 |
| 2.2.2 Método de trabajo | 31 |
| 2.2.3 Seguimiento técnico de las instalaciones y de los mantenimientos | 31 |
| 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE TALLER DE MOTORES FUERA DE BORDA | 35 |
| 3.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS | 35 |
| 3.2 PLAN DE ACCIÓN INICIAL PARA QUE LOS TEMAS CON PORCENTAJE MENOR A 50% PASAN A CUMPLIR CON LOS PUNTAJES ESPERADOS | 38 |
| 4. DESARROLLO DE CADA UNO DE LOS ASPECTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y DE LAS ACCIONES PROPUESTAS | 47 |
| 4.1 INTRODUCCIÓN | 47 |
| 4.2 ORGANIZACIÓN GENERAL | 47 |
| 4.2.1 Misión del taller de mantenimiento de motores fuera de borda | 47 |
| 4.2.2 Visión del taller de mantenimiento de motores fuera de borda | 47 |

| | pág. |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 4.2.3 Política de calidad | 47 |
| 4.2.4 Política de mantenimiento | 49 |
| 4.2.5 Organigrama de servicio de mantenimiento | 49 |
| 4.3 MÉTODO DE TRABAJO | 51 |
| 4.3.1 Tipos de mantenimiento | 52 |
| 4.3.2 Niveles de actividades de mantenimiento | 54 |
| 4.3.3 Priorización de actividades de mantenimiento | 55 |
| 4.3.4 Ordenes de trabajo | 62 |
| 4.3.5 Historia de la máquina | 65 |
| 4.3.6 El manejo del tiempo en mantenimiento | 65 |
| 4.3.7 Retroalimentación de actividades | 68 |
| 4.3.8 Planificación de "paradas mayores", reparaciones y trabajos críticos | 70 |
| 4.3.9 Metodología para eliminar las fallas | 71 |
| 4.3.10 Métodos de análisis de fallas | 76 |
| 4.3.11 Confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad | 81 |

| | pág. |
|---------------------------------------------------------------|-------------|
| 4.4 SEGUIMIENTO TÉCNICO DE LAAS INTALACIONES Y MOTORES | 82 |
| 4.5 GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN | 84 |
| 4.6 GESTIÓN DE INVENTARIOS | 87 |
| 4.6.1 Definición de políticas | 89 |
| 4.6.2 Cálculo de repuestos para el 2005-03-22 | 89 |
| 4.7 ORGANIZACIÓN DEL TALLER | 93 |
| 4.8 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA | 99 |
| 4.9 PERSONALIDAD Y FORMACIÓN | 102 |
| 4.9.1 Matriz de peligros y riesgos | 107 |
| 4.9.2 Perfil de riesgos | 111 |
| 4.9.3 Cargos y funciones | 113 |
| 4.9.4 Competencia | 114 |
| 4.10 CONTROL DE GESTIÓN | 118 |
| 5. CONCLUSIONES | 121 |

pág.

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

| | pág. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Figura 1. Relación Mantenimiento - Producción | 24 |
| Figura 2. Organigrama estructural Brigada fluvial | 28 |
| Figura 3. Estructura de un sistema de gestión de mantenimiento | 30 |
| Figura 4. Estado actual de la gestión de mantenimiento del taller | 36 |
| Figura 5 Ponderación estado actual de la gestión de mantenimiento de taller | 37 |
| Figura 6 Diagrama comparativo porcentual de cada uno de los módulos del sistema de gestión de mantenimiento del taller | 37 |
| Figura 7. Organigrama de taller de mantenimiento de motores fuera de borda de la Armada Nacional | 50 |
| Figura 8. Esquema básico de los tipos de mantenimiento, técnica y práctica del mantenimiento industrial | 52 |
| Figura 9. Representación gráfica análisis de criticidad ABC, teoría Práctica | 55 |
| Figura 10. Diagrama de pareto general de las fallas registradas en los Motores fuera de borda durante 5 meses de estudio | 59 |
| Figura 11. Diagrama de pareto enfocada. Análisis enfocado derivado del Diagrama de pareto general | 60 |

| | pág. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Figura 12. Pagina principal. Creación de orden de trabajo, software de mantenimiento Mainbox | 62 |
| Figura 13. Flujograma para intervención planeada y no planeada (teoría y práctica del mantenimiento industrial. p. 30 | 63 |
| Figura 14. Ciclo de ejecución de una actividad de mantenimiento | 64 |
| Figura 15. Tiempo asignable al funcionamiento de un equipo | 66 |
| Figura 16. Tiempo de referencia gestión de mantenimiento industrial. p.167 | 66 |
| Figura 17. Procedimiento para la medida del trabajo - gestión de mantenimiento industrial. p. 170 | 67 |
| Figura 18. Interrelación de las diferentes áreas de la planta con el mantenimiento | 69 |
| Figura 19. Las fallas (según la norma ACNOR 60.011) Teoría y práctica del mantenimiento industrial. p. 20 | 72 |
| Figura 20. Diagrama causa - efecto para la falla pistones rayados | 77 |
| Figura 21- Diagrama causa- efecto falla cigueñales picados | 79 |
| Figura 22. Interrelación, mantenibilidad, contabilidad y disponibilidad | 82 |
| Figura 23. Balance de costos, fallas y sustitución de equipos | 86 |
| Figura 24. Modelo de distribución de instalación de taller de mantenimiento | 97 |

| | | |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 25. | Orden de trabajo - espacio para incluir comentarios de cierre. Software de mantenimiento Mainbox | 101 |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

LISTA DE TABLAS

| | | pág. |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 1. | Porcentaje de ponderación para la evaluación de los elementos del sistema en gestión | 33 |
| Tabla 2. | Resumen evaluación de la auditoría por cada uno de los Módulos de sistema de gestión del taller | 35 |
| Tabla 3. | Plan de acción diseñados para corregir los puntos que aparecen en color rojo por cada uno de los módulos del sistema de gestión | 39 |
| Tabla 4. | Niveles del mantenimiento | 54 |
| Tabla 5. | Datos recopilados durante 6 meses de las fallas presentadas en los motores fuera de borda que lleguen al taller para reparación | 58 |
| Tabla 6. | Análisis de cortes de mano de obra y repuestos generados por las 10 fallas con mayor ocurrencia en un periodo de 6 meses de estudio | 61 |
| Tabla 7. | De criticidad de Hartov teoría y práctica de mantenimiento Industrial p 7 | 75 |
| Tabla 8. | Plan de acción para eliminar fallas pistones rayados | 78 |
| Tabla 9. | Plan de acción para eliminación falla cigueñales picados | 80 |
| Tabla 10. | Lista y codificación de equipos del taller de mantenimiento de motores fuera de borda | 83 |

| | pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tabla 11. Número de motores que cumplen 500 y 1000 horas para entrar a mantenimiento respectivo durante el 2005 | 90 |
| Tabla 12. Repuestos para mantenimiento de 500 horas de motores fuera de borda | 91 |
| Tabla 13. Repuestos para mantenimiento de 1000 horas de motores fuera de borda | 91 |
| Tabla 14. Repuestos previstos para consumos por mantenimiento Preventivo durante los dos primeros trimestres de 2005 | 92 |
| Tabla 15. Costos total repuestos, para intervenciones planeada para el año 2005 | 93 |
| Tabla 16. Equipos funcionales del taller de mantenimiento y área que ocupan para su instalación | 94 |
| Tabla 17. Prioridad de interrelación entre los equipos de una instalación | 95 |
| Tabla 18. Interrelación entre equipos y secciones de taller de mantenimiento | 95 |
| Tabla 19. Número de bloques de unidades de distribución definidos | 98 |
| Tabla 20. Matriz de identificación y valoración de peligros y riesgos | 107 |
| Tabla 21. Matriz de criticidad para valoración de riesgos | 111 |
| Tabla 22. Formato para evaluación de competencia en todas los cargos de taller de mantenimiento de motores fuera de borda | 116 |

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A.** Formatos para aplicación de la encuesta de Auditoría al Sistema de gestión
- Anexo B.** Puntajes obtenidos luego de la Auditoría
- Anexo C.** Formato para recepción y control de trabajos de motores Fuera de borda
- Anexo D.** Plan de mantenimiento preventivo equipos del taller
- Anexo E.** Página instructivo orden de trabajo
- Anexo F.** Flujograma
- Anexo G.** Evaluación de empleados
- Anexo H.** Procedimiento para reserva y solicitud de materiales
- Anexo I.** Distribución de planta sugerida para el taller de mantenimiento de motores fuera de borda
- Anexo J.** Distribución de planta con la que entró en operación el taller de mantenimiento de motores fuera de borda

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL TALLER DE MOTORES FUERA DE BORDA DE LA ARMADA NACIONAL*

AUTOR (ES): JUAN DIEGO HENDE ORTIZ, MILTON ALKAID VILLAMIL SIMANCAS**.

PALABRAS CLAVES: SISTEMA DE GESTIÓN, MOTORES FUERA DE BORDA, CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD, MANTENIBILIDAD, MEJORA CONTINUA.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO: En la actualidad los sistemas de gestión de mantenimiento están pretendiendo abordar toda una gama de elementos de diferentes ramas, con el ánimo de encontrar el equilibrio “perfecto” entre los aspectos que influyen en el buen desempeño de un equipo de mantenimiento.

En este trabajo en particular, se ha desarrollado una propuesta para un Taller de Mantenimiento de Motores Fuera de Borda, que involucra varios aspectos, entre los que se destacan la organización administrativa, los métodos de trabajo, la planificación de actividades, el manejo de inventarios, el control de gestión, aspectos relacionados con la seguridad y el bienestar de el personal, el análisis de algunos costos de falla, el diseño de las instalaciones, el seguimiento a los equipos del taller como tal y en fin, un sinnúmero de elementos que en conjunto persiguen dar forma a un sistema de gestión de mantenimiento para una “empresa”, la Armada Nacional, que presta el servicio de reparación y mantenimientos programados de los motores, dentro de un marco de excelencia, y en la búsqueda permanente de la mejora continua en cuanto al desarrollo de actividades y propuestas que impliquen ante todo aumentar la disponibilidad de los equipos tanto del taller como de los motores en cada una de las bases a la que están asignados, la confiabilidad y mantenibilidad, teniendo como criterios de evaluación indicadores de clase mundial como el MTBF y el MTTR.

Teniendo en cuenta que el Taller de Mantenimiento de motores fuera de borda es único en su clase y de esa envergadura en el país, la propuesta presenta una alternativa para dinamizar las operaciones teniendo bases teóricas de administración del mantenimiento muy prácticas y fáciles de poner en práctica.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Rafael Antonio Corredor Prieto, Ingeniero Mecánico.

SUMMARY

TITLE: PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF A SYSTEM OF ADMINISTRATION OF MAINTENANCE FOR THE SHOP OF MOTORS WAS OF IT EMBROIDERS OF THE NATIONAL ARMADA* .

AUTHOR (IT IS): JUAN DIEGO HENDE ORTIZ, MILTON ALKAID VILLAMIL SIMANCAS** .

PASSWORDS: SYSTEM OF ADMINISTRATION, MOTORS WERE OF IT EMBROIDERS, DEPENDABILITY, READINESS, MANTENIBILIDAD, IMPROVES CONTINUOUS.

SUBJECT OR DESCRIPTION: At the present time the systems of maintenance administration are seeking to approach an entire range of elements of different branches, with the spirit of finding the balance "perfect" among the aspects that influence in the good acting of a maintenance team.

In this work a proposal has been developed in particular, for a Shop of Maintenance of outboard engines that involves several aspects, among those that stand out the administrative organization, the working methods, the planning of activities, the handling of inventories, the administration control, aspects related with the security and the personnel's well-being, the analysis of some flaw costs, the design of the facilities, the pursuit to the teams of the shop like such and in short, a elements countless hat on the whole pursue to give form to a managment maintenance system administration for a "company", the navy from Colombian that lends the repair service and scheduled maintenances of the engines, inside an excellence mark, and in the permanent search of the continuous improvement as for the development of activities and proposals that they imply above all to increase the readiness of the so much teams of the shop like of the engine in each one of the bases to which are assigned, the reliability and mantenebility having as indicative evaluation approaches of world class as the MTBF and the MTTR.

Keeping in mind that the Shop of Maintenance of outboard motors is only in its class and of that span in the country, the proposal presents an alternative to energize the operations having theoretical bases of administration of the very practical and easy maintenance of putting into practice.

* Monograph

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. Director: Rafael Antonio Corredor Prieto. Mechanical Engineer.

INTRODUCCIÓN

La Brigada Fluvial de Infantería de Marina, como dependencia de la Armada Nacional y del Ministerio de Defensa Nacional, es una entidad de carácter oficial y tiene dentro de sus objetivos fundamentales cumplir la misión de operar y defender la soberanía del Estado a través de los ríos que recorren todo el territorio Nacional. Para tal efecto, cuenta con los Elementos de Combate Fluvial, botes rápidos que para su desplazamiento y propulsión utilizan dos motores fuera de borda de dos tiempos y 115 hp. Estos motores son importados y su mantenimiento se hace extremadamente costosa ya que los representantes de la Casa Bombardier, fabricante de los motores son escasos y con baja disponibilidad de repuestos y utillaje.

Dichas condiciones iniciales hicieron pensar a la Armada Nacional en el crear un proyecto para crear un taller en el cual se pudiera montar la infraestructura necesaria para desarrollar las tareas de reparación y mantenimiento preventivo necesarios para poder garantizar la disponibilidad de las alrededor de 300 unidades con que cuenta la flotilla de Elementos de Combate Fluvial en el país. Es así como en el año 2003, se pone en marcha la adecuación de una bodega, propiedad de la Brigada Fluvial en Bogotá, que pudiera contener equipamiento donado por el Gobierno de Estados Unidos, y la tecnología necesaria para satisfacer esta necesidad. Se reclutaron los técnicos que durante varios años habían estado “prestados” en diferentes talleres, haciendo las interventorías a los trabajos, se hizo un reentrenamiento en las diferentes técnicas, se comenzó un plan de capacitación en el extranjero y se dio luz verde para que dicho proyecto fuera llevado a feliz término.

A comienzos del año 2004, ya se atienden entonces en el taller las reparaciones y mantenimientos de 500 y 1000 horas para cada uno de los motores fuera de borda que son remitidos de las bases de la Brigada Fluvial alrededor de todo el país. Sin embargo, este taller empezó a funcionar sin un sistema de gestión, sino simplemente con las ganas de suplir una necesidad que se tenía, auspiciado por los autores de la presente monografía.

Es por eso, y gracias a la calidad de la formación recibida durante la Especialización en Gerencia de Mantenimiento, que los autores decidieron realizar una Propuesta para poder tener las bases de un Sistema de Gestión de Mantenimiento tanto para los motores fuera de borda, como para el taller y los equipos que en él se encuentran para realizar las labores de mantenimiento que se requieren.

El desarrollo del proyecto entonces se comenzó por la recopilación de información acerca de diversos sistemas de gestión de mantenimiento industrial; a partir de ello, se elaboraron unos formatos con una serie de preguntas y unos criterios de evaluación determinados, que ponderan el valor de cada uno de los módulos y los aspectos a evaluar y se aplicaron dichos formatos, para así efectuar una especie de auditoría que diera luces acerca del estado actual del sistema de gestión general del mantenimiento en el Taller de Motores Fuera de Borda.

Luego de la aplicación de los formatos, se hizo la evaluación y se identificaron los puntos en los cuales había que hacer mayor énfasis para subir el estándar del sistema de gestión aun nivel “aceptable”, mediante la elaboración y propuesta de un plan de acción. En adición, se incluyó la propuesta de implementación de metodologías de mejora continua, análisis de costos de falla, y en cada módulo en particular se proponen elementos que muy seguramente van a apoyar el mejoramiento de la gestión del mantenimiento en todos sus aspectos.

En conclusión, esta monografía toca los aspectos más relevantes de un sistema de gestión de mantenimiento aplicado a un sistema único en su clase en el país y con certeza, de los únicos talleres de mantenimiento con propuestas e implementaciones organizativas de este tipo. Con su lectura se puede tener una idea global de cuáles son los aspectos relevantes para tener una organización de mantenimiento funcional y con un adecuado seguimiento a la gestión.

1. GESTION DE MANTENIMIENTO

1.1 INTRODUCCION

Las organizaciones industriales existen para generar un beneficio; usan equipos y mano de obra para transformar materias primas en productos acabados de mayor valor. Dicho beneficio es la diferencia entre el ingreso derivado de las ventas de un bien o servicio y los costos requeridos para ponerlo en manos del consumidor final. Por lo tanto, entre menores sean los costos, el beneficio o rentabilidad será mayor. El mantenimiento está relacionado con la rentabilidad a través de la productividad de los equipos, esto es elevar el nivel de rendimiento y la disponibilidad de los mismos.

La función del mantenimiento muy seguramente comenzó a requerirse desde el momento en que se generaron los instrumentos de producción, esto es al parecer a partir de la era de la industrialización, ya que desde el momento en que las maquinas empiezan a producir piezas, empiezan a generar averías, incluso antes, lo cual ha hecho que el mantenimiento se haya desarrollado de igual manera.

En primer lugar es necesario entender los diferentes tipos y diversas estrategias del mantenimiento. Sin embargo debemos basarnos en cada uno de los equipos para poder determinar una estrategia adecuada; esto es analizar su ciclo de vida y las fases por las que ha pasado, su importancia dentro del proceso productivo y la relación costo beneficio que dicho activo genera. Cada una de estas fases de análisis tiene ventajas, desventajas, fiabilidad y mantenibilidad determinadas que debe ser definida para cada elemento y para cada industria en particular.

Dependiendo de este primer análisis en cada uno de los equipos involucrados en el proceso, se define la gestión del mantenimiento, que en pocas palabras es la organización y direccionamiento de los recursos para poder preservar el adecuado control de la disponibilidad y el funcionamiento del conjunto dentro de unos parámetros especificados.

1.2 ASPECTOS GENERALES DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO

1.2.1 Definición de mantenimiento. Existen muchas definiciones para mantenimiento, extractándose de todas que Mantenimiento es el conjunto de

acciones encaminadas a preservar o restablecer la función de un equipo, siendo entendida esta como una función productiva o que genere algún tipo de valor, para lo cual debemos involucrar un término denominado disponibilidad y del cual se hablara mas adelante, que no es mas que tener los equipos listos para que operen o “cumplan su función” cuando son requeridos.

Para esto trabaja mantenimiento y definitivamente si que tiene problemas, ya que el mismo propósito se debe cumplir aun cuando el logro dependa de la disponibilidad financiera del momento, de las programaciones de producción, del nivel de productividad deseado, de la calidad de materiales y repuestos, de las esperanza de vida de los equipos, de la calidad técnica del personal y de otras más.

Podríamos hacer alusión a una analogía desarrollada por J.P. Sauris, que dice “si producir es explotar un equipo de producción para obtener productos terminados, mantener significa asegurar la disponibilidad de la producción”...¹, teniendo en cuenta obviamente que esto se puede lograr si y solo si definimos o aseguramos unos niveles de cantidad y sobre todo de calidad específicos, sabiendo que en una línea de producción casi el 100% de los equipos influyen directamente en la calidad final de un producto.

1.2.2 Misión y visión del mantenimiento. Es de esperar que para que un equipo que tiene que desarrollar tan diversos roles y entregar unos resultados que en la actualidad se están haciendo más exigentes y retadores, es necesario tener un norte bien claro, y es conocido que una de las maneras de derivar la planificación de un programa, se encuentra evidentemente en la formulación de la visión y de la misión que se desean de acuerdo con el propósito para el cual fue creada dicha “organización”.

Se puede definir la misión del servicio de mantenimiento como la gestión optimizada de la herramienta de producción en función de los objetivos y teniendo en cuenta reducir los costos por fallas, reducir los costos fijos de mantenimiento, economizar energía, mejorar las condiciones de trabajo y seguridad y aumentar la disponibilidad y durabilidad de los equipos.

La visión por su lado, es la que va a enmarcar los objetivos específicos que dicha organización quiere proyectar dentro de un marco de tiempo determinado, es decir, es la visualización de una o más metas con las cuales se va a comprometer

¹. SOURIS, Jean P. El mantenimiento,.Fuente de Beneficios. Madrid: Díaz Santos, 1990. p. XIV

a cumplir en el mediano o largo plazo. Siempre, por lo general se trata de ponerse a tono y en paralelo con las necesidades del mercado para la cual fue creada.

Es importante resaltar que el mantenimiento no es un objetivo dentro de la organización sino una necesidad un medio, una ayuda, una herramienta para lograr las metas de producción.

1.2.3 Campos de acción del mantenimiento. Si nos basamos en la definición de mantenimiento, se puede decir que toda función sufre deterioro con el transcurrir del tiempo, los equipos, las estructuras, las piezas, los edificios, las personas, etc., de manera que sería difícil subyugarlo o esquematizarlo de acuerdo con parámetros limitados, sin embargo, vamos a tener en cuenta las actividades que desarrolla para preservar dichas funciones que de forma aplicada se realiza en cualquier campo en general.

- Acciones correctivas, preventivas, arreglos, reparaciones y revisiones.
- Mejora, optimización, innovación, y en general acciones que propendan en el incremento de la calidad, la productividad, la mantenibilidad y la confiabilidad.
- Participación en selección, instalación, y puesta en marcha de nuevos equipos.
- Reparación de piezas.
- Mantenimiento de infraestructura en general.

El campo de operación en dentro del cual se desarrollen actividades de mantenimiento lo determina como uno de los aspectos fundamentales para poder asegurar una gestión óptima de los equipos e instalaciones previstos para tal fin por el ente productivo, en función de los objetivos, económicos, humanos y técnicos (ahorro de energía, disminución de fallas, aumento de la disponibilidad, etc.).

1.2.4 Niveles de gestión de mantenimiento

- Ø *Generalidades.* Hoy en día, a pesar de lo cambiante del sector industrial, del mercado, del pensamiento y a la influencia de la globalización, la

estandarización de políticas permite resumir organizaciones de mantenimiento de tres clases, siendo cada una de ellas adoptada o desechada en determinado momento de acuerdo con las circunstancias en que “navegue” la empresa. A saber son las siguientes:

- Mantenimiento dentro de unidades de proceso. En este caso, la fábrica se divide en áreas, cada una de las cuales manejan bajo una sola cabeza la producción, el mantenimiento y en general toda su gestión.
- Mantenimiento como área de la empresa: integra bajo una sola cabeza todo el mantenimiento de la planta.
- Mantenimiento mixto, en el cual, el mantenimiento de los equipos de producción es contratado y la supervisión se hace por parte de personal de mantenimiento de la misma empresa.

Cada una de estas clases de organización tiene sus ventajas y desventajas. Hoy en día, por ejemplo, se ha impuesto en organizaciones que tienden a globalizarse la organización por procesos, en donde un solo director apoyado en especialistas de proceso y producción hace gestión para entregar productos de calidad, beneficiando esto la coordinación de intervenciones, el presupuesto, el control de costos, la seguridad. Su valor agregado está en que la unificación de las “sub-áreas” acarrea objetivos comunes, de los cuales el principal es la disponibilidad de los equipos por las distintas funciones del mantenimiento, así como el correcto cuidado y operación, venciendo las barreras y el protagonismo ocioso que en algunas organizaciones se presentaba al funcionar como áreas independientes.

El mantenimiento puede ser sustancialmente menos costoso de lo que parece, ya que los costos por paradas imprevistas siempre resultan ser en esencia superiores a los generados por intervenciones planificadas.

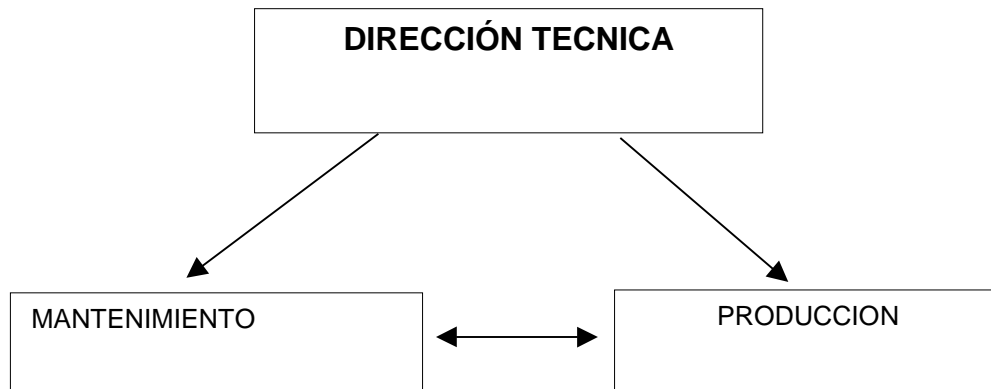
En esto, es importante recalcar que una de las ventajas que presenta este tipo de organización es que actualmente la norma ISO 9000 versión 2000, tiene como principio auditar los procesos en conjunto y no cada función en particular.

De los otros dos esquemas podemos decir que normalmente se han venido aplicando, teniendo como principal desventaja el constante enfrentamiento entre las áreas de operaciones y de mantenimiento, siendo éste último en la

mayoría de los casos subyugado al criterio de los directores de producción, que poca importancia en general le dan, ya que su principal foco siempre es el incremento en la eficiencia de los procesos.

- Ø *Relación Mantenimiento – Producción.* Indudablemente, y de manera comprobada ya eficazmente, para el éxito de las labores y la mejora en la consecución de los objetivos dentro de una organización, la relación mantenimiento - producción debe ser la adecuada, y esto se logra buscando siempre la horizontalidad de las dos funciones siguiendo el modelo siguiente:

Figura 1. Relación mantenimiento - producción



De esta manera el mantenimiento asegura participación en las selecciones, negociaciones, instalación, búsqueda de mejoras y de optimización; de igual manera se fundamenta un buen conocimiento recíproco de requerimientos, misiones y problemas.

Una muestra de los de este modelo es el TPM, desarrollado por los japoneses y en el cual se asignan labores de mantenimiento primarias o básicas a los operarios de proceso, lo cual los hace partícipes directos de ambas funciones. En otros casos se pueden encontrar técnicos de mantenimiento como operarios de proceso desarrollando funciones similares.

Ø *Modelo de Niveles de Gestión de Mantenimiento.* En la actualidad, dentro de cada una de las “organizaciones” normalmente estructuradas se pueden encontrar fácilmente 4 niveles de mantenimiento, que en concordancia con las características y el tamaño de éstas, pueden tender a combinarse, aunque las funciones intrínsecas de cada una se mantengan definidas a cabalidad.

Siempre se va a encontrar una persona o grupos de personas que ejecutan las actividades, es el proceso del hacer propiamente dicho, de acuerdo con los parámetros que previamente se han establecido se deben seguir. A este nivel se le denomina **Nivel de ejecución.**

En segunda instancia se encuentran las personas que ejecutan un proceso de verificación tanto de las condiciones de recepción del equipo, como quien se hace responsable por entregar y garantizar que las actividades que el grupo de ejecución ha realizado. Este es el **Nivel de Supervisión.**

El otro nivel involucra la **Gestión del Mantenimiento**, en el cual se mantiene el control de tiempo, espacio, recursos, evaluación, retroalimentación y en general todo lo que se entiende como administración propiamente dicha.

En el cuarto y último nivel denominado de **Visión del mantenimiento**, se genera la planeación del programa a futuro, las mejoras, se fijan las directrices, el curso que debe tomar el grupo para obtener y mejorar lo esperado.

1.2.5 Responsabilidades y funciones de una buena gestión de mantenimiento. Dentro de las funciones que debe desarrollar el nivel de Gestión de Mantenimiento está el idear y aplicar los mecanismos adecuados para poder llevar a buen término la realización de diferentes procesos que permitan un correcto desempeño del trabajo de las personas que pertenecen a los niveles de Ejecución y Supervisión, y entre las cuales se destacan las siguientes:

- Elaborar el programa anual de mantenimiento.
- Aprobar el plan de mantenimiento de equipos.
- Asegurar el suministro oportuno y adecuado de recursos humanos, técnicos y económicos requeridos.

- Verificar que se haga una retroalimentación adecuada y que se mantenga la hoja de vida de los equipos actualizada.
- Revisar y actualizar indicadores técnicos para una adecuada medición de cumplimiento de metas.
- Proponer programas de mejora continua.
- Gestionar la continua capacitación y actualización del personal de mantenimiento
- Propender por el correcto uso de los sistemas de información.
- Definir políticas del departamento de mantenimiento en concordancia con las políticas corporativas de la organización.

Si se desarrollan adecuadamente estas actividades muy seguramente se puede garantizar en gran parte el cumplimiento de los objetivos del grupo de mantenimiento.

2. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DEL TALLER DE MOTORES FUERA DE BORDA DE LA ARMADA NACIONAL

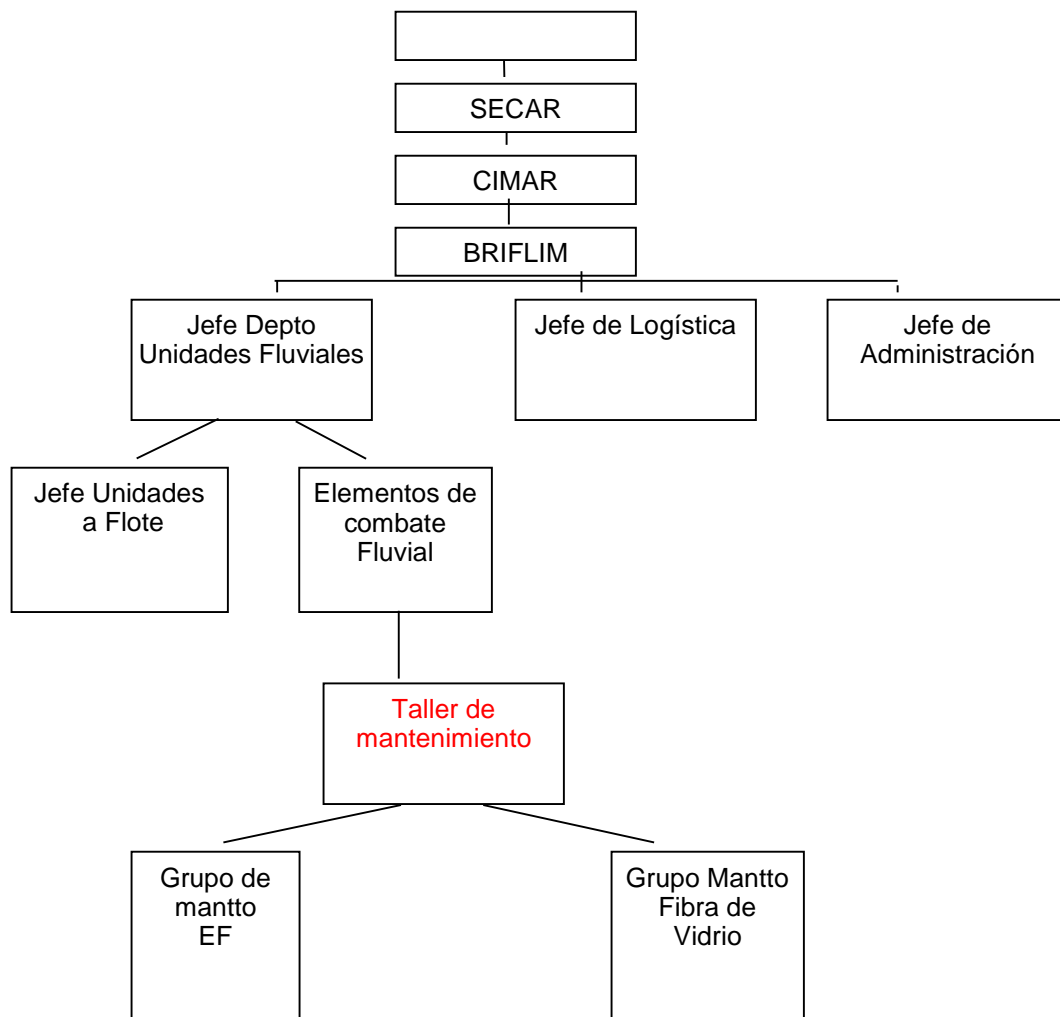
Cualquiera que sean las circunstancias de determinada función dentro de una organización, se requiere hacer un seguimiento a los parámetros establecidos para que todo marche como debe ser, o por lo menos que cumpla con los objetivos básicos para lo cual fue establecida, de manera que teniendo como punto de partida ciertos criterios, transcurrido un período de tiempo se haga una evaluación detallada para hacer un comparativo del estado de evolución frente al inicial y tomar acciones encaminadas bien sea para corregir el rumbo o para replantear los objetivos de acuerdo con lo encontrado.

Para tal efecto, cada proceso en particular, y sobre todo cada empresa en particular puede definir el tipo y el método que quiere seguir para hacer la evaluación de los aspectos relevantes, o factores clave de desempeño que considere para sí. Para el caso que atañe en este trabajo, se ha decidido hacer una auditoria al Sistema de Gestión de Mantenimiento, para una de las dependencias que la Armada Nacional ha determinado como crítica para que la Brigada Fluvial de Infantería de Marina pueda cumplir a cabalidad con la responsabilidad de custodiar los ríos del país, cuya área corresponde al Taller para el Mantenimiento de los Motores Fuera de Borda.

2.1 ASPECTOS GENERALES DEL TALLER DE MOTORES FUERA DE BORDA

Dentro de la organización de la ARMADA NACIONAL, y en aras de cumplir con los propósitos de resguardar la soberanía del estado a lo largo y ancho del territorio nacional, existe una división que se hace cargo de la custodia de los ríos del país para permitir el desarrollo de las actividades rutinarias de los Colombianos de bien que viven en sus riberas y cercanías, así como para evitar que sean utilizados para cometer actos delictivos, y evitar la movilización de personas y elementos que atenten contra la seguridad del país. Esta División se denomina Brigada Fluvial de Infantería de Marina, compuesta por 150 botes tácticos y 43 buques tipo nodriza.

Figura 2. Organigrama estructural brigada fluvial.



Fuente: BRIFLIM

El Taller para el Mantenimiento de Motores Fuera de Borda de la Brigada Fluvial de la Armada Nacional, fue concebido en el año 2003, año también en el cual se inició su implementación, durante la gestión del Capitán de Fragata Milton Alkaid Villamil Simancas, fundamentado en la necesidad de mejorar la eficiencia y por ende la disponibilidad de los motores fuera de borda, elementos críticos para la Brigada Fluvial, ya que son los equipos que realizan el accionamiento de cada bote táctico.

Para su instalación fue asignada una bodega situada en la ciudad de Bogotá y dotada con los recursos necesarios para efectuar las diferentes actividades que se requieren para cumplir con los mantenimientos determinados por los fabricantes y adicionalmente apoyados con equipamiento donado por el gobierno de los Estados Unidos.

De esta manera y a partir de Enero de 2004 empezó operaciones, reagrupando los técnicos especialistas de la Armada que se encontraban cedidos a los diferentes talleres que ejecutaban las actividades de mantenimiento, cumpliendo una labor de interventoría de los trabajos pero sin ninguna responsabilidad ni control alguno por parte del organismo del estado.

Estas personas que se volvieron a juntar, son suboficiales de la Marina, formados con un alto grado de compromiso con el país, razón por la cual, la centralización de las reparaciones asegura una ventaja inherente en cuanto a la estabilidad de la seguridad y responsabilidad por la vida de sus compañeros que están en las unidades de combate, como a nivel técnico en cuanto a la confiabilidad y compromiso con la calidad.

2.2 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE GESTIÓN

Como se comentó anteriormente, la decisión de hacer un seguimiento, parte de la necesidad de hacer una comparación entre el estado actual de desarrollo de una función y la manera técnica como debería hacerse, fundamentado esto en argumentos teóricos y técnicos y que se han ido desarrollando con el fin de permitir la mejora continua.

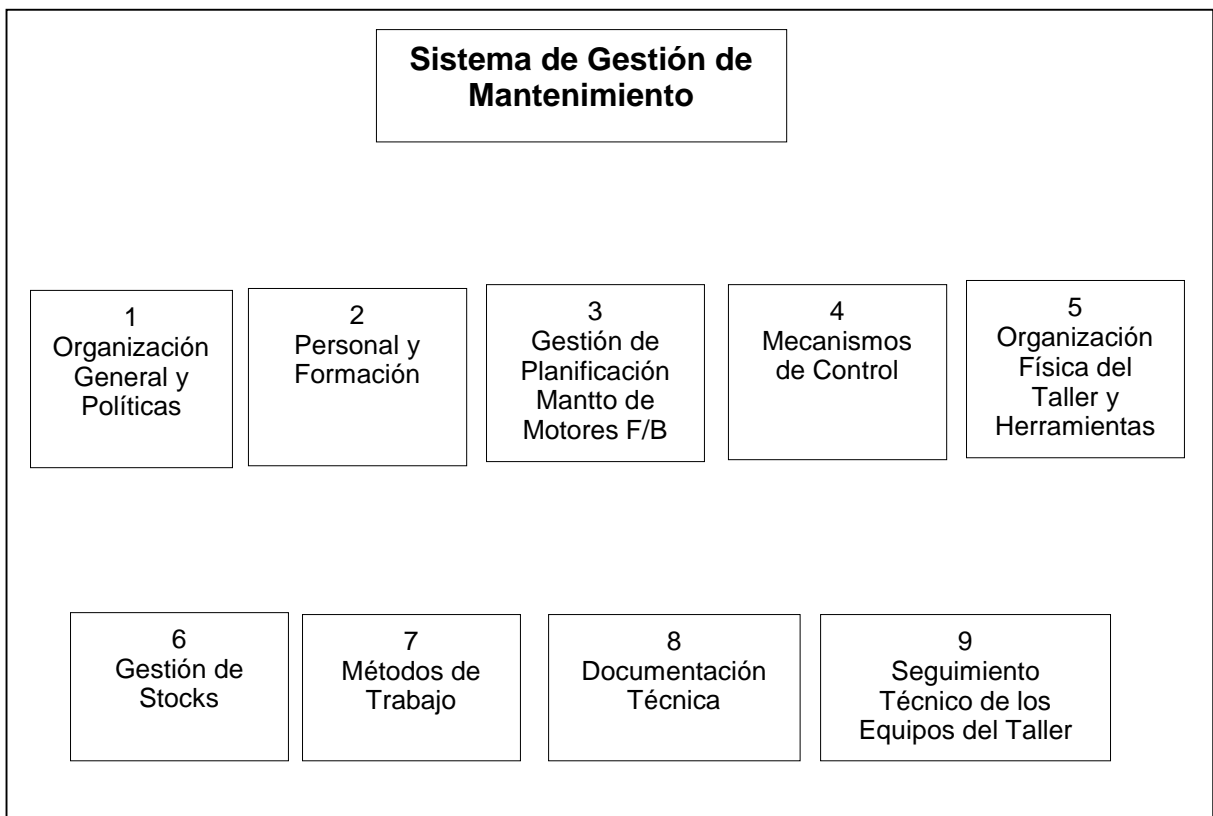
La gestión de Mantenimiento, es un proceso muy importante y por esto, aunque el Taller para el Mantenimiento de Motores Fuera de Borda ya está en funcionamiento, se hace necesario hacer una revisión a su parte administrativa, ya que la concepción inicial no tuvo en cuenta los factores de gestión y que en este momento se hace necesario analizar para optimizar los recursos asignados para el adecuado funcionamiento y el logro de los objetivos.

Normalmente, una auditoría de mantenimiento suele realizarse de manera que se involucren aspectos tales como la revisión de lo que existe en materia de mantenimiento, es decir, políticas, medios, recursos y organización, en consideración de las necesidades y de los servicios prestados por los diferentes componentes funcionales de la organización. Se debe hacer una evaluación de

los puntos débiles así como también de los fuertes en cuanto al campo técnico, organizativo, económico y humano, así como también las oportunidades de mejora, y una evaluación específica de los costos y beneficios de las mejoras propuestas.

La “auditoría interna” se ha ejecutado tomando como base criterios de gestión resaltantes y enfocados, tratando de abarcar la mayor cantidad de aspectos pero sin rayar en la complejidad ya que es el primer estudio de este tipo que se ejecuta para este taller, pues como es sabido ya, recién entró en funcionamiento y sus condiciones operacionales apenas se están terminando de ponerse a punto. De tal manera y de acuerdo con la literatura recopilada, los autores del presente documento en conjunto con el comandante de la Brigada Fluvial de Infantería de Marina han acordado aplicar el mecanismo a los elementos de acuerdo con el siguiente diagrama:

Figura 3. Estructura de un sistema de gestión de mantenimiento



El objetivo de analizar cada uno de estos 9 campos es el de poder tener una idea clara acerca del estado actual de cada uno de los “pilares” que fundamentan una

estructura organizacional de mantenimiento. Específicamente en cada situación se va a hacer énfasis de acuerdo a como se expresa en los siguientes puntos.

2.2.1 Organización general. Este análisis permite evidenciar los aspectos generales de la organización, teniendo como base los objetivos, las metas, las características de la política de mantenimiento y la elaboración del organigrama determinando personas, funciones, y responsabilidades claras.

2.2.2 Método de trabajo. Tratar este tema nos involucra dentro de manera por la cual se preparan los trabajos, en particular de la estimación de tiempos, corrección de retrasos en el desarrollo de las actividades, etc.

2.2.3 Seguimiento técnico de las instalaciones y de los mantenimientos. El objeto de incluir este tema es verificar si se efectúa una adecuada gestión de organización y de las intervenciones preventivas y correctivas sobre los equipos del taller

- Ø *Gestión de Planificación.* Se centra en el tratamiento de solicitudes de mantenimiento y los planes de mantenimiento, en particular del preventivo. Se evalúa la eficacia de las técnicas de planificación y de distribución de trabajos: programación, ordenamiento y ejecución.
- Ø *Gestión de Repuestos y Servicios.* Trata de evaluar la política de reducción de *stocks* manteniendo un mínimo de seguridad. Se trata de ver cómo funciona la sección de compras y verificar si los procedimientos (pedidos, contratos y precios) permiten el aprovisionamiento en buenas condiciones junto con los proveedores más apropiados.
- Ø *Organización del Taller.* Dentro de la organización del taller se busca identificar si la infraestructura es la conveniente ya que las tareas que se deben realizar son numerosas y especializadas; por esto el local debe ofrecer puestos de trabajo bien equipados, en buenas condiciones y un ambiente de trabajo agradable. De igual manera deben existir útiles y herramientas adecuadas así como medios de manipulación y bancos de pruebas certificados.
- Ø *Documentación Técnica.* La documentación debe ser adecuada, completa, de fácil acceso gracias a un ordenamiento adecuado y con un procedimiento que garantice su sistemática puesta al día.

- Ø *Personal y Formación.* Dentro del estudio de este tema se deben analizar las competencias del personal así como el clima de trabajo dentro del taller y adicionalmente las necesidades de capacitación que se tengan

- Ø *Control de Gestión.* Evaluar el actual control de gestión va a permitir identificar la manera como se hace la medición de los diferentes parámetros que muestren el desempeño del grupo y el proceso como tal en función de los objetivos.

El control de los costos no es algo en lo cual se vaya a profundizar en este trabajo, ya que las partidas para el sostenimiento del taller provienen directamente de recursos no controlados por la nación, si es un tema que aunque tangencialmente se va a tocar en los apartados dedicados al seguimiento a las fallas y al control de inventario de repuestos.

El porcentaje obtenido en cada uno de los nueve campos analizados permite identificar los campos con carencia o por lo menos los prioritarios para realizar mejoras. A la hora de identificarlos no sólo hay que tener en cuenta el porcentaje sino también la ponderación de cada campo.

La búsqueda y eliminación de carencias constituye una prioridad en todo el proyecto de mejora de mantenimiento.

Igualmente puede representarse este perfil a través de diagramas de barras de los campos y su por ciento. Se traza una línea al 50% y todo lo que quede por debajo debe ser mejorado.

Hay que tener en cuenta que en el caso del campo Personal y formación, este valor mínimo es 65%.

Este método de perfil de mantenimiento presenta tres cualidades indiscutibles:

- Es objetivo. No hace juicios extremos como bueno o malo. Sirve para identificar los puntos débiles y fuertes. Tiende a la perfección, pero tener todos los campos al 100 % es impensable. Dice por donde se debe actuar ya que identifica los campos en los que se debe progresar.

- Permite el diálogo. El cuestionario está destinado para ser completado por personas diferentes. La diferencia entre respuestas hace aparecer divergencias que son muy interesantes de analizar: Permite hacer un debate para obtener una respuesta común y reflejar ideas útiles para la buena marcha del mantenimiento.
- Es reproducible. Repetir esta operación cada dos o tres años con la intención de seguir la evolución del perfil de mantenimiento es perfectamente realizable y recomendado.

Los siguientes serán entonces los valores guía para determinar los porcentajes de desviación de cada tema.

Tabla 1. Porcentajes de ponderación para la evaluación de los elementos del sistema de gestión

| Temas | Puntaje Guía | % de Ponderación |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 1. Organización general y políticas | 250 | 9 |
| 2. Personal y formación | 400 | 14 |
| 3. Gestión de planificación del mantenimiento de motores FB | 300 | 11 |
| 4. Mecanismos de control | 300 | 11 |
| 5. Organización física del taller y herramientas | 400 | 14 |
| 6. Gestión de stocks de piezas de repuesto y compras | 400 | 14 |
| 7. Métodos de trabajo | 250 | 9 |
| 8. Documentación técnica | 250 | 9 |
| 9. Seguimiento técnico de los equipos del taller | 250 | 9 |
| TOTAL | 2800 | 100 |

Para hacer que la “auditoría” permita ver de manera didáctica su resultado, se diseñaron formatos (*Anexo 1. Formatos para aplicación de la encuesta de auditoría al sistema de gestión*) con un mecanismo de evaluación tal que su puntaje permita evidenciar tres diferentes colores (rojo, amarillo y verde) en cada recuadro de el gráfico anterior.

El color rojo indica que esa parte del sistema no existe, el color amarillo indica que está en proceso de desarrollo o que corresponde a los objetivos de la “auditoría” en un 50% como mínimo y el color verde indica que corresponde a los objetivos de la “auditoría” por lo menos en un 90%. La meta es que después de transcurrido un tiempo determinado y siguiendo el plan de acción propuesto por los autores (plan de acción para eliminar los items de la auditoría que están de color rojo en cada uno de los temas) una próxima auditoría genere resultados tales que la implementación del sistema de gestión esté dentro de los objetivos esperados.

3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DEL TALLER DE MOTORES FUERA DE BORDA

3.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Luego de aplicar la auditoría teniendo como base los formatos ya mencionados en **(Anexo A. Formatos para aplicación de la encuesta de auditoría al sistema de gestión.)** los resultados son entonces los siguientes:

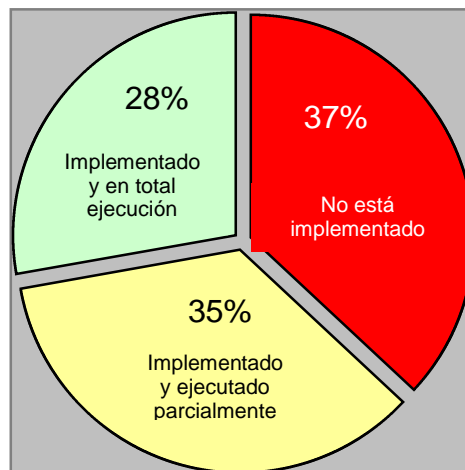
Tabla 2. Resumen evaluación de la auditoría por cada uno de los módulos del sistema de gestión del taller

| ASPECTO DE GESTIÓN EVALUADO | Puntaje Máximo Esperado | Puntaje estado actual | Porcentaje estado actual | Ponderación Estado actual | Ponderación esperada |
|----------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| SEGUIMIENTO TÉCNICO DE LOS EQUIPOS DEL TALLER | 250 | 40 | 16% | 1,44% | 9% |
| MECANISMOS DE CONTROL | 300 | 65 | 22% | 2,42% | 11% |
| GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO DE MOTORES FB | 300 | 75 | 25% | 2,75% | 11% |
| DOCUMENTACIÓN TÉCNICA | 250 | 75 | 30% | 2,70% | 9% |
| ORGANIZACIÓN GENERAL Y POLÍTICAS | 250 | 115 | 46% | 4,14% | 9% |
| MÉTODOS DE TRABAJO | 250 | 115 | 46% | 4,14% | 9% |
| PERSONAL Y FORMACIÓN | 400 | 200 | 50% | 7,00% | 14% |
| GESTIÓN DE STOCKS DE PIEZAS DE REPUESTO Y COMPRAS | 400 | 260 | 65% | 9,10% | 14% |
| ORGANIZACIÓN FÍSICA DEL TALLER Y HERRAMIENTAS | 400 | 365 | 91% | 12,74% | 14% |
| TOTALES PORCENTUALES DE GESTIÓN ACTUAL Y ESPERADA | | | | 46,43% | 100% |

De acuerdo con los valores determinados por la tabla anterior, se pueden evidenciar para mayor claridad algunos parámetros en las dos gráficas siguientes:

Figura 4. Estado actual de la gestión de mantenimiento del taller

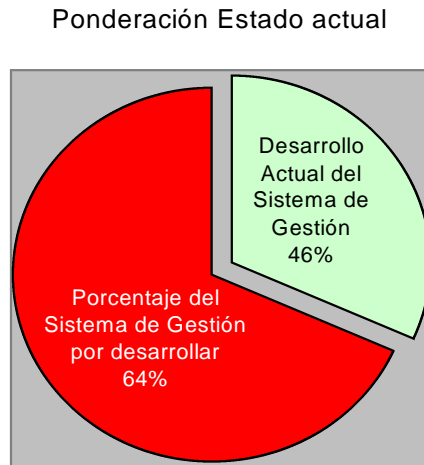
ESTADO ACTUAL DE GESTION



Si tenemos en cuenta lo anotado en el método de evaluación, el 37% de los puntos auditados no están implementados, el 35% están entre el 50% y el 90% de porcentaje de implementación y tan sólo el 28% está implementado en un 90% o más.

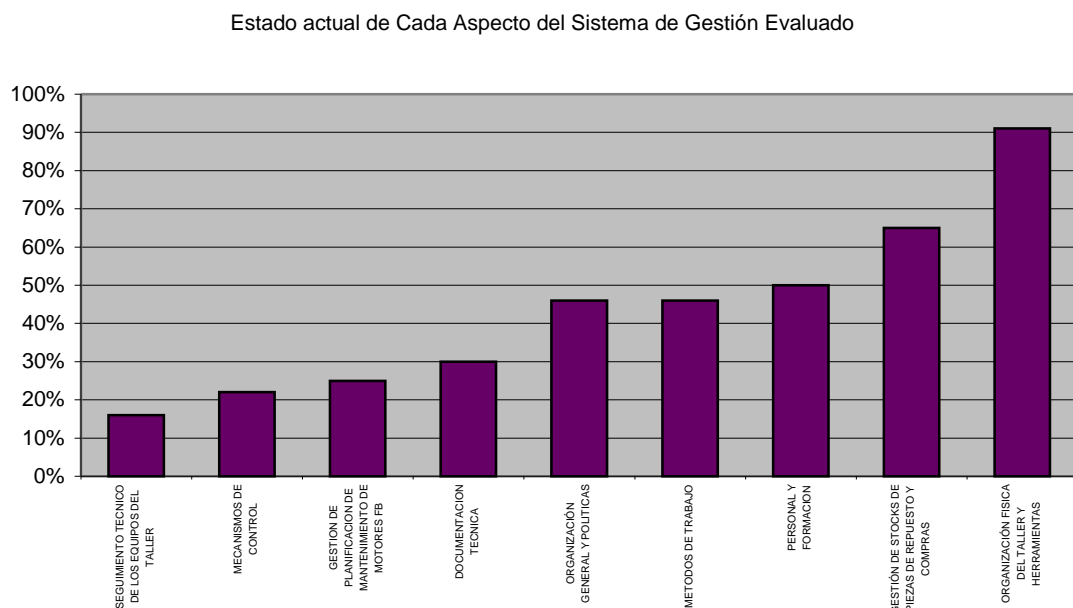
De una u otra manera entonces del modo como se puede apreciar en la gráfica siguiente, es muy alto el potencial de mejora (cerca del 64%) en el cual se puede trabajar para que la gestión del mantenimiento en el taller de motores fuera de borda tenga un desempeño aceptable y tendiente a óptimo en la medida en que permanentemente se evalúe y se tomen acciones para su mejora continua.

Figura 5. Ponderación estado actual de la gestión de mantenimiento del taller



Finalmente, mediante un diagrama de barras se ve el porcentaje de desarrollo que cada una de las áreas del sistema de gestión tiene en el taller y de una u otra manera, evidencia los puntos más fuertes en los cuales se debe trabajar para consecuentemente ir alcanzando un desarrollo suficiente y sostenible con el tiempo.

Figura 6. Diagrama comparativo porcentual de cada uno de los módulos del sistema de gestión de mantenimiento del taller



3.2 PLAN DE ACCIÓN INICIAL PARA QUE LOS TEMAS CON PORCENTAJE MENOR A 50% PASEN A CUMPLIR CON LOS PUNTAJES ESPERADOS.

En el (*Anexo B. Puntajes obtenidos luego de la Auditoría*), está desglosado el puntaje obtenido en cada uno de los items así como el color en el que se encuentra de acuerdo con el código de colores que se estableció en el capítulo anterior. Siguiendo entonces el objetivo de este trabajo, a continuación se establece un “plan de acción” encaminado a que luego de que dichas acciones se ejecuten, la evaluación de cada factor de cómo resultado un incremento sustancial en el porcentaje de implementación del sistema de gestión de mantenimiento dentro del Taller de Mantenimiento de Motores Fuera de borda de la Armada Nacional.

Adicionalmente y a criterio de los autores, dejando de lado un poco el esquema dentro del cual se enmarca la encuesta, dentro de cada uno de los 9 aspectos estudiados, se ha incluido además de las acciones planteadas, algunos análisis y propuestas que conduzcan a mejorar los efectos del plan de mejora propuesto, como es el caso de los análisis de Pareto, análisis de causa raíz aplicados, análisis de los costos de repuestos y reparaciones y algunas otras cosas de las cuales se tiene certeza pueden ayudar al logro del objetivo.

Tabla 3. Plan de acción diseñado para corregir los puntos que aparecen en color rojo por cada uno de los módulos del sistema de gestión

| MODULO 1. ORGANIZACIÓN GENERAL | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | FECHA |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ¿Se ha definido por escrito y posteriormente aprobado la organización de la función de Mantenimiento con estructura de cargos y funciones? | <ul style="list-style-type: none"> Definir Misión, Visión del taller de mantenimiento. Determinar funciones y responsabilidades del equipo que va a trabajar en el taller de mantenimiento, derivadas de las políticas generales de la Armada Nacional. Elaborar Organigrama y detallar responsabilidades de cada cargo | Autores | Octubre 04 |
| <ul style="list-style-type: none"> ¿Se verifican periódicamente las responsabilidades y tareas definidas por la Organización? | <ul style="list-style-type: none"> Definir las responsabilidades de cada una de las personas que integran el taller, determinando semanalmente las tareas que se asignan por parte del gerente de servicio para el desarrollo de cada actividad. Elaborar Organigrama y del taller responsabilidades de cada cargo | Autores | Octubre 04 |
| <ul style="list-style-type: none"> ¿Se encuentran bien definidas todas las actividades de cada encargado o responsable en cada sección? | <ul style="list-style-type: none"> Mensualmente se debe elaborar un plan de actividades o cronograma de trabajos con su respectiva asignación de personal y su responsabilidad. Elaborar Organigrama y del taller responsabilidades de cada cargo | Jefe de Taller Autores | Continuo Octubre 04 |
| <ul style="list-style-type: none"> ¿Existen fichas de funciones tanto en cuanto a responsabilidades como a iniciativa para cada una de las tareas a realizar? | <ul style="list-style-type: none"> Elaboración de Fichas de Responsabilidades por cada función | Autores | Octubre 04 |
| <ul style="list-style-type: none"> ¿Está escrita la Política de Mantenimiento que incluye los objetivos del servicio? ¿Se examina periódicamente? | <ul style="list-style-type: none"> Elaborar la política de mantenimiento para la ejecución de los trabajos en los motores fuera de borda y determinar la frecuencia con que debe ser revisada | Autores | Octubre 04 |

| MODULO 2. MÉTODO DE TRABAJO | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | FECHA |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|
| 1). ¿Se utilizan formularios para la preparación de trabajos o para establecer los presupuestos (ficha de preparación o ficha de presupuestos)? | • Elaboración de formularios para preparación y presupuesto de trabajos a realizar en los motores (Check list alistamiento) | Autores | Octubre 04 |
| 2). ¿Se dispone de Procedimientos escritos del modo de operar para la realización de trabajos complejos o delicados? | • Elaborar procedimiento operativo para la realización de trabajos normales y complejos | Autores | Octubre 04 |
| 3). ¿Se dispone de procedimientos escritos (y aplicados) que definan la autorización de la ejecución de los trabajos arriesgados? | • Elaborar formato para autorización de la ejecución de los trabajos arriesgados | Autores | Octubre 04 |
| 4). ¿Se dispone de métodos de estimación de tiempos (trabajos tipo, operaciones específicas...) | • Enunciar métodos para estimación de tiempos de los trabajos de mantenimiento de los motores | Autores | Octubre 04 |
| 5). ¿Se reservan las piezas en el almacén, se hace preparar el material (piezas, herramientas) antes de proceder a una intervención? | • Definir procedimiento para reserva de materiales y repuestos en el almacén. | Autores | Octubre 04 |

| MODULO 3. SEGUIMIENTO TÉCNICO DE LOS EQUIPOS DEL TALLER | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | FECHA |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|
| 1) - ¿Posee cada equipo un número de identificación único, distinto del número de inventario? | Asignar codificación. | Autores | Octubre 04 |
| 2) - ¿Se encuentran claramente indicados los números de identificación? ¿Están a la vista? | Hacer rótulos y colocarlos en lugares visibles con los números e identificación de cada equipo | Autores | Octubre 04 |
| 3) - ¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, nuevas instalaciones, supresiones de equipo? | Sistematizar la modificaciones que se realicen a un equipo o en las instalaciones. Asignar un responsable del manejo de la información y hacer seguimiento al archivo de modificaciones. | Autores | Octubre 04 |
| 4) - ¿Se abre un expediente técnico por cada equipo o instalación? | Se debe recopilar toda la información técnica de cada equipo y abrir un expediente donde se muestren todos los datos técnicos y de modificaciones para cada equipo | Archivo | Julio 04 |
| 5) ¿Se posee un histórico de trabajos realizados por cada máquina o instalación? | Se debe abrir un historial por cada uno de los equipos con el propósito de anotar todas novedades desarrolladas al equipo. | Archivo | Julio 04 |
| 6) - ¿Se dispone de información concerniente a las horas empleadas, las piezas consumidas, costos... de cada equipo? | Se debe completar la información concerniente a las horas empleadas en los trabajos desarrollados y los costos de cada equipo. | Archivo | Continuo |

| MODULO 4. SEGUIMIENTO TÉCNICO DE LOS EQUIPOS DEL TALLER | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | FECHA |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|
| 7) Están implantadas las normas de las inspecciones técnicas diarias y periódicas para todos los equipos que incluyen qué inspeccionar, cuándo y con qué frecuencia, con qué medios, quién y los parámetros de referencia? | <ul style="list-style-type: none"> • Se debe implantar el plan de mantenimiento o el plan maestro para los equipos del taller | Autores | Octubre 04 |
| 8)- ¿Se asegura un seguimiento formal de los informes de las visitas o inspecciones preventivas? | <ul style="list-style-type: none"> • Iniciar el seguimiento de cada una de las ordenes de trabajo desarrolladas mediante el archivo de los formatos de trabajos realizados. | Autores Archivo | Octubre 04 Continuo |
| 9) - ¿Se analizan anualmente los históricos? | <ul style="list-style-type: none"> • Adoptar la metodología y efectuar análisis de Pareto y análisis de Causa Raíz prototipos, mediante el seguimiento a los históricos de las fallas y de los trabajos desarrollados para determinar daños y determinar cursos de acción para la mejora | Autores | Octubre 04 |

| MODULO 5. GESTIÓN DE STOCKS DE PIEZAS DE REPUESTO; COMPRA Y ABASTECIMIENTO DE PIEZAS | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | FECHA |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|
| 1). ¿Se eliminan sistemáticamente las piezas obsoletas? | • Elaborar actas de eliminación de repuestos y materiales obsoletos con una frecuencia periódica establecida | Jefe de Taller | Agosto 04 |
| 2) ¿Está bien definido el punto de pedido y las cantidades a reaprovisionar para cada artículo en stock? | • Definir frecuencia de reaprovisionamiento de acuerdo con los planes de mantenimiento y el seguimiento a las fallas ocurridas | Autores | Octubre 04 |
| 3) ¿Los procedimientos de aprovisionamiento son suficientemente flexibles como para permitir el almacenamiento durante el máximo tiempo posible en casa del proveedor? | • Establecer una política de reaprovisionamiento de materiales tal que permita una revisión periódica de la cantidad y tiempo de entrega mínimo y máximo entre proveedor y taller | Autores | Octubre 04 |

| MODULO 6. ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | FECHA |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|
| 1). ¿Dispone el taller de aire acondicionado | • Evaluar e implementar un acondicionado aire adecuado para las sistema de instalaciones del taller | Jefe de Taller | Diciembre 03 |
| 2) Se ha definido por escrito el proceso de puesta a disposición y utilización de los útiles y herramientas | • Definir procedimiento para préstamo y devolución de herramienta | Autores | Octubre 04 |

| MODULO 7. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | FECHA |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1) ¿Se dispone de planos generales y esquemas necesarios de todos los equipos e instalaciones? | <ul style="list-style-type: none"> Hacer plano del taller donde se muestre la ubicación de todos los equipos del taller | Autores | Octubre 04 |
| 2) ¿Se renuevan los planos y esquemas a medida que se aportan modificaciones? | <ul style="list-style-type: none"> Hacer plano del taller donde se muestre las modificaciones del taller | Autores | Octubre 04 |
| 3) - ¿Se registran los trabajos de modificación y se realiza una puesta al día de los expedientes de preparación correspondientes? | <ul style="list-style-type: none"> Involucrar dentro del sistema de archivo, las respectivas modificaciones de diseño que se realicen en el taller, así como la documentación del cambio de alguno de sus elementos constitutivos. | Archivo | Continuo |
| 4) - ¿Son suficientes los medios de reproducción, clasificación y archivo de documentos? | <ul style="list-style-type: none"> Adquirir medios de reproducción en el taller y clasificación de los documentos | Jefe de Taller | Diciembre 04 |
| 5) ¿Está protegida la documentación contra daños y extravíos? | <ul style="list-style-type: none"> Gestionar la consecución de un estante apropiado para la ubicación de los documentos en papel. Tomar copias de seguridad de las bases de datos de los archivos técnicos guardados en el computador de Archivo | <p>Jefe de Taller</p> <p>Archivo</p> | <p>Diciembre 04</p> <p>Mensual</p> |

| MODULO 8. PERSONAL Y FORMACIÓN | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | FECHA |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1)- ¿Se examinan los problemas en grupo, incluyendo a los operarios (círculos de calidad, grupos de mejora...)? | <ul style="list-style-type: none"> Fomentar la creación de “círculos de calidad” para hacer los ejercicios de Análisis de Pareto y Análisis de Fallas. Analizar los problemas de grupo e inconformidades del personal presentados | Jefe de Taller | Agosto 04 |
| 2) ¿Se realizan reuniones anuales para evaluar tanto a los responsables como a los operarios? | <ul style="list-style-type: none"> Diseñar formulario de evaluación para los empleados del taller | Autores | Octubre 04 |
| 3) - ¿Es suficiente la disponibilidad de los responsables y operarios de mantenimiento (en cuanto a horas extras para terminar un trabajo, trabajos a realizar en sábados...)? | <ul style="list-style-type: none"> Promover el compromiso con la institución en horas fuera del horario de trabajo normal, mediante la programación de 2 conferencias. Diseñar un plan de incentivos. | Jefe de Taller Jefe de Taller | Septiembre 04 Diciembre 04 |
| 4)- ¿Aseguran los jefes de forma regular el perfeccionamiento del personal en el dominio de las técnicas? | <ul style="list-style-type: none"> Diseñar plan de capacitación del personal de acuerdo con competencias de los empleados | Autores | Octubre 04 |
| 5)- ¿Se realiza con rigurosidad el seguimiento de las calificaciones, habilidad y aptitud del personal? | <ul style="list-style-type: none"> Diseñar un formato de evaluación para el personal | Autores | Octubre 04 |
| 6)- ¿Hay pérdidas importantes de tiempos productivos debidos a tardanzas, ausencias? | <ul style="list-style-type: none"> Evaluar el cumplimiento en cuanto a la entrega de trabajos y el cumplimiento del horario de trabajo establecido | Autores | Octubre 04 |

| MODULO 9. CONTROL DE LA ACTIVIDAD DE LAS INTERVENCIONES | ACTIVIDADES | RESPONSABLE | FECHA |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1) ¿Se dispone de un tablero que permita decidir las acciones correctivas a realizar? | <ul style="list-style-type: none"> • Establecer y ejecutar la realización de una reunión semanal de evaluación y seguimiento a los indicadores. | Jefe de Taller | Noviembre 04 |
| 2). ¿Se realiza un seguimiento de los resultados del servicio de mantenimiento (pérdidas, seguridad de explotación, disponibilidad de equipos y retraso de respuestas)? | <ul style="list-style-type: none"> • Definir los indicadores de seguimiento a la gestión del taller | Autores | Octubre 04 |
| 3). ¿Se controla la eficiencia del servicio de Mantenimiento? | <ul style="list-style-type: none"> • Definir los indicadores de seguimiento a la gestión del taller | Autores | Octubre 04 |
| 4) - ¿Se gestiona bien la carga de trabajo? | <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un plan maestro de mantenimiento preventivo y definir la política de criticidad de atención a emergencias | Autores | Octubre 04 |
| 5) ¿Dispone el servicio de mantenimiento de alguna herramienta de gestión informatizada de toda su actividad (otra que no sea la simple gestión de piezas de recambio)? | <ul style="list-style-type: none"> • Implementar de manera sistematizada el seguimiento a las intervenciones de los equipos y la respectiva historia de máquinas. • Asignar códigos a cada falla de acuerdo con los históricos para establecer datos estándar para los análisis de Paretos y Análisis de Causa Raíz. • Desarrollar un formato estándar para el análisis de Pareto y el Análisis de fallas. | Archivo Archivo Archivo | Noviembre 04 Noviembre 04 Noviembre 04 |
| 6)- ¿Se pone regularmente (todos los meses o anualmente) en circulación un informe de las actividades? | <ul style="list-style-type: none"> • Establecer y ejecutar la realización de una reunión semanal de evaluación y seguimiento a los indicadores. • Elaborar y publicar en cartelera las gráficas de tendencia de los resultados de la evaluación semanal de los indicadores | Jefe de Taller Archivo | Noviembre 04 Semanal |

4. DESARROLLO DE CADA UNO DE LOS ASPECTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y DE LAS ACCIONES PROPUESTAS

4.1 INTRODUCCIÓN

Dentro de este capítulo se van a desarrollar 9 apartados, dentro de los cuales se incluye una referencia teórica (excepto en cuanto a la misión y la visión, las cuales ya se documentaron en el capítulo uno de esta monografía) que hace referencia al marco conceptual dentro del cual se generan también las acciones propuestas. Adicionalmente, aparecen realizadas las acciones que por su competencia los autores pueden desarrollar dentro de los límites de tiempo y de autorización establecidos para este trabajo.

4.2 ORGANIZACIÓN GENERAL

4.2.1 Misión del taller de mantenimiento de motores fuera de borda. Efectuar mantenimientos preventivos y correctivos de los motores fuera de borda de la Brigada Fluvial de la Armada Nacional de forma eficaz, así como dar el soporte técnico requerido por cada una de las bases para la solución de problemas de mantenimiento de motores fuera de borda en cada una de ellas, con el propósito de asegurar la disponibilidad de los motores fuera de borda de las unidades fluviales de la Brigada.

4.2.2 Visión del taller de mantenimiento de motores fuera de borda. Consolidar un taller de mantenimiento de motores fuera de borda, que suministre sus servicios técnicos a todas las unidades con motores fuera de borda de la Armada Nacional, certificado de acuerdo con los estándares de la norma de gestión de la calidad ISO 9000 versión 2000, y con el respectivo diller otorgado por Bombardier inc., fabricante de los motores.

4.2.3 Política de Calidad. Se pueden identificar claramente los pasos de la función de calidad a través de la función mantenimiento. Los elementos que traducen estos pasos en general son:

- Confiabilidad
- Experiencia
- Disponibilidad de los estudios, de los métodos, del mantenimiento y de la calidad.

El objetivo como tal siempre será identificar las causas iniciales de los problemas reconocidos previamente y encontrar aquellos que no se han producido todavía, evaluando su criticidad, es decir su frecuencia de suceso y su gravedad.

Existen entonces 7 reglas clásicas que encaminan de una manera segura, dentro de las definiciones más ortodoxas en cuanto al cumplimiento de estándares que en determinado momento permitan evidenciar la existencia de herramientas para obtener resultados de calidad y ellas son las siguientes:

- Lista de verificación: Mediante esta lista se recolecta la información y permite organizarlos de forma tal que se tenga una óptica de la situación real y actual de forma cualitativa y cuantitativa de los defectos que se han generado y que se están generando.
- La clasificación, que en determinado momento ayuda para que la organización de los datos sea estructurada correctamente.
- El esquema gráfico de gestión. Muestra el seguimiento y la evolución de un resultado a partir de una unidad de medida elegida.
- El método de Pareto, que permite separar lo esencial de lo no esencial luego de un análisis de frecuencia de aparición, ó de costos de intervención ó de indisponibilidad del equipo, ó de todos a la vez, jerarquizando entonces los datos, así como su significación acumulada.
- Diagramas de Causa y Efecto, que permite catalogar las diferentes causas que tienen una influencia probable sobre un efecto.
- Los Histogramas, que se presentan como instrumentos de análisis y de diagnóstico, cuya característica básica es que está enmarcado dentro de unos límites de referencia establecidos previamente.
- El esquema de distribución muestra la relación que existe entre dos datos que varían uno en función del otro.

En términos generales, estas 7 herramientas, que se denominan dentro de su entorno “los siete instrumentos de la calidad”, son ayudas que aplicadas de forma correcta se convierten en indicadores de la gestión de la calidad. En este documento se profundizará un poco más en algunas de ellas, justamente para permitir ver la relevancia que tienen dentro de un análisis crítico en aras de la mejora continua.

La política de calidad entonces para el taller de mantenimiento será: Desarrollar cada uno de los trabajos de acuerdo con los estándares recomendados por el fabricante, cumpliendo con la normatividad establecida y llevando a cabo todas las pruebas necesarias para garantizar el correcto desempeño del producto luego del servicio de mantenimiento.

4.2.4 Política de mantenimiento. En el taller de mantenimiento de motores fuera de borda de la Armada Nacional, se ejecutarán todas aquellas tareas que estén definidas como niveles 2,3 y 4 de mantenimiento, así como la reparación de fallas no previstas y que requieran de su servicio, de manera tal que se cumpla con los requerimientos, especificaciones,, recomendaciones y pruebas determinadas por cada uno de los fabricantes de los motores, garantizando en cada intervención la más alta calidad de desempeño.

Tanto la visión, como las políticas de mantenimiento y de calidad dentro de las cuales deben enmarcarse las actividades de mantenimiento que se desarrollan en el taller, deben ser de revisión sistemática, después de períodos no mayores a dos años, y obviamente en un período menor si los objetivos globales ó políticas institucionales así lo requieran para adaptarse a los cambios que se determinen para cada caso.

4.2.5 Organigrama del servicio de mantenimiento. La idea de desarrollar un organigrama para determinada organización de mantenimiento busca determinar las responsabilidades respondiendo a la pregunta “¿quien hace qué?”, de modo que puede desarrollarse de manera jerárquica o funcional, en donde es primordial limitar el radio de acción de cada responsable, con el fin de evitar conflictos entre los mismos miembros de dicha organización.

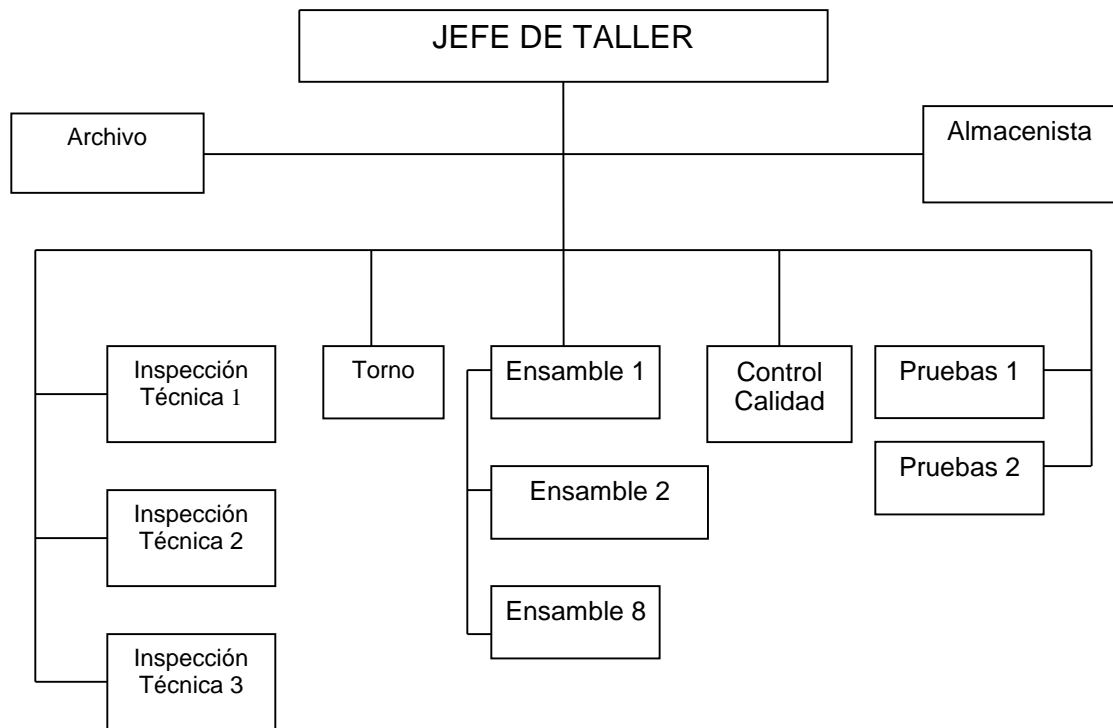
Independiente del tipo de organización de una empresa bien sea por áreas, por unidades de proceso o mixta, el mantenimiento debe mantener un organigrama que le permita ser flexible y adaptarse a cada una de ellas en cualquier momento. En términos generales debe contener los siguientes niveles:

Un director general un grupo de planificación que incluye la gestión de personal, herramientas, abastecimientos, procedimientos, normativas y en general que se encargue de la logística, así como de la técnica de planeación.

Debe también haber un grupo encargado de la ejecución que bien deben ser capacitados y entrenados para las labores específicas del área al que están asignados, incluyendo mecánicos, electricistas, instrumentistas, y dependiendo de las tareas y de la empresa ayudantes o personal en formación.

El diseño del organigrama para el taller de motores fuera de borda de la Brigada Fluvial queda establecido entonces de la siguiente manera:

Figura 7. Organigrama del taller de mantenimiento de motores fuera de borda de la Armada Nacional



4.3 MÉTODO DE TRABAJO

Dentro de cualquier organización, el ejecutar actividades requiere que con anterioridad se haya determinado uno u otro tipo de forma de realizarlas. Esto es en general, la definición de la política de cómo se deben hacer las cosas o en otras palabras, el método o la manera definida por la dirección para realizar algo.

El mantenimiento industrial no es la excepción, y a lo largo del tiempo y con el avance de la tecnología soportada en experiencias recogidas por muchos años y por muchas personas se han desarrollado estrategias, formas de hacer las cosas de manera tal que permita optimizar el recurso económico, humano y sobretodo hacer que el ejercicio del mantenimiento sea más efectivo con el correr de los días. La manera de enfrentar un problema, la forma de realizar las actividades de mantenimiento preventivo, el método para planear el recurso de manera que se puedan ejecutar el máximo de tareas con la misma o con menor cantidad de éstos, son algunas de las justificaciones que se han encontrado para que las empresas adopten una u otra experiencia o mezclen de acuerdo con las necesidades lo que necesitan para hacerse más rentables y competitivas.

En ese orden de ideas, el establecimiento de prioridades, la preparación de los trabajos, la elaboración de procedimientos sencillos y completos para la ejecución de tareas, la manera de capturar, organizar y acceder a la información, la estandarización de equipos y/o de repuestos, la estimación de tiempos, el cómo se solicitan las refacciones al almacén, son entre otros los puntos más importantes a la hora de organizar la función operativa del mantenimiento, ya que si disponemos de una rutina adecuada, sencilla y clara cada quien va a saber qué hacer con el menor número oportunidades de cometer errores y desacoplar el andamiaje para que la estructura funcione correctamente.

Enmarcados entonces dentro de este punto, se han desarrollado formularios para el alistamiento, manejo de la información y seguimiento de trabajos y repuestos (**Anexo C. Formato para recepción y control de trabajos de motores fuera de borda**), así como modelo de orden de trabajo (**Anexo D. Página instructivo orden de Trabajo**) en la cual están discriminadas las actividades prevista para cuando cada uno de los motores cumpla los requisitos para su entrada a un mantenimiento de 500 horas, 1000 horas ó reparaciones mayores de mantenimiento. Las listas de chequeo que se encuentran dentro de cada orden de trabajo de mantenimiento preventivo, han sido desarrollados de acuerdo con las recomendaciones que el fabricante de el motor han hecho. Adicionalmente, como se anotó anteriormente, se empieza a llevar un archivo con la información de cada motor, la cual ha de tenerse en cuenta en el momento de que el planificador

hace la programación de los trabajos ya que existen casos en los que se hace necesario efectuar revisiones a elementos que requieran el debido seguimiento.

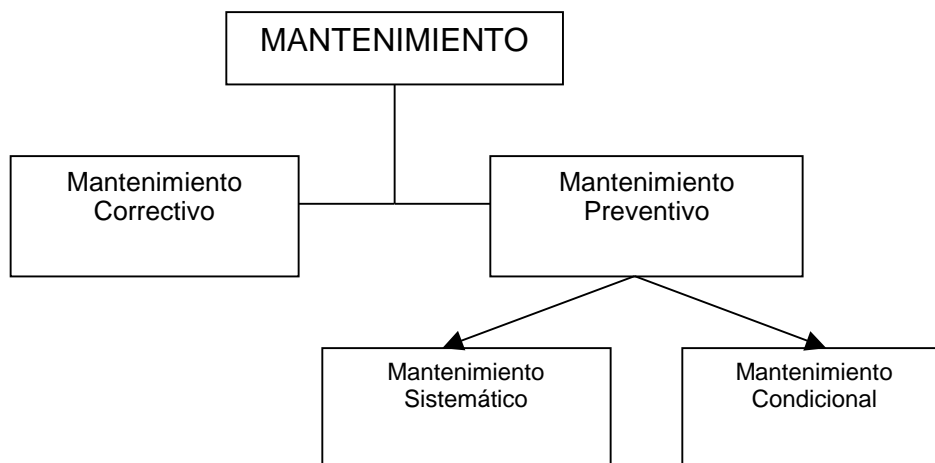
En el caso que actualmente nos ocupa, estamos interesados inicialmente en definir cuáles actividades y de qué tipo se van a realizar en el taller de mantenimiento de motores fuera de borda de la Armada Nacional, basados específicamente en las definiciones de los diferentes tipos de mantenimiento y de los niveles de actividades que estamos en capacidad de ejecutar de acuerdo con los recursos físicos y humanos que nos han sido asignados.

4.3.1 Tipos de mantenimiento

- Ø *Mantenimiento Correctivo.* En términos generales abarca las actividades que se desarrollan para restablecer la función o funciones después que ha ocurrido una falla. Dichas actividades pueden ser de dos clases, siendo una de ellas la que se ejecuta para restablecer el servicio de manera provisional y a la cual se le denomina “arreglo” y en segundo lugar la intervención en la cual se repara definitivamente el equipo, denominándose éste “reparación”.

Dentro del mantenimiento correctivo se llevan a cabo acciones tales como pruebas, detecciones diagnósticos e intervenciones como tal.

Figura 8. Esquema básico de los tipos de mantenimiento. Teoría y práctica del mantenimiento industrial. p. 19



- Ø *Mantenimiento Preventivo.* El mantenimiento preventivo se enmarca dentro de una serie de actividades rutinarias, programadas de manera consecuyente y encaminadas a inspeccionar, revisar y detectar puntos de comienzo de falla en equipos y componentes, bien sea planificado de acuerdo con lo establecido por los fabricantes de los equipos o bien de acuerdo con frecuencias diseñadas por las personas que más conocen los equipos, ya que este es un valor agregado de cada planta, pues de acuerdo con la industria en particular los equipos y sus componentes sufren mayor o menor degradación.

Dentro de los objetivos más relevantes del mantenimiento preventivo se pueden anotar los siguientes: Detección y eliminación de fallas antes de que por su magnitud afecten la producción, y sus costos de reparación sean muy elevados a los del momento de detección. Facilitar que las reparaciones se hagan de la manera más planificada posible, basados en la detección de anomalías incipientes y eliminar los daños a equipos importantes, críticos y de elevado costo.

- Ø *Mantenimiento Sistemático.* La esencia del mantenimiento preventivo esta en ejecutar rutinas de inspección sistemáticas; esto es organizar planes de inspección a cada uno de los equipos de acuerdo con intervalos de tiempo determinados bien sea por el fabricante o por la experiencia del personal de mantenimiento. Debido a su carácter, consiste en comparar los estados reales e iniciales de los componentes y debe ejecutarse con equipos “parados”, ya que puede implicar algunos desmontajes o puede desencadenar operaciones correctivas inmediatas.
- Ø *Mantenimiento Condicional.* El mantenimiento condicional conserva el enfoque sistemático en cuanto a que son inspecciones a los equipos con frecuencias de tiempo determinadas pero su diferencia con el mantenimiento sistemático radica en particular, en que el condicional se realiza mientras los equipos están funcionando bajo condiciones de operación normal y en algunos casos apoyados por equipo de alta tecnología. La inspección en este caso puede ser de tipo sensorial (ver, oír, sentir, oler, gustar) y ejecutada mediante una lista de verificación asignada a un operador, (quien de acuerdo a las nuevas teorías debe ser el primer mantenedor), el cual anotara en la planilla las anomalías detectadas y/o las observaciones que considere de rigor. El mantenimiento por condición involucra también las inspecciones con equipos de monitoreo tales como colectores de datos para análisis de vibraciones, equipos termográficos, muestreos para análisis de aceites periódicos, mediciones de desgastes mediante ultrasonido y otros

que en suma y de acuerdo al tipo de industria y a su nivel de tecnificación del mantenimiento se aplicable para cada equipo.

En el taller de mantenimiento de motores fuera de borda, se está preparado para realizar trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo. El mantenimiento condicional y las inspecciones menores se deben hacer es en cada unidad a la cual está adscrito el equipo, tema que ya no está dentro de los límites definidos para esta monografía.

4.3.2 Niveles de las actividades de mantenimiento. Los niveles en los cuales se han dividido las actividades de mantenimiento están definidos de acuerdo con estándares internacionales normalizados. A continuación se explican cada uno de ellos de acuerdo con la norma española AFNOR X 60 011.

Tabla 4. Niveles del mantenimiento.

| NIVEL | DEFINICION | PERSONAL | MEDIOS |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1º | Ajustes simples previstos por el constructor, sin ningún desmontaje del equipo o cambio de elementos accesibles para plena seguridad | Operario. En el sitio. | Utillaje ligero. |
| 2º | Cambio estándar de elementos. Operaciones menores de mantenimiento preventivo como lubricación o verificación de funcionamiento | Técnico. En el sitio ó en el taller de mantenimiento | Utillaje ligero y piezas de recambio. |
| 3º | Identificación y diagnostico de averías. Cambio de componentes funcionales, reparaciones mecánicas menores. | Técnico especializado. En el sitio ó en el taller de mantenimiento | Utillaje, aparatos de medición, bancos de pruebas, etc. |
| 4º | Trabajos importantes de mantenimiento preventivo o correctivo. | Equipo de especialistas. En el taller. | Herramientas especializadas, material para ensayos. |
| 5º | Mantenimientos mayores, trabajos de renovación reconstrucción. | Equipo multidisciplinario en el sitio y en el taller. | Medios cercanos a la fabricación. |

Fuente Síntesis de los autores

Lo que se tiene establecido entonces para desarrollar en el taller y basados en la capacidad del personal y las herramientas y los medios disponibles actualmente, es que se realicen trabajos de nivel 2, 3 y 4. El nivel 1 está dispuesto en cuanto a medios y capacidad técnica de las personas para ser realizado por personal de cada unidad de la Brigada, mientras que los trabajos de nivel 5 requieren servicios especializados de las casas fabricantes de los motores.

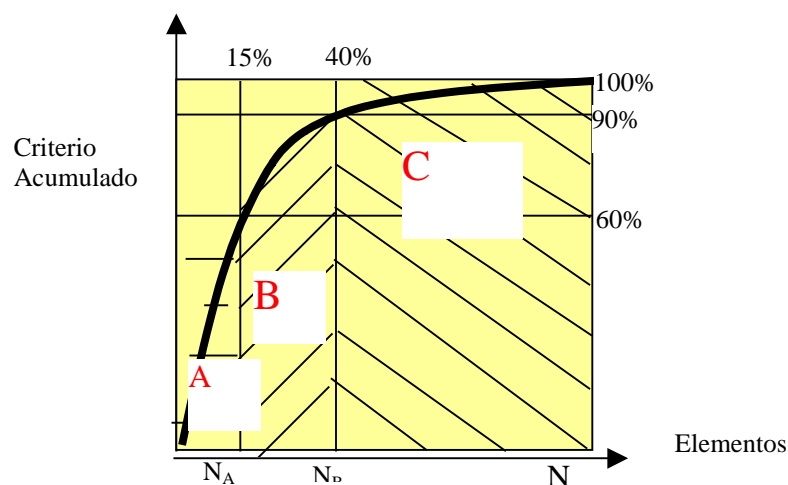
4.3.3 Priorización de actividades de mantenimiento. Las acciones prioritarias deben ser definidas mediante una observación clara de las necesidades más relevantes de disponibilidad de los equipos a ser mantenidos. Definitivamente, separar lo más importante dentro de una masa de informaciones o necesidades creadas, hace aparecer lo realmente importante al final del túnel. Dentro de los métodos empleados con mayor frecuencia para priorizar las actividades de mantenimiento están el método ABC y los diagramas de Pareto.

Ø *Método ABC para priorización de Actividades.* Su principio fundamental es proveer un método de elección para indicar entre varios problemas, los que deben ser atacados de una manera más rápida.

El análisis se efectúa mediante la aplicación de una curva llamada “curva ABC”, en donde se pueden clasificar los elementos que eventualmente representan la fracción más importante de una característica estudiada e indicar los porcentajes para un criterio determinado.

A manera de ejemplo vamos a ver la siguiente gráfica y su respectivo análisis:

Figura 9. Representación gráfica análisis de criticidad ABC. Teoría y práctica del mantenimiento industrial. p. 34



De acuerdo con la figura anterior podemos decir lo siguiente

El 15 % de los elementos suman el 60% del criterio acumulado; de manera similar el 25% de los elementos suman el 30% de criterio acumulado y el 60% de elementos tan solo ocupan el 10% del criterio acumulado. Siguiendo ese orden de ideas y poniéndole nombre a las dos variables así, número de horas hombre de mantenimiento al criterio acumulado e, intervenciones a elementos podemos concluir de lo anterior que el 15 % de intervenciones ocuparían el 60% de mano de obra. Si estuviéramos hablando por ejemplo de una parada mayor, este 15% de actividades debería planificarse a detalle ya que son las que concentran el mayor número de recursos muy seguramente humanos y económicos, mientras que las intervenciones ubicadas dentro del área C, podrían en determinado momento no absorber una calidad de planeación tan exhaustiva.

De tal manera, que los criterios de priorización de actividades de mantenimiento estarán determinados en todo caso si hay normalidad en las operaciones por el método ABC, explicado atrás, y en caso de que las condiciones de operaciones así lo ameriten y no haya equipos para reemplazo disponibles en caso de emergencia, la prioridad la tendrá el equipo de la unidad en la cual se presentó la falla, para poder restablecer de la manera más rápida y oportuna las operaciones de la patrullera que quedó fuera por efectos de fallas no planificadas.

- Ø *Análisis de Pareto.* El análisis de Pareto es una de las técnicas más conocidas y empleadas para la priorización de actividades debido a la sencillez de su aplicación a cualquier actividad. Este puede ser usado cuando se encuentran múltiples problemas relacionados, o un problema con múltiples causas. Su propósito es observar los problemas y determinar la frecuencia con que ocurren, lo cual da la posibilidad de focalizar los esfuerzos, para asegurar que se está dedicando el tiempo en donde rendirá el mayor impacto positivo. Está fundamentado en la regla clásica 80/20; de donde se deduce que el 20% de los eventos afectan el 80% de las consecuencias, separando los “pocos vitales” de entre los “muchos triviales”.

El análisis de Pareto se utilizara en nuestro estudio como herramienta de mejora continua determinando las causas de falla que más afectan el óptimo desempeño de los motores fuera de borda, para poder concentrar los esfuerzos y los recursos del taller de mantenimiento no solo a prevenir de acuerdo con listas de chequeo si no de manera pro-activa evitar las fallas repetitivas.

Con relación a los análisis de Pareto, se ha querido presentar un primer estudio elaborado por los autores, que sirva como precedente para que sistemáticamente se efectúe, de manera que se pueda hacer el seguimiento a la eficacia de las acciones encaminadas a la reducción de fallas no programadas en los equipos tanto del taller como tal así como de los motores que son realmente los que “toman el servicio de mantenimiento”. De esta manera se debería evidenciar una “mejora enfocada” que como se va a ver más adelante, redunde en gestión de costos, y optimización de recursos tanto humanos como materiales.

Este tema es parte importante del valor agregado que ésta monografía da a la gestión del mantenimiento en el taller de motores fuera de borda.

En primera instancia los autores han querido recopilar toda la información que se tiene de los últimos 6 meses en cuanto a la relación de llegada de los motores fuera de borda al taller de mantenimiento en Bogotá provenientes de todas las bases Fluviales de la Armada Nacional del país. Esta información ha sido recopilada por los técnicos de mantenimiento en cuanto se ha hecho la recepción del equipo en Bogotá y es básicamente el diagnóstico de los daños en cada uno de los componentes y en general del equipo como un proceso de planeación del trabajo correctivo que se debe hacer.

Para los autores es fundamental entonces organizar dicha información y ejecutar un análisis de Pareto, dado que nos va a permitir visualizar cuál es el daño que más se presenta en los motores para así profundizar luego, enfocados en un análisis de causas raíz y de esta manera formular unas acciones tendientes a que los daños por dicha causa se eliminen o por lo menos se atenúen, siendo entonces el comienzo de un proceso cíclico de mejora continua.

Luego de sistematizar los datos se han organizado de la manera que se puede apreciar en la gráfica () y cuyos datos de base son:

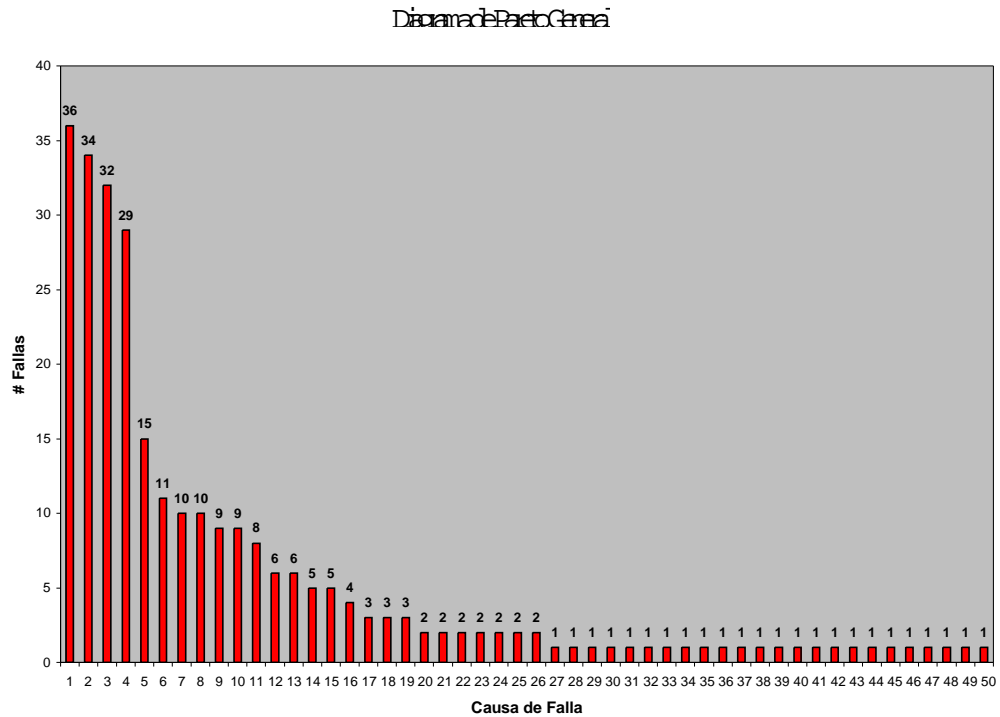
Tabla 5. Datos recopilados durante 6 meses de las fallas presentadas en los motores fuera de borda que llegaron al taller para reparación.

| Código daño | Descripción | Repeticiones |
|--------------------|----------------------------------------|---------------------|
| 1 | Pistones rayados | 36 |
| 2 | Cigüeñal muñones fundido | 34 |
| 3 | Camisas rayadas | 32 |
| 4 | Bielas picadas / rayadas | 29 |
| 5 | Cigüeñal picado f/s | 15 |
| 6 | Cárter roto bancada inferior | 11 |
| 7 | Bielas partidas | 10 |
| 8 | Culata picada mal estado | 10 |
| 9 | Cárter rayado y picado | 9 |
| 10 | Pistones partidos o picados | 9 |
| 11 | Bloque para roto | 8 |
| 12 | Camisas partidas | 6 |
| 13 | Sin silenciador | 6 |
| 14 | Bloque para encamizar | 5 |
| 15 | Culatas partidas | 5 |
| 16 | Sin termostato | 4 |
| 17 | Rodamientos en mal estado | 3 |
| 18 | Sin termo suit | 3 |
| 19 | Sin arnes electrico | 3 |
| 20 | Anillos desgastados | 2 |
| 21 | Bajo rendimiento | 2 |
| 22 | Bloque para bruñir | 2 |
| 23 | Disco de reglaje de tiempo partido | 2 |
| 24 | Motor de arranque quemado | 2 |
| 25 | Sin bujias | 2 |
| 26 | Sin tapas de termostatos | 2 |
| 27 | Base de los relays partidas | 1 |
| 28 | Bomba de vapores partida | 1 |
| 29 | Bracket de relay partido | 1 |
| 30 | Bujias partidas | 1 |
| 31 | Empaquetaduras en mal estado | 1 |
| 32 | Palanca de liberación del tren partido | 1 |
| 33 | Piñones partidos | 1 |
| 34 | Rectificador f/s | 1 |
| 35 | Sin amortiguadores | 1 |
| 36 | Sin baberos | 1 |
| 37 | Sin brazo de aceleración | 1 |
| 38 | Sin carcasa | 1 |
| 39 | Sin cauchos soporte automático | 1 |

| | | |
|----|-----------------------------------|---|
| 40 | Sin choque | 1 |
| 41 | Sin estator f/s | 1 |
| 42 | Sin exhosto | 1 |
| 43 | Sin mangueras de recirculación | 1 |
| 44 | Sin propela | 1 |
| 45 | Sin relays | 1 |
| 46 | Sin seguro varilla de cambio | 1 |
| 47 | Sin varilla de cambios | 1 |
| 48 | Solenoides de combustible partido | 1 |
| 49 | Tapas de bobina de alta partida | 1 |
| 50 | Testigo del agua partido | 1 |

Poniendo los datos anteriores en un gráfica para analizar su comportamiento y su afectación en la utilización de recursos no planificados del taller de mantenimiento, se podría decir que de 276 daños en los componentes de los diferentes motores que han llegado, el 13 % de los daños encontrados son rayaduras en los pistones y que el 12,3 % son problemas en el cigüeñal y los muñones.

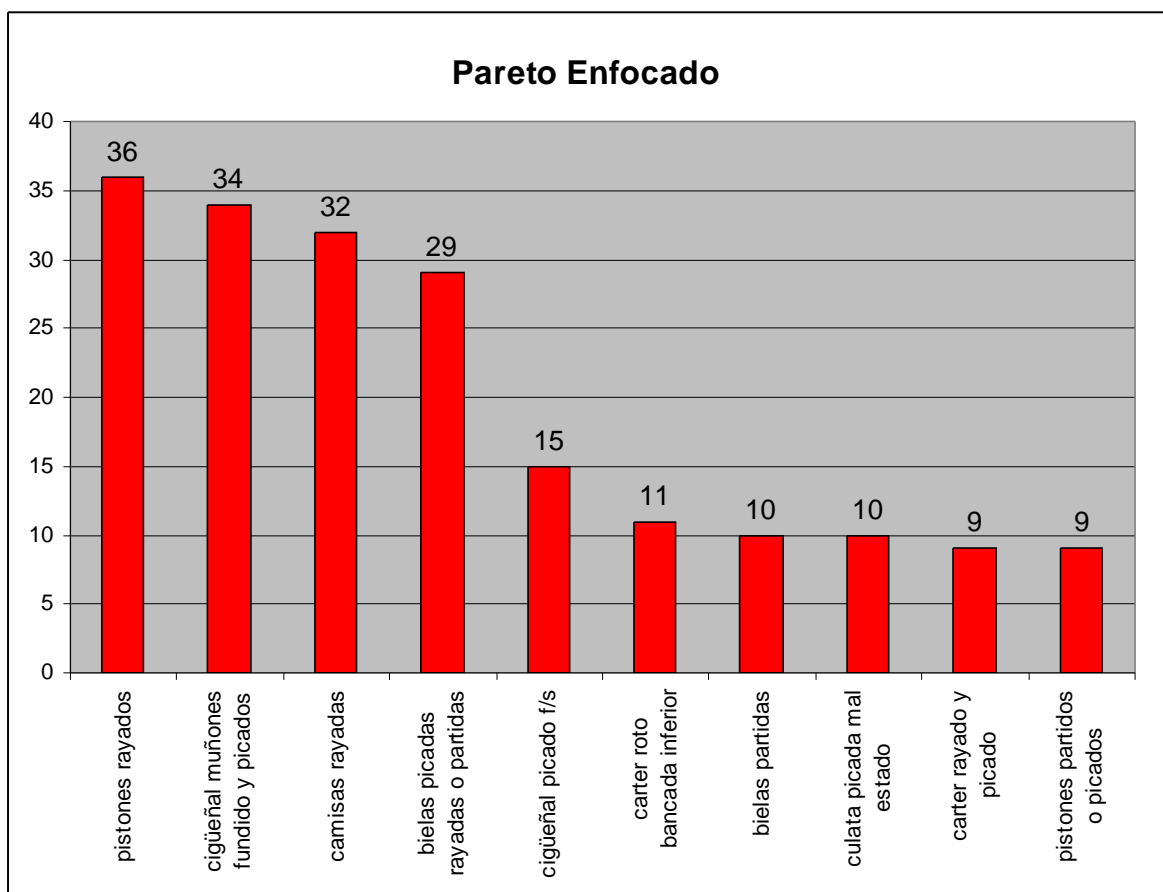
Figura 10. Diagrama de Pareto general, de las fallas registradas en los motores fuera de borda durante 6 meses de estudio



Sin embargo, si de otro lado, hacemos el análisis porcentual basados en la cantidad de tipos de defectos, que en este caso son 50, el 20% correspondería a los 10 tipos de defecto encontrado más repetitivos y podríamos realmente empezar a trabajar, obviando defectos que realmente pasar a segundo plano por su grado de repetición.

Si se da un vistazo rápido a este nuevo diagrama “enfocado” se puede apreciar que definitivamente se debe empezar a trabajar para eliminar las causas de daño en los pistones, cigüeñales y muñones, que son el nuevo 20%.

Figura 11. Diagrama de Pareto. Análisis enfocado derivado del diagrama de Pareto General.



Si se miran las fallas no previstas las cifras de costo por falla resultan significativas:

Tabla 6. Análisis de costos de mano de obra y de repuestos generados por las 10 fallas con mayor ocurrencia en un período de 6 meses de estudio

| Daño | # Veces | Costo Unitario M Obra | Costo Unitario Repuestos | Costo Total |
|--------------------------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------|
| 1. Pistones rayados | 36 | \$ 25.000 | \$ 3.000.000 | \$ 108.900.000 |
| 2.Cigüeñal muñones fundido | 34 | \$ 5.000 | \$ 6.000.000 | \$ 204.170.000 |
| 3.Camisas rayadas | 32 | \$ 30.000 | \$ 600.000 | \$ 20.160.000 |
| 4. Bielas picadas / rayadas | 29 | \$ 15.000 | \$ 1.680.000 | \$ 49.155.000 |
| 5.Cigüeñal picado f/s | 15 | \$ 5.000 | \$ 6.000.000 | \$ 90.075.000 |
| 6.Carter roto bancada inferior | 11 | \$ 5.000 | \$ 800.000 | \$ 8.855.000 |
| 7.Bielas partidas | 10 | \$ 25.000 | \$ 1.680.000 | \$ 17.050.000 |
| 8.Culata picada mal estado | 10 | \$ 15.000 | \$ 1.000.000 | \$ 10.150.000 |
| 9.Carter rayado y picado | 9 | \$ 5.000 | \$ 800.000 | \$ 7.245.000 |
| 10.Pistones partidos o picados | 9 | \$ 25.000 | \$ 3.000.000 | \$ 27.225.000 |

En consecuencia, observando el cuadro anterior (se podría analizar nuevamente un Pareto incluyendo los costos ocasionados por falla, pero ya que los dos primeros ítems siguen siendo los mismos, se obvia el ejercicio), se aprecia la relevancia que tiene el que se haga este tipo de análisis ya que se puede tener una información real y cuantificada del sobre costo, que en este caso es de \$ 542.985.000,00 (para el primer semestre del 2004), en el que se incurre normalmente y sobre el cual no se tiene hasta el momento un control establecido.

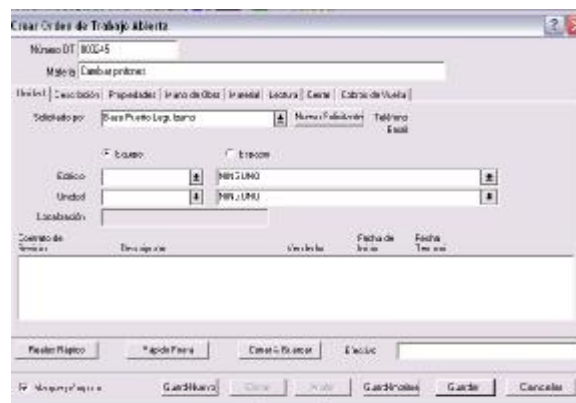
La propuesta que se hace en esta monografía es que este tipo de análisis se haga periódicamente, y se evalúen los resultados de la misma manera, ya que el objetivo es siempre lograr que las operaciones sean siempre más eficientes y de mayor confiabilidad, aun más cuando de reducir costos se trata.

El paso siguiente luego de este análisis es efectuar análisis de causa raíz para enfocar las acciones que se deben ejecutar de manera sistemática en aras de "eliminar ó en el peor de los casos atenuar al máximo los daños que mayor impactan en el resultado final del análisis.

Para este ejercicio, el respectivo análisis de causa raíz para los ítems con mayor impacto, esto es, rayadura en los pistones y cigüeñales y muñones fundidos se podrá encontrar páginas más adelante dentro de este mismo apartado, en donde se toca el tema de “eliminación de fallas”.

4.3.4 Ordenes de trabajo. Cada actividad de mantenimiento involucra diversas áreas de gestión de una fabrica. Entre ellas, se debe coordinar la función de compras con la del recurso humano, la de los tiempos de paro de producción, la de almacén, y en general otras cuya interrelación se deben consolidar tanto en la planificación como luego de ejecutada la tarea. A través, de los años se han buscado diversos mecanismos para lograr este objetivo y finalmente a nivel global se ha adoptado la “Orden de Trabajo” u “Orden de Mantenimiento” como el documento estándar para controlar cada uno de los parámetros involucrados dentro del contexto de las labores de mantenimiento. A pesar de esto y de acuerdo con las necesidades de cada organización se han adoptado diversos modelos y formatos diferentes pero que en resumen persiguen el fin de dar el soporte escrito o sistematizado a todas las tareas que se ejecutan, bien sea de carácter preventivo o bien, de carácter correctivo. En la orden de trabajo normalmente se especifica la descripción detallada de las actividades, el área en donde se debe realizar el trabajo, el numero de personas que la deben realizar, el tiempo planeado y el tiempo real de ejecución, se deben planear y/o descargar los materiales que se requieran para el trabajo, en ocasiones se describen las herramientas a usar, los elementos de seguridad mínimos, la prioridad; en algunos casos la retroalimentación que da el personal de ejecutores se realiza a través de dicho documento y, en todos los casos debe ir firmada por los ejecutores y /o responsables de llevar a cabo el desarrollo del servicio.

Figura 12. Página principal creación de orden de trabajo. Software de mantenimiento Mainbox.

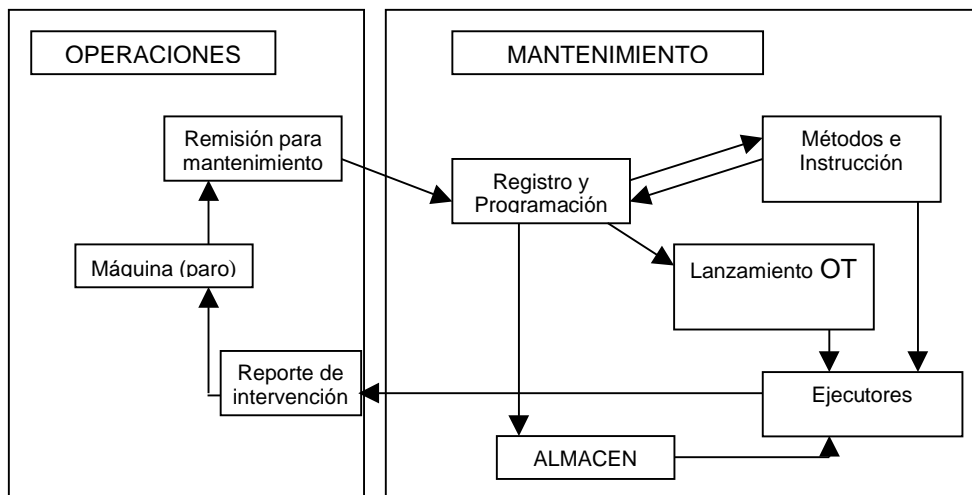


La anterior figura es un ejemplo clásico de los datos generales que se deben llenar para que una orden de trabajo sea efectiva y brinde la información adecuada, clara

y sencilla tanto para la persona encargada de ejecutar la actividad del mantenimiento como para la persona que planea en cuanto a la facilidad y agilidad para tener el control de la gestión. Aunque actualmente ya la gran mayoría de entidades, empresas, fábricas, talleres, etc., ya tienen dentro de sus elementos primordiales de administración, software de mantenimiento, algunas un poco más chicas ó bien un tanto menos de avanzada aun llevan este tipo de registros de forma manual, pero en esencia tanto de forma manual como sistematizada, la orden de trabajo siempre trae la misma información.

El ciclo que debe seguir la orden de trabajo se enmarca dentro de cuatro fases fundamentales. La primera fase la realiza el departamento que requiere el servicio, utilizando diversos mecanismos establecidos por cada organización y bien puede ser un aviso de mantenimiento o una solicitud de mantenimiento bien sea oral o escrita, dirigida al funcionario encargado de la coordinación del grupo de mantenimiento. La segunda fase la desarrolla el equipo de mantenimiento; esto es, a partir del momento en que el coordinador la recibe, identifica el problema y lo prioriza conjuntamente con los solicitantes y nuevamente de acuerdo con la organización interna la aprueba para su realización. La tercera fase incluye la etapa de planificación si la prioridad lo permite y seguidamente la asignación de recursos para su ejecución. Finalmente y luego de la ejecución debe existir la fase de retroalimentación en cuanto a logística adecuada, tiempos reales, cantidad de personas asignadas, facilidad de ejecución, causas de perdidas de tiempo y en general todos los detalles que a juicio del funcionario responsable de supervisar la realización del trabajo sea conveniente tener en cuenta para mejorar a futuro. La información pertinente debe quedar consignada en la historia de maquina respectiva si fuera necesario.

Figura 13 . Flujograma para intervenciones planeadas y no planeadas. (Teoría y práctica del mantenimiento Industrial. p. 30)



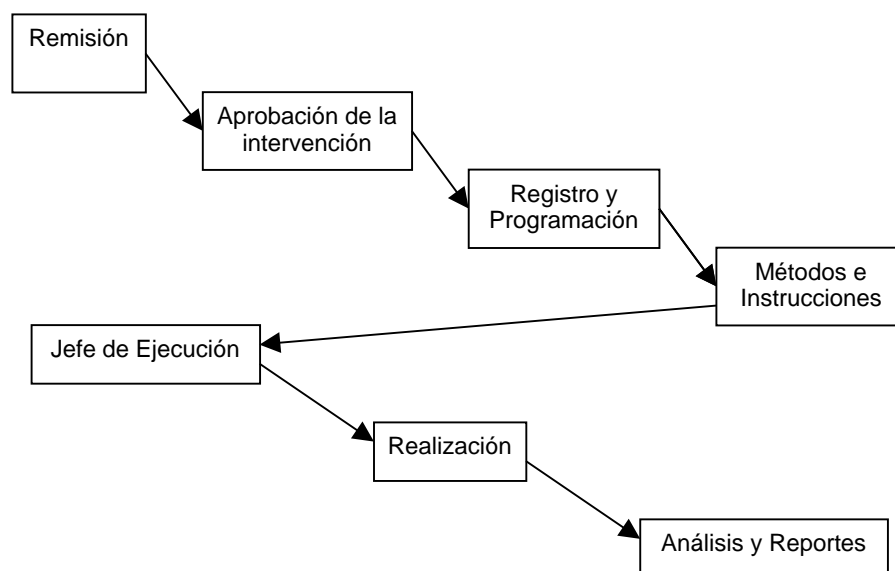
Cuando se requieren intervenciones correctivas, la remisión es casi inmediata, ya que en determinados equipos para la producción. Se genera entonces la necesidad de priorizar actividades por intermedio del departamento de registro y programación. Inmediatamente se solicita al departamento de métodos las instrucciones necesarias para generar la orden de trabajo. Entre tanto, programación ya ha hecho la solicitud de los materiales y repuestos a el almacén. Cuando se tiene lista la logística, se lanza la orden de trabajo que a su vez es recibida por el jefe de taller, y adicionalmente el almacén hace el despacho directo de los materiales y repuestos solicitados para ejecutar el trabajo requerido. Luego de realizar la intervención mencionada, se requiere un reporte de los trabajos realizados para ser conocidos tanto por producción, como para la historia de máquinas y los análisis respectivos del grupo de mantenimiento.

Mientras no haya emergencias, el diagrama se restringe ala parte de mantenimiento, dentro de la cual el grupo encargado de programación y planificación es el que organiza la carga de trabajo que debe salir periódicamente para ejecutarse como actividades de mantenimiento preventivo. Esto obviamente, teniendo como grupo de apoyo el departamento de métodos de trabajo y el área de almacén y compras.

En resumen, la secuencia que debe seguir la orden de trabajo debe ser llevada de manera lógica, bien sea desde una base de datos automática definida para cada escenario, o bien, debido a fallas generadas durante la operación.

La secuencia entonces un poco más sintetizada será:

Figura 14. Secuencia de ejecución de una actividad de mantenimiento.



Como tal las ordenes de mantenimiento son la herramienta de trabajo que permite el vinculo entre la gestión administrativa de la función mantenimiento con la estrategia operativa y por medio de la cual se realiza la mayor parte del proceso de comunicación e interacción entre todas las áreas involucradas en las tareas de mantenimiento.

4.3.5 Historia de maquina. Dentro de las herramientas que utiliza el departamento de mantenimiento para su planeación, análisis de problemas, su gestión de presupuestos y costos y en general otras actividades, la historia de maquina se encumbra como la que en determinado momento va a suministrar la mayor cantidad de información, ya que es un documento en el cual se lleva el registro cronológico de las intervenciones que se han ejecutado a una maquina o a una instalación, idealmente desde su puesta en marcha.

La información contenida en la historia de maquinas permite, si es un departamento lo suficientemente detallado, deducir las leyes de fiabilidad para los equipos, la evolución de sus tasas de falla, su MTBF, su vida útil, los periodos de intervención correspondientes, la disponibilidad, la identificación de unidades criticas, planeación, inventario de repuestos y gestión de costos. En general, el mantener un buen histórico de un equipo ó una máquina conlleva el tener siempre la síntesis de las informaciones técnico-económicas que permitan elegir siempre el mejor método de mantenimiento que se adapte a las circunstancias y a las condiciones temporales de cada equipo.

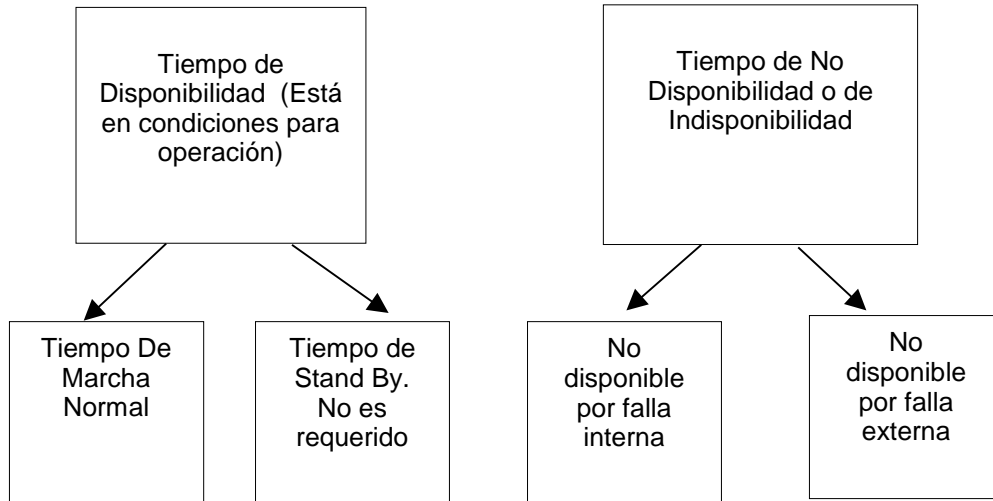
Para esto el formato de seguimiento y control que se ha diseñado (**Anexo C. Formato para recepción y control de trabajos de motores fuera de borda**) cuenta con los campos suficientes para poder documentar de manera oportuna, la información relevante y que realmente agrega valor para la planeación de trabajos posteriores y el adecuado seguimiento al desempeño de cada equipo.

4.3.6 El manejo del tiempo en mantenimiento.

- Ø *Enfoque técnico de desempeño.* En mantenimiento el tiempo es uno de los recursos mas importantes si no el mas significativo ya que por intermedio de la medición de esta variable y su análisis podemos determinar la eficiencia de un grupo, la eficacia del mantenimiento y la mayor o menor acusación de costos viéndolo desde el punto de vista de mayor tiempo entre sucesos de fallas, menor tiempo de reparación mayor disponibilidad de equipos e instalaciones y todas las connotaciones que a nivel económico tienen los

anteriores aspectos. En el siguiente cuadro hacemos una distinción entre las clases de tiempos de acuerdo a los requerimientos de la producción.

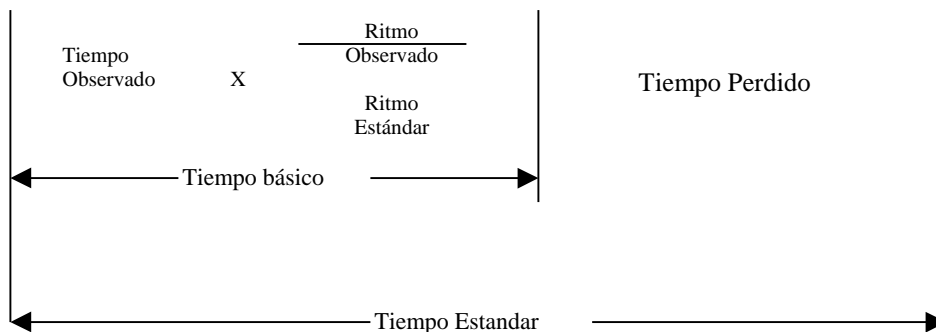
Figura 15. Tiempos asignables al funcionamiento de un equipo



Ø *Enfoque de planificación*, Desde este punto de vista el manejo del tiempo en mantenimiento esta relacionado con el calculo o el establecimiento de metodologías encaminadas a medir la eficiencia con la cual se realizan las labores asignadas, de tal manera que se pueda llegar a definir cuanto gasta una persona calificada para realizar un trabajo especifico de manera estándar.

El tiempo estándar será el compuesto por un tiempo básico empleado en completar la tarea mas aquellos lapsos de tiempo “perdido” debido a condiciones ambientales, físicas, ergonómicas y de logística bajo las cuales se desarrolla dicha actividad.

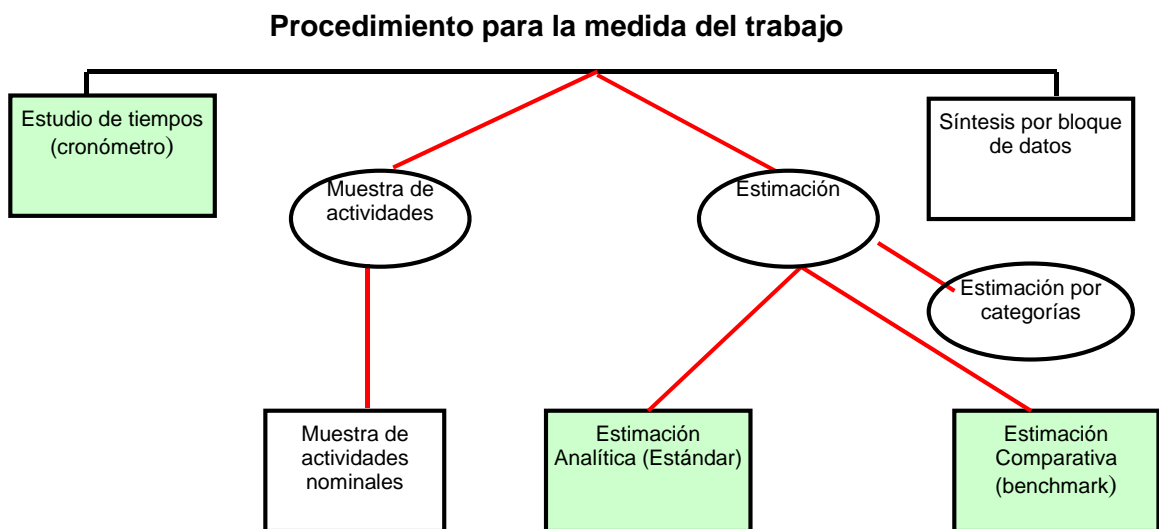
Figura 16. Tiempo de referencia. Gestión del mantenimiento industrial. p.167



Los tiempos en mantenimiento normalmente deben estar medidos y comparados con estándares internacionales UMS (Estándares Universales de Mantenimiento), basados en investigaciones de profundidad sobre el tema y que de una u otra forma brindan a los planificadores y / o entes decisorios una base para poder establecer la cantidad de mano de obra necesaria para ejecutar la gran cantidad de tareas de mantenimiento que en un momento determinado se requieran de acuerdo con la industria en particular.

La estimación de tiempos puede ser realizada de diferentes maneras, en todo caso, ha de ser mediante una de las estrategias que se pueden observar en la figura y que hasta ahora han sido desarrolladas.

Figura 17. Procedimientos para la medida del trabajo gestión del mantenimiento industrial. p.170



De estos diversos métodos de estimación de tiempos, los que aplican con mayor simpleza y con más aproximación al mantenimiento son los que se encuentran resaltados con un color diferente o sea, el estudio de tiempos por cronómetro, y las estimaciones tanto analítica como comparativa aunque estas dos últimas requieren que para cada grupo de actividades se tenga recopilada y estandarizada información.

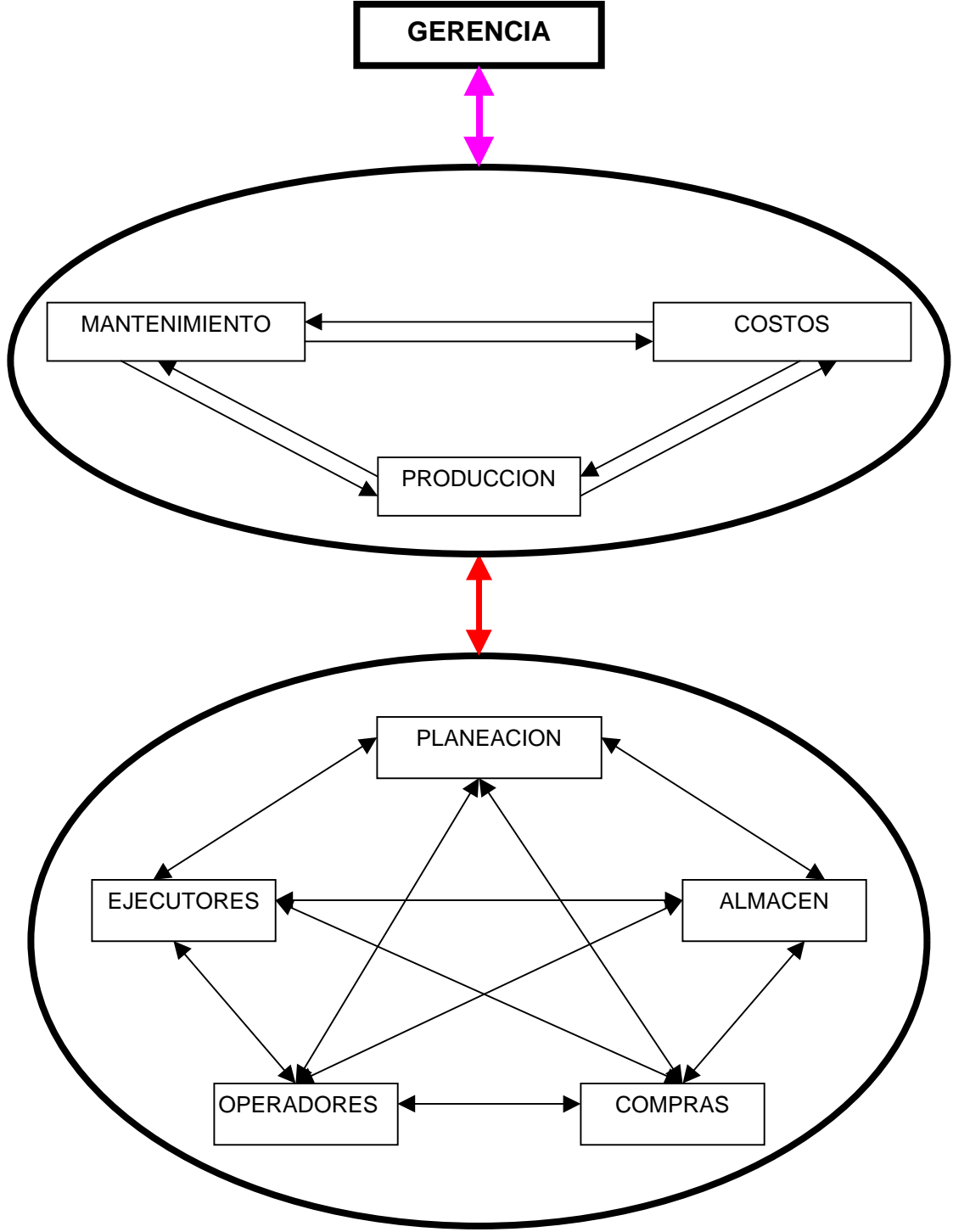
La síntesis por bloque de datos, fue una estimación diseñada para trabajos repetitivos en intervalos cortos de tiempo, por lo cual su aplicabilidad en producción es notoria, más sin embargo, debido a la variedad y complejidad de los diferentes trabajos de mantenimiento su uso ha sido muy limitado.

En conclusión, la estimación de tiempos es un procedimiento que brinda herramientas cuantitativas reales y efectivas de ser bien usada, para la adecuada organización, comunicación, documentación, planificación, logística y lo más importante, base conjunta para medir la productividad y aportar en su incremento.

El seguimiento y control de tiempos que se ha establecido para generar la cantidad de h/h de trabajo que se requieren para cada actividad ha sido diseñado bajo el parámetro de estimación con cronómetro, ya que debido al tipo de cultura, a la capacidad técnica del personal y a la legislación existente, varía de acuerdo con el estándar que para el caso de un taller de mantenimiento de motores fuera de borda es internacional.

4.3.7 Retroalimentación de actividades. Otro de los aspectos vitales dentro de una óptima organización de mantenimiento es poder mantener una comunicación adecuada entre los entes involucrados ó relacionados en las actividades de mantenimiento, entre los cuales se cuentan, el departamento de planeación, las cuadrillas de ejecución de las actividades, los responsables de producción y mantenimiento de cada área, el área de compras y suministros, el área de costos, el almacén, los operadores y la gerencia. El establecimiento de procedimientos que aseguren que todos conozcan lo que tienen que hacer, conozcan la visión, y en general que faciliten los procesos son un requerimiento fundamental a la hora de poner en marcha el andamiaje de mantenimiento. En este punto cabe recordar que los equipos no son eternos y que dentro de la gestión de activos de la empresa debe considerarse la manera de que éstos preserven su función por el mayor tiempo posible antes de ser cambiados.

Figura 18. Interrelación de las diferentes áreas de la planta con el mantenimiento



En cuanto al nivel operativo puramente, el control de actividades y su retroalimentación está directamente relacionada con los supervisores de las cuadrillas de mantenimiento ó incluso en algunos casos los mismos técnicos ejecutores son los encargados de pasar los informes respectivos, a cada una de las dependencias interesadas en cada aspecto, sin embargo, la centralización de la información siempre hace que ésta sea clara, efectiva y que su seguimiento sea el adecuado para un proceso de mejora continua.

La información importante en este caso viene a ser la de la logística para la ejecución de las tareas, ya que la productividad está directamente relacionada con la preparación de los trabajos así como de las dificultades extraordinarias que se sucedan en el momento de la ejecución y que no son fáciles de predecir, es decir factores externos como el clima, como el acceso los sitios, como la disposición, como la claridad de las instrucciones, etc.

Teniendo una información de retorno adecuada, cada uno de los actores puede tomar las acciones correctivas del caso para hacer que las tareas próximas sean más fáciles, mejor planificadas, más eficientes y por consiguiente más productivas.

4.3.8 Planificación de “paradas mayores”, reparaciones y trabajos críticos.

Dentro de toda la planeación estratégica de una organización, las paradas planificadas por mantenimiento se vuelven críticas en ciertos momentos ya que de una adecuada coordinación entre la producción y el mantenimiento se podrá evidenciar el éxito ó bien el fracaso de la misma con sus respectivas consecuencias tanto en la parte económica como en la misma parte técnica y de operabilidad de los equipos.

Normalmente, se programan paradas pequeñas planificadas que involucran recursos en menor grado y que no conllevan mayores riesgo, pero también es necesario eventualmente, programar paradas grandes, con una afectación de la disponibilidad de semanas y hasta de meses, con las respectivas pérdidas planificadas de producción, con el involucramiento de un alto volumen de personal y recursos de infraestructura, así como también de un fino planeamiento para la consecución de repuestos que la mayoría de las veces deben ser suministrados directamente por el fabricante y bajo orden expresa de pedido. A este tipo de paradas se les denomina paradas mayores.

En primera instancia, los directores de las áreas de la organización deben concebir tomar la decisión de organizar el plan de mantenimiento que involucre las paradas de los diversos equipos bien sean éstas menores o mayores. Al salir esta

definición, los encargados de la planificación y del mantenimiento en general conciben lo que se denomina “el plan maestro de mantenimiento”, que no es más que definir el tipo de actividades, la cantidad de recursos, los materiales, los tiempos de paro previstos, y un borrador del calendario de paradas. A partir de esto, se inicia toda una gestión con la alta dirección para empezar a coordinar y afinar los detalles de acuerdo a las hojas de vida de los equipos, a los requerimientos de producción y a la disponibilidad de recursos y personal. Los encargados de la planeación deben involucrar a las personas que en una u otra medida se considere que por su capacidad técnica, por su grado de responsabilidad sobre la parada y por la experiencia en trabajos similares pueden llegar a aportar para que el trabajo sea lo menos traumático posible y se eliminen la mayor cantidad de imprevistos, en el momento de dar la orden de comenzar los trabajos. Basado en toda la información documental y en las reuniones de preparada, se debe establecer un cronograma de paro, se deben establecer los coordinadores y/o supervisores, y en general planear al detalle el rol que cada persona debe jugar durante la actividad.

Las grandes paradas se planifican normalmente en unidades de tiempo de una hora, idealmente se deben hacer reuniones de seguimiento a intervalos lo más cortos posibles ó bien adecuados, por ejemplo, cada dos horas, cada 8 horas, cada 24, según los intervalos de planificación, la facilidad operativa para tal fin, la magnitud de la parada, etc. A cada reunión, los interesados deben llevar la estimación de tiempo en el cual se van a terminar las tareas, se debe hacer revisión a las actividades pendientes, se debe notificar el exceso ó la falta de recursos, y muy relevante, el trabajo no planeado e imprescindible que surge en cualquiera de las fases de avance de la actividad. El líder ó equipo líder validan la información y trazan el camino a seguir, en procura de desviarse al mínimo del programa original si así fuese necesario, o de no serlo, fijar objetivos de cumplimiento a muy corto plazo, tendiendo a optimizar los trabajos y a sacar el mayor provecho de cada recurso. El cumplimiento del plan original en gran medida será lo que determine el éxito de la parada.

Para los motores fuera de borda, se debe realizar la consolidación del plan maestro de mantenimiento, así como para los equipos del taller. Sin embargo se cuenta con la ventaja de tener algunas unidades en stand-by, que se puede enviar como sustituto de un motor que llegue a reparaciones no planeadas para mantenimiento. De igual manera se envían el motor sustituto a una base que saque un motor para mantenimiento mayor, de acuerdo con lo preestablecido en los manuales suministrados por los fabricantes.

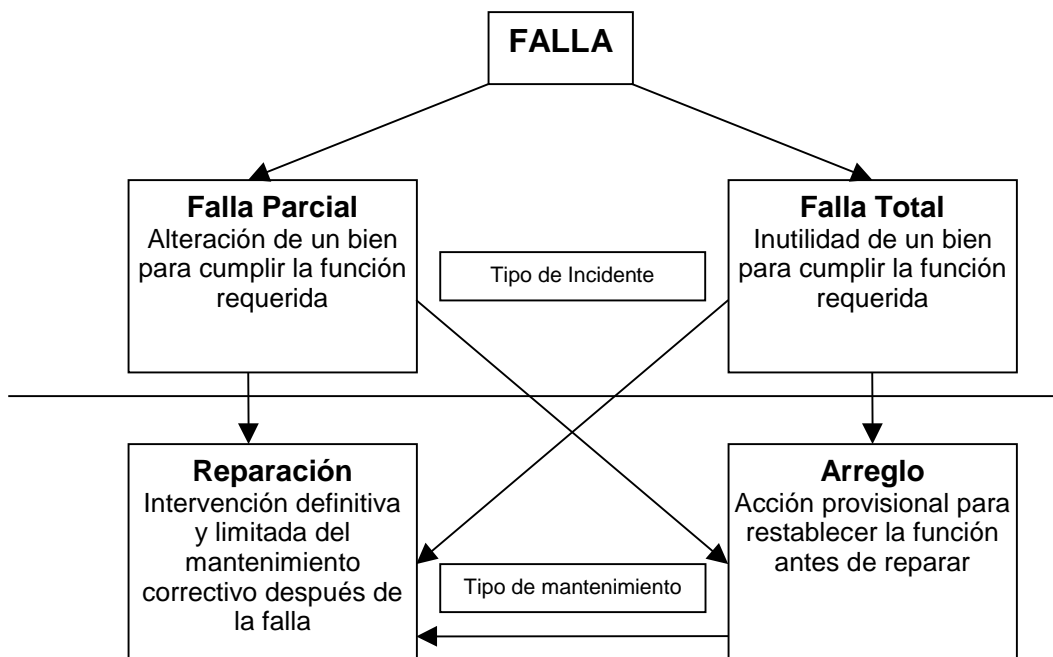
4.3.9 Metodologías para eliminación de fallas. Dentro de las funciones del mantenimiento, adicional a ejecutar rutinas preventivas y trabajos correctivos, la eliminación de fallas es una de las más importantes, ya que del empleo y

ejecución de metodologías adecuadas depende que éstas realmente se eliminen o se conviertan en verdaderos dolores de cabeza para el departamento de mantenimiento, generando efectos negativos tanto en los indicadores como en el grupo en general.

Como bien es sabido, las fallas son bien una consecuencia del deterioro de los componentes de un equipo que puede considerarse en determinado momento normal, de la mala calidad de las intervenciones anteriores, de errores de diseño ó de aplicación, entre otras.

En la siguiente figura se hace una síntesis de los tipos de incidentes y las respectivas acciones tendientes a reparar o a eliminarlos.

Figura 19. Las fallas (según la norma AFNOR X 60 011). Teoría y práctica del mantenimiento industrial. p. 20



Lo esencial y en algunos casos se convierte en ideal, sin embargo, es encontrar la causa por la cual se originó la falla. Para esto, a través del tiempo, se han desarrollado métodos de análisis de falla sencillos y algunos más complejos para aplicar de acuerdo con la relevancia o impacto de ésta, la complejidad del sistema involucrado y obviamente de la capacidad del grupo que analiza cada caso. Es importante que sea cual fuere la metodología utilizada, el grupo de análisis sea

multidisciplinario, esto es, que haya personal “experto” en el proceso y / o la operación, en mecánica, en electricidad y en algunos casos en instrumentación, para que en conjunto se aprueben o desvirtúen la gama de posibles causas, efectos y consecuencias evidenciadas por cada caso de estudio en particular.

Para empezar a tener un poco más claro el panorama del análisis de las fallas, debemos saber que los componentes y/o los equipos pueden verse afectados por tres tipos de fallas, relacionadas con su etapa de servicio.

- Fallas en la edad infantil. Se refiere básicamente a las fallas que se suceden durante la puesta en marcha, que se derivan de algunos defectos de fabricación, de diseño, e incluso de montaje.
- Fallas repentinas. Son aquellas que aparecen durante su período de operación normal, y en muchas ocasiones son debidas a falla estructurales ocultas.
- Fallas en la edad de envejecimiento. Son aquellas relacionadas directamente con el envejecimiento y el desgaste de los componentes.

Dentro de las estrategias para el mejoramiento de la función de mantenimiento se debe resaltar la eliminación de fallas repetitivas, pero esto se logra estructurando una serie de situaciones que servirán de apoyo para conseguir la causa determinante. Uno de los fundamentos es mejorar el nivel de conocimiento de las maquinas por parte de los operadores, capacitarlos también en las metodologías de análisis, mejorar la mantenibilidad de los equipos, poner en marcha mecanismos de captación de señales de mantenimiento condicional, aplicar sistemas redundantes adecuadamente controlados.

Para dominar las fallas es preciso saber identificarlas y medir su incidencia. Hay que analizarlas y buscar a partir de una consecuencia la causa inicial. Parte importante de la eliminación de fallas es prestar atención a los puntos mas vulnerables de los equipos, mediante análisis de criticidad y buscar siempre que la persona domine la maquina y no viceversa.

Una falla es una alteración o interrupción de un equipo y/o línea en el cumplimiento de su función requerida, y son debidas a daños, desgastes, anomalías, incidentes, defectos, etc.

La norma AFNOR X 60-011 ² habla de fallas parciales, como alteración del funcionamiento; fallas completas, equivalentes al cese del funcionamiento; fallas catalépticas, repentinas y completas; fallas por degradación, progresivas y parciales; fallas aleatorias, con una tasa de falla constante; y fallas de desgaste; con tasa de fallas creciente.

Para la eliminación de las fallas de un equipo una adecuada valoración debe permitir reunir el máximo de los siguientes elementos:

Causas: Que bien pueden ser humanas (accidente, mala utilización, malas condiciones de calidad, no acatar las instrucciones, mal mantenimiento, consecuencia de otra falla anterior, entre otras) ó del proceso (materias primas, ambiente, etc.)

En lo posible debería poderse identificar con certeza la falla como tal, es decir poderla enmarcar teniendo en cuenta los siguientes 4 aspectos y sus respectivas subdivisiones específicas:

- Manifestación: es la manera como se presenta el hecho en cuanto a su velocidad de aparición (progresivo ó inmediato) y al carácter en sí (se puede eliminar ó es permanente).
- Identificación: En este aspecto se evalúa la naturaleza (mecánica, eléctrica, hidráulica, neumática, electrónica, etc.) y su ubicación (espacio, tiempo, rutinas de inspección, etc.)
- La Magnitud de la falla en cuanto a sus consecuencias inmediatas (disminución de la función ó pérdida total de la función).
- Facilidad de detección anticipada.

De igual manera es de gran ayuda apoyarse en el gráfico de Markov que esta concebido para determinar de manera cuantitativa (1,2,3,) el efecto de la falla sobre el sistema.

² MONCHY. Francois. Teoría y práctica del mantenimiento industrial. Madrid: Masson 1990. p. 76

Tabla 7. De criticidad de Harkov. Teoría y práctica del mantenimiento industrial. p. 78

| Efecto | Criticidad | Seguridad Física | Disponibilidad y Costos | Efecto Operacional |
|---------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 3 | Crítico | Riesgo de muerte | Inmovilización con daños | Parada |
| 2 | Mayor | Heridas | Inmovilización sin daños | identificación |
| 1 | Menor | Sin daño corporal | Sin inmovilización | Sin parada |

Las fallas se desarrollan de acuerdo con dos modelos básicos fundamentales que son el modelo de degradación, cuya gráfica es de disminución de las funciones durante un periodo de tiempo T de operación, y el modelo cataléptico cuya manifestación permite observar que mientras sus funciones permanecen constantes a través del tiempo llega un punto en el que se pierden irremediablemente y de manera vertical. Sin embargo el ciclo comúnmente tienen una fase de iniciación, una fase de propagación, y la etapa de la falla, siendo estas manifiestas o no, de acuerdo con las características del equipo y sus componentes.

Las fallas son generadas por defectos durante la elaboración de las materias primas, durante la elaboración de las piezas o componentes, durante el montaje, y por inadecuados procedimientos de operación. A continuación se citan las principales causas de fallas mecánicas y eléctricas que pueden generarse durante el funcionamiento de los equipos.

- Ø MECANICAS: Golpes, sobre cargas, fatiga, fatiga térmica, deformación plástica, desgaste, abrasión, erosión, corrosión, entre otras.
- Ø ELECTRICAS: Rotura de uniones eléctricas, desgaste de contactos, y daño en micro componentes electrónicos.

El análisis de fallas es en su concepción una herramienta de mejora continua ya que la correcta aplicación de cualquiera de sus técnicas permite identificar causas asignables y la toma de las acciones correctivas correspondientes para eliminarlas

y de esta manera reducir los paros de equipos, aumentando su disponibilidad y por ende su productividad.

4.3.10 Método de análisis de fallas

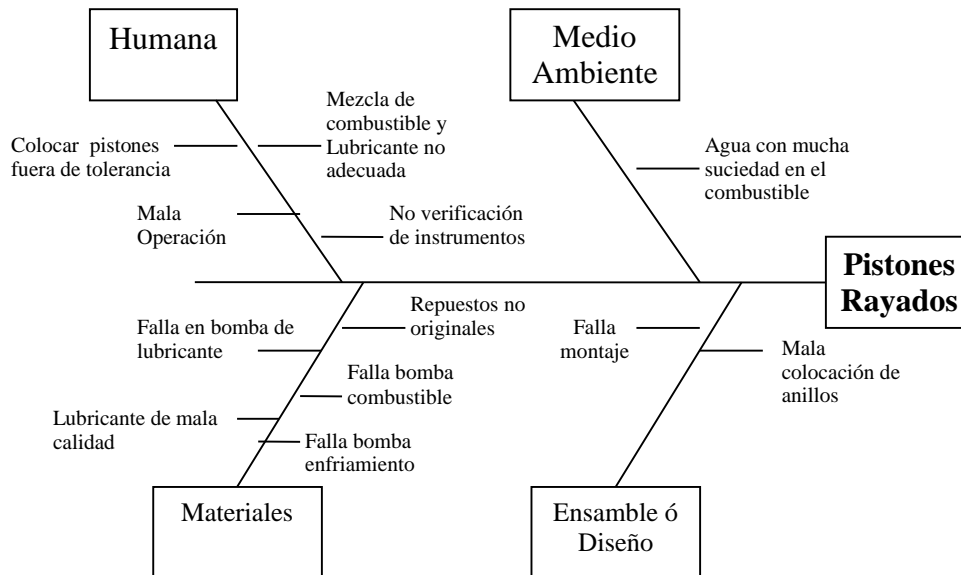
- Ø *Análisis, causa, efecto*: Esta técnica es también conocida como espina de pescado o diagrama de ISHIKAWA. Dentro de las ventajas de esta técnica están el permitir explorar varias categorías de causas, fomentar la creatividad a través de proceso de lluvia de ideas y proporcionar una imagen visual del problema y las categorías de las causas potenciales.

Inicialmente se debe definir el problema en el extremo derecho del diagrama a su izquierda se traza una larga flecha horizontal que apunte hacia la definición. Se identifican causas potenciales y se agrupan en categorías mayores tales como gente, procesos, material, equipo, ambiente, etc. Estas se colocan unidas a la flecha horizontal mediante líneas diagonales superiores e inferiores. Al generarse una lluvia de ideas se analizara en detalle cada una de estas causas mayores en cuanto a su posible afectación sobre el problema y cada uno de estos detalles se colocaran sobre líneas dependientes de las diagonales paralelas a la flecha principal. Al concluir la lluvia de ideas se debe depurar la información recopilada para focalizar la investigación; se deberá discutir de que forma impacta la información ya depurada y finalmente se genera un plan de acción para resolver o eliminar las causas.

Como se habló anteriormente y luego de haberse realizado el análisis de Pareto, en esta parte, se va a documentar el análisis de causa raíz para las dos fallas que mayor impacto han tenido en los últimos 6 meses dentro de el ámbito de los motores fuera de borda que existen en el país adscritos a la brigada fluvial de la Armada Nacional.

Análisis de causa raíz Pistones Rayados

Figura 20. Diagrama causa – efecto para la falla pistones rayados.



De acuerdo con un análisis del diagrama anterior hecho por parte del grupo de mantenimiento del taller, se determinaron cuatro causas principales que pueden ser las que han estado ocasionando el daño en los pistones en una alta proporción. Estas son en orden de importancia las siguientes: Agua con mucha suciedad en el combustible, mala operación del bote en su trabajo cotidiano, no verificación de instrumentos antes y/o durante cada operación y, daño prematuro en el impeler de la bomba de enfriamiento.

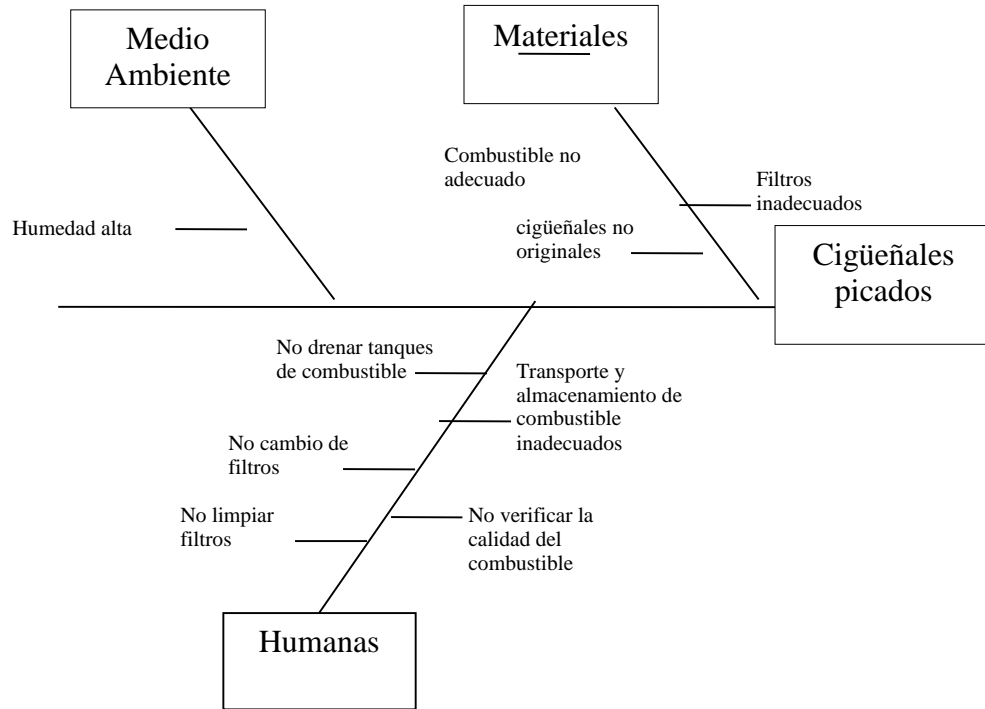
Como se ve, hay dos posibles causas determinadas por fallas humanas, una por falla en los materiales de construcción y otra por el medio ambiente en el que opera el motor. De tal manera que el grupo se va a enfocar en las siguientes actividades o plan de acción, para eliminar sus causas potenciales en el daño de los pistones.

Tabla 8. Plan de acción para eliminación falla pistones rayados.

| Causa Probable | Actividad | Responsable | Fecha |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|
| Agua en el combustible | Instalar filtros cualescentes separadores de agua hasta 20 micras de separación a todas las unidades | BRIFLIM | Dic-05 |
| | Efectuar muestreo y análisis del combustible para garantizar la no presencia de agua | Almacenista General | Continuo |
| | Drenar los tanques de combustible | Comandante del bote | Continuo |
| | Cambiar los filtros de combustible cada 100 horas | Comandante del bote | Continuo |
| Mala operación De los motores | Instrucción intensiva en operación de los motores | BRIFLIM | Continuo |
| | Instrucción intensiva en operación del bote | BRIFLIM | Continuo |
| | Parar el bote en el momento en que se cumplan las horas para cada mantenimiento | Comandante de Zona | Continuo |
| | Implementar motoristas especializados en cada bote | BRIFLIM | Jul - 05 |
| No verificación De los instrumentos | Instrucción intensiva en operación del bote | BRIFLIM | Continuo |
| | Pasar revistas periódicas mensuales al funcionamiento de los instrumentos | Técnico de zona | Continuo |
| | Generar y ejecutar frecuencias de calibración de los instrumentos | Técnico de zona | Continuo |
| | Cambiar instrumentos defectuosos | Técnico del taller | Continuo |
| | Generar y ejecutar frecuencias de verificación de sensores | Técnico del taller | Continuo |
| Daño en el impeler De bomba de Refrigeración | Verificar la correcta instalación del impeler | Técnico de zona | Continuo |
| | Cambiar el impeler de acuerdo con las frecuencias establecidas | Técnico de zona | Continuo |
| | No dejar el motor fuera del agua | Comandante de Bote | Continuo |
| | Verificar la calidad del impeler antes de cada montaje | Técnico de zona | Continuo |

Análisis de causa raíz Cigüeñales Picados

Figura 21. Diagrama causa – efecto falla cigüeñales picados.



Encontrar los cigüeñales picados cada vez que se destapa un motor, se ha vuelto algo como de rutina entre los técnicos que inspeccionan los motores al llegar al taller. Sin embargo, y de acuerdo con la nueva propuesta, se ha determinado que las probables causas que más influyen dentro de “la espina de pescado” anterior, para que se genere este problema son las siguientes en orden de importancia: Combustible no adecuado, inadecuado transporte y almacenamiento del combustible, no verificación de la calidad del combustible y la falta de mantenimiento (drenaje) a los tanques de almacenamiento. Siendo las anteriores las causas probables con más alto impacto, se ha desarrollado un plan de acción tendiente a eliminarlas el cual queda como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 9. Plan de acción para eliminación falla cigüeñales picados.

| Causa Probable | Actividad | Responsable | Fecha |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|
| Combustible no adecuado | Licitar y asignar contrato para el suministro de combustibles de acuerdo con las especificaciones SAE para motores fuera de borda | BRIFLIM | Ene-05 |
| Inadecuado manejo De los combustibles | Acondicionar los tanques de almacenamiento para que cumplan los estándares adecuados | BRIFLIM | Dic-05 |
| | Implementar procedimiento para que el combustible que se transporta a cada puesto sea recibido sin variaciones en su calidad y cantidad | BRIFLIM | Ene-05 |
| | Exigir en el proceso de recepción la utilización de elementos apropiados y en buenas condiciones durante las operaciones de cargue y descargue del combustible | Almacenistas | Continuo |
| No verificación de la calidad del combustible | Hacer muestreos posteriores a entrega para efectuar análisis de contenido de agua en el combustible | Almacenistas | Continuo |
| No drenaje a los tanques de almacenamiento | Desarrollar procedimientos para hacer mantenimiento adecuado a los tanques de almacenamiento de acuerdo a los estándares | BRIFLIM | Ene-05 |

El objetivo de un análisis de Pareto, a la par con el análisis de causa raíz, permite evidenciar posteriormente a que se ejecuten las acciones propuestas en los planes de acción respectivos la efectividad de las mismas y proponer otras adicionales para asegurar una mantenibilidad de los resultados. Se propone de igual manera semestralmente hacer un análisis total como el que se plantea en este trabajo para determinar nuevos puntos relevantes de falla y potenciales situaciones de mejora que seguramente siempre van a encontrarse, permitiendo optimizar y “potencializar” el trabajo que se puede desarrollar en el taller.

4.3.11 Confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. Sin lugar a dudas los términos que de una u otra manera permiten evidenciar que la gestión del mantenimiento es realmente efectiva son, la disponibilidad, la confiabilidad y la mantenibilidad. Cada uno de ellos por separado nos permite hacer un análisis detallado de cada aspecto de la gestión de manera independiente, pero que al final globaliza mediante una interrelación entre ellos el funcionamiento del grupo de mantenimiento. En esta sección hablaremos de manera muy superficial de cada uno de estos tres aspectos y ya en la sección dedicada a indicadores se ahondará un poco más en su análisis y la forma de medirlos.

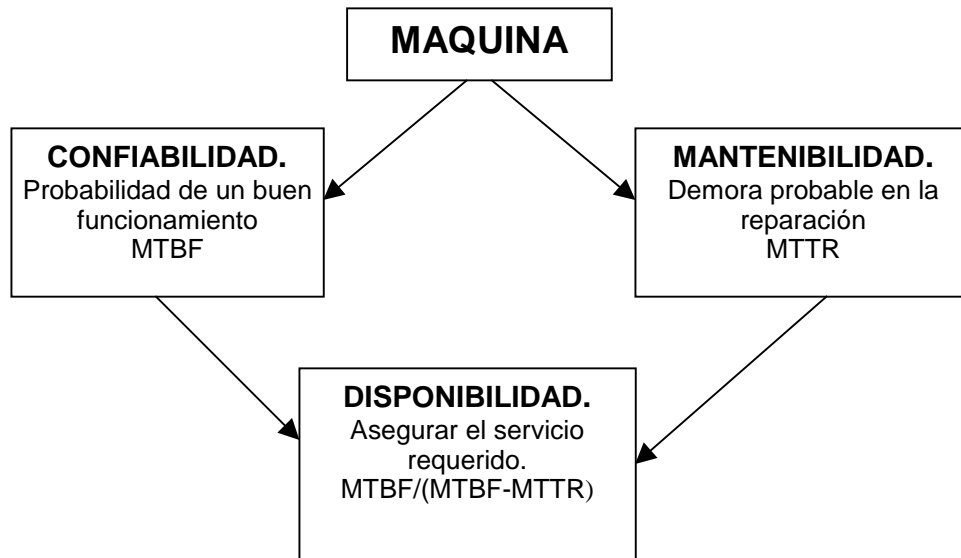
Ø *Disponibilidad.* La disponibilidad, es la medida del tiempo que yo tengo la maquina lista para operar o en operación. Depende de otras dos mediciones de desempeño que son la Mantenibilidad (MTTR) y la confiabilidad (MTBF). Su expresión para cálculo será entonces en función de las otras dos,
$$D = \text{MTBF} / (\text{MTBF} - \text{MTTR})$$

Ø *Mantenibilidad.* La mantenibilidad se puede expresar como la facilidad para hacer acciones de mantenimiento, esto es involucrando la logística, las instalaciones y el recurso humano. Se mide como la probabilidad de que una reparación se demore más o menos. Se conoce también como MTTR (mide time to repair) y su cálculo se hace de la siguiente manera:
$$\text{MTTR} = \text{tiempo de reparación} / \# \text{ fallas}$$

Ø *Confiabilidad.* La confiabilidad es el indicador que permite visualizar la calidad de las intervenciones, es decir cuanto puedo confiar en que la reparación resulta efectiva y no va a ocurrir una falla si no hasta en un tiempo determinado, totalmente predecible a la vez. Es conocido también como MTBF (mide time between failures). Nos da una indicación de la calidad de las reparaciones ó de la calidad de ejecución de cualquier estrategia o tipo de mantenimiento sobre un equipo determinado. Se calcula de la siguiente manera:
$$\text{MTBF} = \text{Tiempo de operación} / \# \text{ de paros}$$

Dependiendo la organización los paros pueden ser los que únicamente se atribuyen a las fallas ó bien, incluir también las paradas programadas.

Figura 22. Interrelación mantenibilidad – confiabilidad y disponibilidad



CD, Coldi LTDA. Módulo mantenimiento terotecnológico. Especialización Gerencia de Mantenimiento UIS Bogotá 2003.

4.4 SEGUIMIENTO TÉCNICO DE LAS INSTALACIONES Y MOTORES

En el apartado del seguimiento técnico de las instalaciones se hace referencia específicamente a lo concerniente con la identificación de los equipos del taller, el desarrollo de los planes de mantenimiento para cada uno de ellos y el seguimiento como tal a las intervenciones de manutención que sobre ellos se efectúa.

En términos generales es de anotar que el taller entró en funcionamiento con equipos y herramientas nuevas y de última tecnología. Esto indica en primera instancia que es ventajoso determinar los planes de mantenimiento desde ahora, ya que se podrá tener en detalle toda la historia y evolución de cada uno de los equipos con que actualmente cuenta el taller.

A continuación se detalla entonces el listado de equipos instalados en el taller de mantenimiento de motores fuera de borda, lo cual lo hace viable desde el punto de vista operativo para realizar los trabajos establecidos por los planes de mantenimiento de 500 y de 1000 horas para los motores.

Tabla 10. Lista y codificación de equipos del taller de mantenimiento de motores fuera de borda.

| ITEM | DESCRIPCIÓN | CÓDIGO |
|-------------|---------------------------------------|---------------|
| 1 | Almacén de Herramientas | AH01 |
| 2 | Almacén Material Fibra de Vidrio | AV01 |
| 3 | Fresadora Vertical | FV01 |
| 4 | Torno Paralelo | TP01 |
| 5 | Maquina de Soldar y sus Accesorios | MS01 |
| 6 | Maquina Hidrolavadora de Piezas Snaon | MH01 |
| 7 | Compresor de Aire Snaon | CA01 |
| 8 | Cargador de Baterías Snaon | CB01 |
| 9 | Tanque de Pruebas | TQ01 |
| 10 | Base Hidráulica Arme Transmisiones | BH01 |
| 11 | Grúa | GR01 |
| 12 | Grúa | GR02 |
| 13 | Gato | GT01 |
| 14 | Gato | GT02 |
| 15 | Gato | GT03 |
| 16 | Carro | CR01 |
| 17 | Carro | CR02 |
| 18 | Prensa Hidráulica | PH01 |
| 19 | Esmeril | ES01 |
| 20 | Esmeril | ES02 |
| 21 | Esmeril | ES03 |
| 22 | Tablero Herramientas | TB01 |
| 23 | Tablero Herramientas | TB02 |
| 24 | Instalaciones Eléctricas Taller | IE01 |
| 25 | Extintor | EX01 |
| 26 | Extintor | EX02 |
| 27 | Computador | CP01 |
| 28 | Estantería Repuestos N° 1 | ES01 |
| 29 | Mesa de Trabajo | MT01 |
| 30 | Mesa de Trabajo | MT02 |

Es importante resaltar que adicionalmente se han demarcado los mismos códigos sobre cada uno de los equipos en físico en el taller en consideración a una de las recomendaciones adicionales que se evidenció luego de aplicar la auditoría.

En el *Anexo D. Plan de mantenimiento preventivo para los equipos del taller*, se detalla el plan de mantenimiento para cada uno de los equipos que conforman el esquema del taller de mantenimiento de motores fuera de borda.

Gracias a que el plan de mantenimiento está incorporado para que se genere automáticamente por el software de mantenimiento, es posible hacer el seguimiento adecuado tanto a las órdenes generadas y a las ejecutadas, de manera que se pueda ejercer el control a detalle y se garantice la intervención en aras a mantener la disponibilidad de todos los equipos. Los detalles de la intervención y los datos para el histórico, se detallan en el (*Anexo C*)

4.5 GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN

Dentro de los objetivos específicos para lograr que la gestión del mantenimiento sea efectiva, el asegurar una buena planificación es de los más resaltantes pues de su buena organización depende que la coordinación de los trabajos sea lo más cercana a la óptima posible.

Los siguientes cuatro puntos son la base para que una política de planificación sea estructurada de manera correcta.

- Observar; El proceso de observación se sintetiza en estudiar minuciosamente un acontecimiento.
- Analizar; El análisis se fundamenta en desglosar las características fundamentales de un acontecimiento observado.
- Comunicar; La comunicación está presente en la medida de la necesidad de crear un lazo entre causas y consecuencias, acciones decisiones acciones, etc.
- Priorizar; La acción de priorizar implica seleccionar, separar basados en características y parámetros predeterminados lo importante de lo trivial, para encaminar las acciones de manera sistemática y correcta.

Dentro de una empresa, naturalmente cada equipo y cada componente tienen prevista una vida útil de servicio de acuerdo con sus especificaciones de diseño y de operación. Cuando dicho elemento cumple ese tiempo especificado debe ser sustituido, bien sea porque se convierte en un imposible el intentar reestablecer sus funciones, o porque se ha convertido en obsoleto.

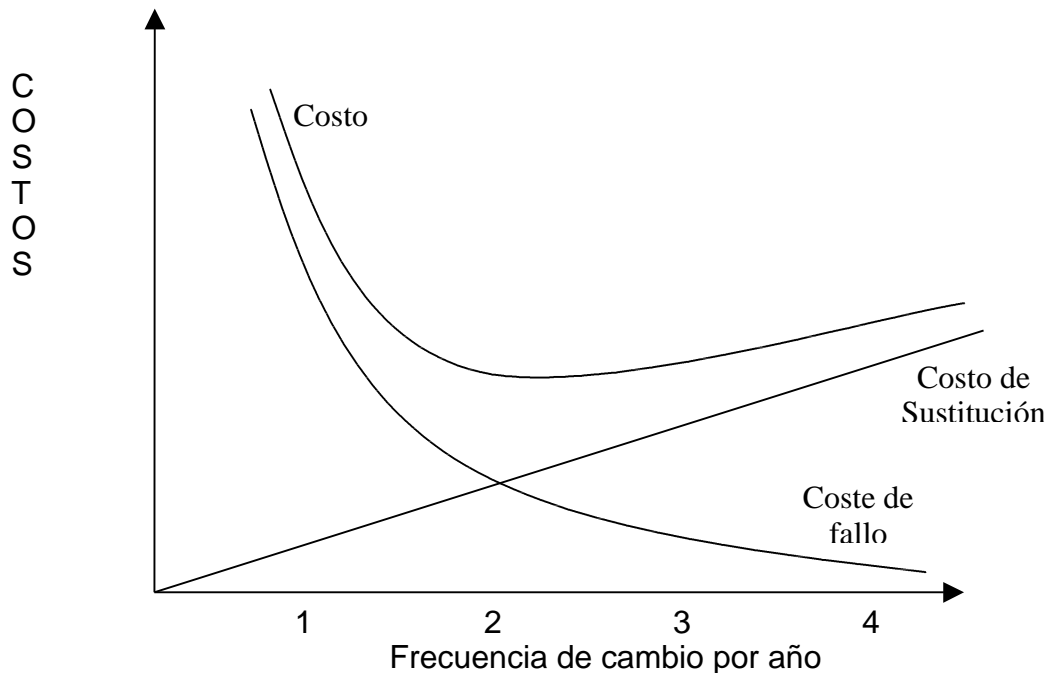
Sin embargo, la prolongación o el detrimento del tiempo de vida útil de los equipos está sujeto al mayor o menor grado de mantenimiento que se ejecute, que también a su vez está influenciado por la disponibilidad de recursos económicos, del personal, del tiempo y en general de una serie de variables que en determinados casos es posible manejar si se hace de manera adecuada.

Con base en lo anterior, surgió la necesidad de crear “los Planes de Mantenimiento”, cuyo enfoque real es el de establecer las bases para poder formular un programa de mantenimiento preventivo así como de proporcionar las directrices para un mantenimiento correctivo, siendo éstas, disposiciones internas de la empresa o del grupo de mantenimiento, mediante las cuales se aplica tal o cual tipo de mantenimiento y/o estrategia de mantenimiento a cada uno de los equipos de una planta. Partiendo de estos señalamientos, empieza a configurarse todo el andamiaje de recursos, suministros, capacitación, indicadores de desempeño y todo lo relacionado para poder ejecutar las funciones de los trabajos de manera eficiente.

Normalmente, la mayoría de las industrias ó empresa que prestan servicios sustentan la planificación del mantenimiento con base en todas aquellas acciones que puedan llegar a ejecutarse antes de que suceda una falla, es decir que incluye inspecciones periódicas, recambios a frecuencias determinadas, monitores de condiciones, etc. Obviamente, estas actividades deben estar sujetas a un programa definido y ser evaluadas de acuerdo con un balance entre los costos de falla y los costos de sustitución antes de falla.

La siguiente figura ilustra la manera cómo influyen en los costos totales tanto los costos de falla como los costos de sustitución en función de una frecuencia de sustitución de un componente determinado.

Figura 23 Balance de costos fallas vs. sustitución de equipos. (gestión del mantenimiento industrial. p. 60)



Como se aprecia en la figura, la frecuencia óptima de recambio se sitúa en el punto en el cual el costo total es el menor tanto en función de los costos de falla como en función de los costos de sustitución.

Teniendo esto como base, se hace necesario entonces para cada elemento de un sistema diseñar un programa de mantenimiento apropiado, con el ánimo de lograr el equilibrio de costos de mantenimiento que permitan que el rendimiento y la productividad en general de dicha labor sean apropiados en aras de lograr los objetivos globales de la compañía.

A la hora de concebir y poner en marcha un plan de mantenimiento, es indispensable tener en cuenta aspectos tan relevantes como los métodos de estimación de tiempos, las metodologías de análisis de fallas, el proceso de mejora continua (retroalimentación eficaz), y obviamente las recomendaciones de los fabricantes y la experiencia del personal encargado tanto de la elaboración como de la ejecución de las actividades.

Para el taller de mantenimiento de motores fuera de borda, se ha desarrollado un plan de mantenimiento de 500 y 1000 horas basados en las instrucciones que el fabricante de cada motor ha sugerido, esto con el fin de mantener vigentes las garantías y asegurar además la disponibilidad completa de la flotilla de motores para las unidades fluviales de la Armada Nacional. De igual manera se ha consolidado un plan de mantenimiento preventivo y de reparaciones mayores para los equipos, y máquinas del taller, teniendo en cuenta, lo visto en el apartado de Método de Trabajo de esta misma monografía.

4.6 GESTION DE INVENTARIOS

Uno de los puntos que las organizaciones han descubierto que es uno de los factores que retiene grandes cantidades de su flujo de caja, es el manejo de los inventarios tanto de productos elaborados al final del proceso como de materiales y repuestos comprados ó adquiridos sin tener una planificación adecuada, de tal manera que el detallado control y el manejo óptimo de estos recursos no sólo va a redundar en que siempre se tenga el máximo de necesidades de repuestos y materiales cubierto, sino que adicionalmente, se va a economizar en el hecho de mantener en bodegas por un tiempo indeterminado elementos que implican un costo de mantenimiento y un elevado costo financiero, ya que el valor del stock siempre es una capital que no está generando ningún tipo de rendimientos sino que además pierde su valor adquisitivo diariamente, afectando directamente el balance general de la organización.

El control de inventarios debe cumplir siempre con la respuesta a dos aspectos claves que son, qué cantidad debe ordenarse y cuándo debe colocarse la orden de compra. Para responder a estos dos interrogantes, es necesario también inicialmente detallar dos situaciones a la vez trascendentes que son, pronosticar el consumo que se va a tener en un lapso de tiempo determinado de la manera más sencilla pero más lógica, obviamente siendo ésta basada en estadísticas o en programaciones definidas y en segundo lugar, teniendo este pronóstico, poder programar con efectividad la terminación de las tareas correspondientes y pendientes por cada repuesto que se ha adquirido.

Para poder efectuar un análisis un poco más profundo, es necesario conocer la terminología que se emplea en el momento de hablar acerca de políticas de control de inventarios y por eso es que se hará un breve comentario acerca de ellos.

La Demanda, está determinada por la cantidad de elementos que han de consumirse en un determinado tiempo, y es pronosticable basada en estadísticas

de consumos y/o en pronósticos de necesidades de suministros basados en la programación futura de eventos.

- El Lote, es el conjunto de unidades o piezas de un pedido en particular.
- El Tiempo de Adquisición, es el período de tiempo dado en una unidad de tiempo que va a tardar un pedido en llegar al almacén luego de colocada su orden de requisición.
- El stock mínimo, es la cantidad de determinado elemento que se mantiene en existencia como una previsión de seguridad, o para casos en los que las cantidades calculadas para el consumo durante el período de entregas lleguen a agotarse. Es algo a tener en cuenta, ya que el excederse en el cálculo de los stocks mínimos implica aumento en la inversión de inventarios o por el contrario, puede resultar insuficiente, causando pérdidas al no poder desarrollar actividades por falta de éste.
- El punto de reorden, que es el momento y la cantidad justa que se debe requerir en una solicitud para que se mantengan los stocks técnicos determinados. Normalmente está determinado por la cantidad que se usa normalmente, más la reserva que se pueda necesitar en el caso que surja algún tipo de imprevisto.
- El costo unitario, para el caso de materiales y repuestos para mantenimiento, el precio de compra más los costos de adquisición que involucran entre otros los fletes, los impuestos, etc.
- El costo de pedido, que representa la suma de todos los gastos anuales inherentes a la consecución de materiales y repuestos, dividida entre el número de pedidos de compra en el año.
- El costo de almacenamiento, que es tal vez un costo intangible pero que resulta representativo a la hora de generar el balance de la compañía anualmente. Involucra entre otros, los siguientes costos: Intereses sobre el capital invertido, el valor del espacio que ocupa cada material para su almacenamiento, en proporción con el espacio de la planta, los sueldos y prestaciones del personal que interviene en el proceso de almacenamiento,

esto es, recibo, almacenamiento como tal y despacho; el costo de las primas de seguros, costos por obsolescencia y otros gastos adicionales.

- Los máximos y mínimos, están relacionados con los niveles de cantidades de existencias de acuerdo con los lotes económicos calculados y con los puntos de reorden determinados. En ese orden de ideas, el máximo, es la cantidad límite que debe mantenerse en stock, y el mínimo es la cantidad límite inferior que dará el punto para reordenar el aprovisionamiento.
- El costo de faltante, que es el costo de la pérdida de disponibilidad del equipo por no tener los repuestos y los materiales a tiempo para poder ejecutar las tareas de recuperar la función del equipo.

En este capítulo, y teniendo en cuenta lo anterior, los autores han querido citar varios elementos que son claves para poder tener bajo control los suministros que se requieren para llevar a cabo una adecuada gestión de inventarios en el taller de mantenimiento de motores fuera de borda de la Armada Nacional de Colombia.

4.6.1 Definición de políticas. Dentro de la estrategia de control y gestión de cualquier campo, la primera función que se debe ejecutar es citar los parámetros bajo los cuales vamos a ceñirnos, esto es enmarcar dentro de ciertos lineamientos claves todos los procedimientos que se deben llevar a cabo. Es definir cuáles son los objetivos finales de cada una de las áreas.

Luego de analizar los planes de mantenimiento preventivo y definir la cantidad de motores que en los próximos 6 meses cumplen 500 y 1000 horas y que tienen que entrar a mantenimiento, se tiene que el intervalo dentro del cual deben solicitarse y durante el cual debe mantenerse el stock de materiales y repuestos para cada motor. En este primer análisis efectuado se detectó que para el caso del control de inventarios del taller se va a definir la siguiente política:

Las solicitudes de repuestos para los mantenimientos se van a organizar basados en la recopilación y análisis semestral de los datos que indican la cantidad de motores que a nivel nacional cumplen las 500 ó 1000 horas de operación, a partir de el tercer mes después de la fecha de estar realizando el análisis con el ánimo de replantear efectivamente el nivel de pedidos que se van a hacer para recibir y mantener como mínimo a partir de el tercer mes siguiente.

4.6.2 Calculo de repuestos para el 2005. Haciendo entonces el ejercicio para el primer semestre del año 2005 los resultados son los siguientes, teniendo en

cuenta el número de horas de trabajo y el pronóstico de horas de marcha durante los últimos meses del año 2004.

Si en promedio un motor cumple 100 horas por mes, las cifras que interesan serían entonces:

Tabla 11. Número de motores que cumplen 500 y 1000 horas para entrar a mantenimiento respectivo durante el 2005

| Período | 0-250 h | 251-500h | 501-750h | 751-1000h |
|-----------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Enero a Marzo de 2005 | 249 | 96 | 8 | 29 |
| Abril a Junio de 2005 | | 249 | | 8 |

El cuadro entonces me indica que en el primer trimestre, 96 motores cumplirán 500 horas de operación y 29 motores cumplirán 1000 horas. Mientras que para el segundo trimestre, 249 cumplirán 500 horas y 8 cumplirán 1000 horas.

Este sencillo ejercicio permite planificar de manera muy fácil la cantidad de recursos tanto humanos como de repuestos y materiales para hacer mantenimientos efectivos, y eficaces. Si se analiza por un momento la lista de repuestos y su costo, se podrá apreciar más en detalle lo importante de mantener bajo control este aspecto de la gestión.

Para poder hacer un control adicional a esta gestión de inventarios, todas las requisiciones de materiales y repuestos, bien sea para realizar reparaciones de emergencia o bien para paradas planificadas deben cumplir el procedimiento expuesto en el *Anexo H (Procedimiento para reserva y solicitud de materiales. De esta manera se tiene un seguimiento adecuado y un control de las compras mediante las autorizaciones respectivas.*

Tabla. 12. Repuestos para mantenimientos de 500 horas de motores fuera de borda. Fuente. Armada Nacional.

| REPUESTO | CANTIDAD |
|------------------------------------|----------|
| 1.Anillos de pistón | 6 |
| 2.Rodamientos de biela | 6 |
| 3.Rodamientos de bulón | 6 |
| 4.Casquetes de bancada | 3 |
| 5.Rodamientos de bancada | 3 |
| 6.Kit de reparación carburador | 6 |
| 7.Retenedor de bulón | 12 |
| 8.Kit de empaques cabeza de fuerza | 1 |
| 9.Bujías | 6 |
| 10.Tornillos de biela | 12 |

COSTO: \$ 6'575.140.oo

Tabla 13. . Repuestos para mantenimientos de 1000 horas de motores fuera de borda. Fuente: Armada Nacional

| REPUESTO | CANTIDAD |
|---------------------------------|----------|
| 1.Cigüeñal | 1 |
| 2.Bielas | 6 |
| 3.Tornillos de bielas | 12 |
| 4.Rodamientos de biela | 6 |
| 5.Bulones de pistón | 6 |
| 6.Rodamientos de bulón | 6 |
| 7.Retenedores de bulón | 12 |
| 8.Kit empaques cabeza de fuerza | 1 |
| 9.Anillos de pistón | 6 |
| 10.Pines de bulón | 12 |
| 11.Casquetes de bancada | 3 |
| 12.Rodamientos de bancada | 3 |
| 13.Sello superior del cigüeñal | 1 |
| 14.Sello inferior del cigüeñal | 1 |
| 15.Kit reparación carburador | 3 |
| 16.Bujías | 6 |
| 17.Kit bomba de agua | 1 |
| 18.Kit bomba de combustible | 2 |
| 19.Sello exhosto | 1 |
| 20.Anillos cigüeñal | 3 |
| 21.Kit empaque transmisión | 1 |
| 22.Pistón STD derecho | 3 |
| 23.Pistón STD izquierdo | 3 |

COSTO: \$ 21'769.745.oo

Las cantidades de repuestos necesarios para el primer semestre del año entrante queda entonces de acuerdo como se visualiza en el siguiente cuadro:

Tabla 14. Repuestos previstos para consumo por mantenimiento preventivos durante los dos primeros trimestres de 2005.
Fuente: Armada Nacional

| REPUESTO | CANTIDAD 1er Trimestre | CANTIDAD 2do Trimestre |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Cigüeñal | 29 | 8 |
| Bielas | 174 | 48 |
| Tornillos de bielas | 1500 | 3084 |
| Rodamientos de biela | 750 | 1542 |
| Bulones de pistón | 174 | 48 |
| Rodamientos de bulón | 750 | 1542 |
| Retenedores de bulón | 1500 | 3084 |
| Kit empaques cabeza de fuerza | 125 | 257 |
| Anillos de pistón | 750 | 1542 |
| Pines de bulón | 348 | 96 |
| Casquetes de bancada | 375 | 771 |
| Rodamientos de bancada | 375 | 771 |
| Sello superior del cigüeñal | 29 | 8 |
| Sello inferior del cigüeñal | 29 | 8 |
| Kit reparación carburador | 375 | 771 |
| Bujías | 750 | 1542 |
| Kit bomba de agua | 29 | 8 |
| Kit bomba de combustible | 58 | 16 |
| Sello exhosto | 29 | 8 |
| Anillos cigüeñal | 87 | 24 |
| Kit empaque transmisión | 29 | 8 |
| Pistón STD derecho | 87 | 24 |
| Pistón STD izquierdo | 87 | 24 |

El costo total de repuestos será entonces:

Tabla 15 Costo total repuestos para intervenciones planeadas para el año 2005.

| Período | Mantenimientos Previstos | Costo Repuestos | Costo Total/Período |
|-----------------------|--------------------------|-----------------|---------------------|
| Enero a Marzo de 2005 | 96 / 500h | \$631'213.440 | \$1.262'536.045 |
| | 29 / 1000h | \$631'322.605 | |
| Abril a Junio de 2005 | 249 / 500h | \$1.637'209.860 | \$1.811'367.820 |
| | 8 / 1000h | \$174'157.960 | |

Teniendo estos valores como base para cualquier análisis, podemos concluir que el manejo adecuado del stock de repuestos de almacén y el proceso para las compras, es uno de los puntos que requiere la mayor gestión, en cuanto a ahorros por costo de mantenimiento y almacenamiento de inventario de repuestos, así como para buscar la manera de eliminar así sea de manera paulatina el consumo de grandes proporciones de repuestos por cambios no previstos debido a las fallas repetitivas y puntuales.

4.7 ORGANIZACIÓN DEL TALLER

Siempre se a buscado con bastante esfuerzo que las instalaciones productivas sean lo mas eficientes posibles. La ubicación y el arreglo de las secciones y los diversos puestos de trabajo, contribuyen a gran medida al desempeño de una instalación.

Una distribución adecuada es importante por dos razones básicas; la primera razón es el ahorro en tiempos y movimientos, bien sea de personas o de materiales y la segunda razón es que una distribución de planta es un diseño que se propone para un determinado largo plazo, ya que reubicar o reacondicionar una instalación es un evento que resulta evidentemente costoso. Un punto adicional es que se requiere que se disponga del espacio suficiente de trabajo.

El desarrollo correcto de un modelo de distribución de planta, requiere que se sigan varios pasos consecuentes para lograr el equilibrio requerido. A

continuación se puede apreciar la forma convencional de determinar el diseño de instalación óptima.

En primer lugar, se necesita determinar el área. Se debe hacer un cuidadoso análisis para poder establecer el contenido necesario y deseado para cada sección en particular; por ejemplo, se podría incluir un espacio donde localizar cada maquina el espacio para hacer mantenimiento de cada maquina, áreas para desplazamiento del personal almacena, recepción y en general para equipos auxiliares. Debe también reservarse espacio para efectuar los controles de calidad, las oficinas, los baños y otras zonas comunes. El área para pasillo y corredores debe estimarse entre el 20% y el 40% del área total estimada.

Tabla 16. Equipos funcionales del taller de mantenimiento y área que ocupan para su instalación

| ítem | Descripción | Dimensiones (+holgura + equipo auxiliar) |
|------|----------------------------------------|------------------------------------------|
| 1 | Almacén de herramientas | 25 mt ² |
| 2 | Maquinado | 5 mt ² |
| 3 | Maquina de soldar y sus accesorios | 1 mt ² |
| 4 | Maquina hidrolavadora de piezas snapon | 2.5 mt ² |
| 5 | Compresor de aire snapon | 1 mt ² |
| 6 | tanque de pruebas | 2.5 mt ² |
| 7 | desarmado, inspección y ensamble | 15 mt ² |
| 8 | oficina computador | 2.5 mt ² |
| 9 | estantería repuestos nº 1 | 10 mt ² |
| 10 | instalaciones lavamanos | 1 mt ² |
| 11 | zona de descarga | 130 mt ² |
| 12 | Vestidores | 5 mt ² |
| 13 | Pasillos | 64.65 mt ² |
| | Total | 265.15 mt ² |

Luego de identificar las necesidades de cada equipo así como de las locaciones anexas que se requieren se debe proceder entonces a realizar una tabla de interdependencia entre ellas de acuerdo con la siguiente tabla de relación:

Tabla 17. Prioridades de interrelación entre los equipos de una instalación

| Clave | Prioridad | Valor |
|-------|--------------------------|-------|
| A | Absolutamente necesario | 4 |
| E | Especialmente importante | 3 |
| I | Importante | 2 |
| O | Ordinario | 1 |
| U | No importante | 0 |
| X | Indeseable | -1 |

Tabla 18 Interrelación entre equipos y secciones del taller de mantenimiento

| EQUIPOS Ó SECCIONES | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Total |
|---------------------|----------------------------------------|---|---|----|---|---|----|---|---|----|----|----|----|-------|
| 1 | ALMACEN DE HERRAMIENTAS | 3 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | -1 | | 13 |
| 2 | MAQUINADO | | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | -1 | -1 | | 8 |
| 3 | MAQUINA DE SOLDAR Y SUS ASCESORIOS | | | -1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | -1 | -1 | -1 | | 2 |
| 4 | MAQUINA HIDROLAVADORA DE PIEZAS SNAPON | | | | 4 | 0 | 0 | 2 | 2 | -1 | -1 | -1 | | 7 |
| 5 | COMPRESOR DE AIRE SNAPON | | | | | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | -1 | | 12 |
| 6 | TANQUE DE PRUEBAS | | | | | | -1 | 4 | 0 | 0 | 3 | 0 | | 10 |
| 7 | DESARMADO, INSPECCION Y ENSAMBLE | | | | | | | 2 | 2 | 0 | -1 | -1 | | 2 |
| 8 | OFICINA COMPUTADOR | | | | | | | | 4 | 0 | 4 | -1 | | 21 |
| 9 | ESTANTERIA REPUESTOS N° 1 | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | | 13 |
| 10 | INSTALACIONES LAVAMANOS | | | | | | | | | | 0 | 2 | | 1 |
| 11 | ZONA DE DESCARGA | | | | | | | | | | | | -1 | 3 |
| 12 | VESTIDORES | | | | | | | | | | | | | |

Aunque ya se tiene la tabla de interrelación, es importante que analicemos un poco el flujo del proceso que se sigue para realizar la actividad del mantenimiento del taller. El flujograma del proceso se puede encontrar en el *Anexo F (Flujograma)*.

De allí se tiene que el motor es recepcionado en la zona de descarga, se hacen las verificaciones de documentos, se procede a la inspección, desarme, recambio, maquinado, ensamble, pruebas y despacho a su base respectiva.

En ese orden de ideas, la interrelación que tienen las secciones presentada anteriormente es la adecuada, por lo tanto se debe proceder a establecer de forma gráfica ese tipo de interdependencia de acuerdo con los valores que se obtienen de la tabla de prioridades preestablecidos.

Para graficar entonces se toma como referencia el valor total por sección, que se determina sumando tanto la columna correspondiente con la fila correspondiente a dicha sección. Es decir, si por ejemplo se totaliza la sección 3, el resultado será la suma de la columna = 4, más el valor total de la fila que es = -2.

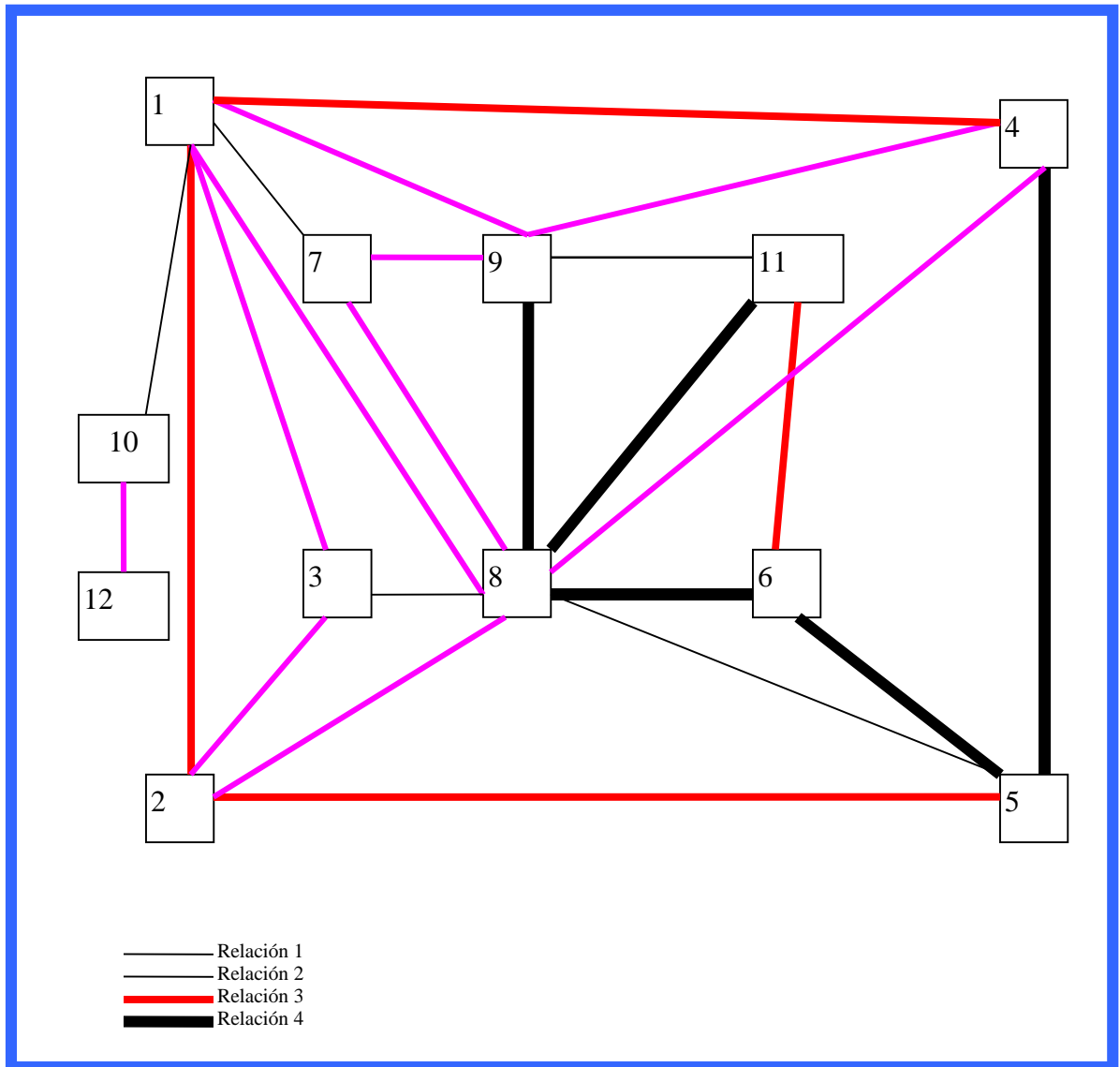
Los valores ya totalizados están presentados en la última columna de la tabla de interrelación la cual se utilizará como base para trazar la representación nodal.

La representación nodal quedara entonces como se aprecia en la figura siguiente. Se han omitido las líneas de relación para valores de menos uno (-1), ya que estas por ser representadas por curvas no requieren acomodación de la ubicación.

En primera instancia se coloca en el centro la representación de la sección con el mayor puntaje de acuerdo con la tabla de interrelación. Enseguida las secciones con las cuales tiene relación de 4. Se colocan alrededor de ellos la representación de las secciones que también tienen relaciones de 4 entre sí. Después se trazan las relaciones de 3 entre la sección del centro y las demás y así sucesivamente.

La representación nodal adecuada, es la que presente el menor número de líneas cruzadas. Para el caso de la figura, tan solo hay crucen entre líneas de relación de 1 entre algunas secciones, a lo cual se llegó luego de probar con varias representaciones y lo cual nos confirma una gran aproximación a la realidad, ya que acomodaciones diferentes generan mayores cruces entre líneas de relación.

Figura 24. Modelo de distribución de instalación del taller de mantenimiento



El paso siguiente, implica la elaboración de una tabla de “bloques”. Esto es, dimensionar un bloque, cuyas medidas permitan dividir el tamaño de las diversas secciones en un número de unidades equivalentes de este bloque patrón. El bloque patrón elegido es de 5 mt² y los resultados se representan entonces en la siguiente tabla:

Tabla 19. Número de bloques de unidades de distribución definidos.

| | Sección | Dimensiones | Nº bloques equivalentes |
|-------------------------|----------------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| 1 | ALMACEN DE HERRAMIENTAS | 25 mt ² | 5 |
| 2 | MAQUINADO | 5 mt ² | 1 |
| 3 | MAQUINA DE SOLDAR Y SUS ASCESORIOS | 1 mt ² | 0,2 |
| 4 | MAQUINA HIDROLAVADORA DE PIEZAS SNAPON | 2.5 mt ² | 0,5 |
| 5 | COMPRESOR DE AIRE SNAPON | 1 mt ² | 0,2 |
| 6 | TANQUE DE PRUEBAS | 2.5 mt ² | 0,5 |
| 7 | DESARMADO, INSPECCION Y ENSAMBLE | 15 mt ² | 3 |
| 8 | OFICINA COMPUTADOR | 2.5 mt ² | 0,5 |
| 9 | ESTANTERIA REPUESTOS Nº 1 | 10 mt ² | 2 |
| 10 | INSTALACIONES LAVAMANOS | 1 mt ² | 0,2 |
| 11 | ZONA DE DESCARGA | 130 mt ² | 26 |
| 12 | VESTIDORES | 5 mt ² | 1 |
| TOTAL DE BLOQUES | | | 40 |

El total de bloques necesarios es 40, de manera tal que se tienen varias posibilidades para hacer una combinación matricial; 5* 8, 8*5, 10*4, 4*10. Se debe escoger entonces luego de modelarlos el que permita aplicar la representación nodal sin aplicar mayores modificaciones. (*Anexo I. Distribución de planta sugerida para el taller de mantenimiento de motores fuera de borda*).

Luego de probar diversas acomodaciones, se tiene que la 8 * 5 es la más adecuada y en la figura anterior se puede evidenciar la distribución propuesta final, que es evidentemente diferente a la organización interna de las máquinas que se realizó al poner en marcha el taller. (*Anexo J. Distribución de planta con la que entró en operación el taller de mantenimiento de motores fuera de borda*)

4.8 DOCUMENTACION TECNICA

Para llevar a cabo la planificación de un sistema de mantenimiento dentro del taller de motores fuera de borda hay que tener en cuenta un aspecto muy importante dentro del contexto del mantenimiento, para lo cual se hace referencia en este apartado a la documentación técnica, que hace parte vital dentro del taller, enfocando siempre el estudio a cómo se conforma, como se llevan sus registros ,como se utilizan, etc.,. Estos parámetros servirán de ayuda para ser más organizados y por ende más productivos ya que la pérdida de tiempo por desconocimiento, por falta de información de equipos y en general de todo lo útil a nivel de documentación que se requiere es disminuida en un alto grado. Se requiere entonces entre otras cosas, poseer un conocimiento de los equipos existentes del taller en cuanto a su número y la ubicación que se tenga dentro del área y de la zona asignada para tal propósito.

Dentro de la información que se tenga, deben estar incluidas las características físicas de los citados equipos, además de sus necesidades en lo referente a la cantidad y características específicas de las piezas de repuestos requeridos cuando el equipo está funcionando en sus condiciones normales de operación; con estos datos se crea el inventario básico de la documentación técnica que se debe llevar, si los equipos son nuevos, se pueden obtener información de los catálogos suministrados por el fabricante que serán parte de la documentación técnica.

Los datos correspondiente a cada máquina deberán recopilarse en una sala de inventario de manera de tener resumida toda la información. A partir del inventario del taller y de cada uno de los equipos a ser intervenidos, se elaborará para cada uno de ellos, una hoja o tarjeta que se llamará el archivo descriptivo, los datos de cada equipo se anotarán en su tarjeta. Esta tarjeta debe recoger en forma

conveniente y concisa, todos los detalle esenciales de cada equipo de manera tal que se disponga fácilmente de la información y que se pueda usar a manera de referencia estándar para confirmar debidamente las especificaciones originales y los límites de recomendaciones del fabricante, así como servir de lugar de consulta para los repuestos entre otras funciones.

Sin embargo, es importante al momento de empezar un sistema de información de este tipo, definir algunos parámetros guía que se van a registrar para cada caso, respondiendo a preguntas generales, cuyas respuestas no se pueden llegar a estandarizar, ya que cada instalación y cada servicio son diferentes. Las preguntas son: ¿qué información se registrará?, ¿cómo se va a registrar esa información?, ¿cómo se almacenará la información registrada?, cómo se diseñará el formato?

Para el caso que atañe a esta monografía, el taller de motores fuera de borda, se ha determinado dar respuesta a las anteriores preguntas de la manera que se explica en adelante.

La información que se va a consolidar, son los números de indentificación de los motores, su ubicación ó emplazamiento, es decir a qué unidad están asignados y en qué lugar geográfico se encuentran, el tipo de motor, el fabricante, la fecha de fabricación, el número del serial, el modelo, la capacidad, la velocidad, el peso, y el representante directo de fábrica más cercano y algo importante, es una planilla anexa con el plano de despiece respectivo de cada uno de sus sistemas, así como una lista de repuestos con sus respectivos números de parte.

Teniendo en cuenta que cada motor viene con sus manuales, catálogos y en general la información detallada anteriormente, el trabajo es organizarlos en un estante debidamente identificados, además de en el computador de la oficina tener fácilmente ubicable en una hoja de excel la descripción más completa pero resumida de cada una de las unidades, y su referencia directa mediante un vínculo con los manuales y catálogos almacenados en el estante.

Se debe mantener siempre una copia de la información magnética suministrada por el fabricante, ya que en su mayoría todos los detalles del mantenimiento, despieces, partes, manuales de operación y servicio son suministrados en disco compacto y bajo formato Acrobat, razón que hace más sencilla la búsqueda siempre y cuando los disco compactos también se almacenes y rotulen de una manera bien organizada.

Con respecto a las máquinas que están en el taller como herramientas de trabajo, también deben tener un estante con sus manuales y planos debidamente codificados y rotulados.

Como ya se hizo alusión en esta monografía se tiene el diseño de un formato para el seguimiento y registro de cada intervención que se hace a un equipo. Una copia del formato de registros de cada uno de los trabajos de mantenimiento debe quedar en una carpeta anexa a la documentación del equipo. Esto con el ánimo de que el planeador de mantenimiento, el que alimenta los datos de archivo, el encargado de las compras, el que organiza la información para los análisis de Pareto y en fin todo el personal, pueda tener acceso a toda la información que necesite en cualquier momento determinado para poder hacer funcional el sistema de documentación.

En lo que respecta a las órdenes de trabajo, ya teniendo el software para la administración del mantenimiento, en el momento de hacer el cierre, la persona encargada debe incluir los comentarios importantes de la intervención como se puede apreciar en la figura siguiente.

Figura 25. Orden de trabajo. Espacio para incluir comentarios de cierre. Software de mantenimiento Mainbox.

Crear Orden de Trabajo Abierta

Número DT: 000256

Materia: Cambiar pistones a motor

Unidad: Descripción: Propiedades: Mano de Obra: Material: Lectura: Cerrar: Cobros de Vuelta

Fecha Cerrada: 10/19/2004 10:56:44 am

Trabajo Terminó: 10/19/2004 Fuera de Servicio:

Cod/Repesación: NINGUNO

Comentarios de Cliente

Se cambiaron 6 pistones y sus respectivos conitos. Los pistones se encofraron picados y rapados en pistones y conitos.

Reales Rápido Rápido Fuera Cerrar & Guardar Efectivo

Marque p/Impime GuardaNuevo Copy Aplicar GuardaFormato Guardar Cancelar

El software entonces es una gran herramienta, ya que con cargo a la orden de trabajo salen los repuestos, se asigna la cantidad de personas, se tiene un control estadístico de las H/H de personal requeridas, y en general cumple la misión de

ser un apoyo aplicado en el trabajo de planificación y archivo de información, lo que optimiza el trabajo de planificación y control de gestión a todo el sistema.

4.9 PERSONAL Y FORMACION

Bien se dice hoy en día que el activo más importante para una organización es el recurso humano, es por esto que parte de esta monografía se ha querido dedicar a el análisis de este tema.

Definitivamente dentro de los factores que afectan el desempeño en todo nivel de una organización incluyendo el área de mantenimiento están la diligencia y la capacidad técnica de su personal. Es por esto que al igual que a las metas de costos, de producción, y las otras que se fije la organización, se debe prestar atención al análisis de las necesidades de cada empleado y a la creación de un entorno laboral que satisfaga tales necesidades.

Para evidenciar en parte esto, investigadores como Maslow y Herzberg, han trabajado cada uno, en el desarrollo de modelos que caracterizan el tipo de necesidades que puede llegar a tener una persona que desarrolla determinada tarea en general Para sencillez de la explicación, el modelo de Mazlow es el que se mencionará en adelante, ya que permite apreciar de una manera fácil como el compromiso de cualquier individuo está siempre enfocado en la satisfacción de necesidades.

Maslow dice entonces que existen necesidades básicas (seguridad, sociabilidad y autoestima) y necesidades superiores (autonomía y autorrealización). En ese orden de ideas, se ha determinado que cuando el ser humano se siente seguro en su empleo y con un ingreso suficiente, pasa a satisfacer la necesidad de pertenecer a un grupo, a tener una aceptación y a socializarse. El siguiente paso se dirige a lograr una autoestima sostenible y fuerte, que tiene algunas cosas adicionales como asegurar un status o cierto rango. La satisfacción de las necesidades sociales, lleva a que la persona busque tomar sus propias decisiones dentro de una gamma de opciones que se le presentan diariamente, esto es, se siente seguro de sí y quiere demostrarlo haciendo el trabajo de la manera como él ve que puede ser, y obviamente, desligarse de las restricciones que un jefe directo puede ejercer sobre él. Finalmente, los individuos buscan el máximo desarrollo en el trabajo de toda su capacidad técnica, cualidades y atributos individuales. De ahí que se puede afirmar que un trabajador motivado responde a estímulos internos, es decir a un deseo de ejecutar el trabajo.

Si bien, cada individuo tiene necesidades, las empresas también de manera que en la búsqueda del balance entre las necesidades del trabajador y las necesidades de las organizaciones estará el éxito de un buen equipo de trabajo, son muchos los elementos que en mayor o menor grado si pueden aportar para hacer que las personas le tomen cariño a su trabajo y estén dispuestos a dar un poco más de sí en aras de lograr el cumplimiento de las metas que la organización se ha trazado.

En primera instancia dentro de la relación jefe - empleado se tiene que trabajar mucho, ya que cada uno espera cosas diferentes del otro, entonces para que no haya decepciones de ninguna parte, los jefes deben tener muy claro lo que quieren llegar a lograr con su grupo, se hace imprescindible dejar de lado las instrucciones detalladas y se debe más bien clarificar objetivos, lo cual permite lograr que el empleado sepa para dónde va y que pueda llegar a aportar inclusive ideas que muy seguramente en determinado momento pueda hacer la realización de los trabajos de manera más eficiente y de mejor calidad. La participación del empleado en la planeación, organización, dirección y control de las actividades, los hace encarar cada trabajo con una mayor responsabilidad ganando entonces en determinado momento el respeto, status y autonomía (controlada), en cuya continua búsqueda está continuamente. El jefe debe entonces identificar los potenciales de cada uno de sus trabajadores y enfocar su esfuerzo en consolidar un equipo de trabajo que colme tanto a sus expectativas como en un alto grado a hacer que sus trabajadores trabajen en las cosas que les gusta hacer.

El ambiente laboral debe ser cada vez más propicio para el buen desempeño y es por esto que los departamentos de personal, deben propender por gestionar ambientes agradables, mantener estándares de salud y seguridad ocupacional adecuados, desarrollar programas de capacitación acertados y acordes con las necesidades y los potenciales de cada individuo en particular y en general de buscar la integración de todo el cúmulo de personas que en resumidas cuentas están dentro de la organización para poder aportar y con su aporte lograr el cumplimiento de los objetivos para los cuales la organización fue conformada.

En el caso práctico se ha querido enfatizar sobre la gestión de capacitación y los estándares de seguridad industrial dentro del taller. Para lo cual se ha desarrollado una matriz de competencias referidas a los cargos, y ligada con las necesidades de capacitación tendientes a que las personas que los ocupan sean lo suficientemente capacitadas en pro del adecuado desempeño. De igual manera se ha hecho un levantamiento de una matriz de identificación de peligros y riesgos en el ambiente laboral, con su respectiva valoración y plan de acción, esto con el ánimo de eliminar y/o mitigar de acuerdo con cada caso el riesgo y el peligro al

que cada trabajador está expuesto a diario en el desarrollo de las actividades dentro del taller de mantenimiento de motores fuera de borda.

Como ya se ha comentado repetidamente, las condiciones de trabajo son un elemento fundamental dentro del rol de un trabajador dentro de una compañía, cualquiera que esta sea. Dentro de este bienestar que por lo general siempre se persigue, hay que tener en cuenta puntos tan importantes como los siguientes:

Condiciones de seguridad para la ejecución de los trabajos, esto es instalaciones adecuadas, herramientas adecuadas, equipos contra emergencias disponibles y certificados espacio y en general todas aquellas que minimicen de una u otra manera la posibilidad de dificultar la realización de la actividad de manera sencilla y sin sobre esfuerzos.

El medio ambiente físico de trabajo es la segunda condición, que trata de la iluminación de los espacios, la temperatura, la humedad, el ruido, las vibraciones, la exposición a radiaciones, humos, polvo, y en general que “fastidien” en determinado momento la realización de una labor durante un tiempo específico.

Los factores de riesgo químico, que están conformados por un grupo de sustancias que por su naturaleza y composición tienen, entre otras, la capacidad de alterar temporal o definitivamente la salud de los trabajadores. Entre dichas sustancias están, el queroseno, que se usa para limpieza de piezas, el ACPM, que se usa como combustible de los motores, los solventes industriales, que se usan también como limpiadores y el monóxido de carbono, generado en la combustión de los motores.

El exceso de trabajo, o la sobrecarga de trabajo también es un factor a considerar a la hora de mantener la capacidad de los trabajadores en máximos niveles de rendimiento. La presencia de una carga de trabajo excesiva genera fatiga física y mental, poniendo en riesgo muchas veces la integridad física tanto del propio trabajador como de las personas que están con él y de los equipos en los cuales está interviniendo.

El levantamiento y/o movimiento de cargas pesadas es otro factor que influye de manera fuerte en el ambiente seguro de trabajo ya que las malas posturas ó la elevación de cargas pesadas sin los aparatos y elementos adecuados y debidamente certificados generan un riesgo de accidente potencial bastante alto.

El efectuar los trabajos de una manera organizada, la organización de los turnos, el grado de participación del trabajador, la autonomía en el desempeño de las funciones, los estilos de mando, la comunicación y las relaciones entre el grupo de trabajo merece atención particular de una organización. Aunque no son factores inherentes a la parte técnica del desarrollo de las actividades, si la motivación y el sentirse bien haciendo el trabajo, el sentir que se es importante dentro de un grupo y la responsabilización por actividades que requieren un compromiso mayor, son estímulos que permiten al trabajador satisfacer sus necesidades de autodesarrollo y de autoestima. Esto enriquece el grupo y se crea una sinergia que paulatinamente va generar una bola de nieve redundante en un mejor desempeño no solo de una persona sino de todo el grupo en general.

El orden y aseo de las instalaciones, las condiciones de higiene, el buen suministro de agua, la adecuada disposición de las basuras y los residuos del proceso son base de ambientes de trabajo agradables y de generación de cultura organizacional tanto al interior como al exterior del sitio de trabajo.

Finalmente, cada actividad productiva, y no siendo menos importantes las actividades de mantenimiento, requieren protecciones especiales, ya que hay tareas que son necesarias e irremplazables hasta cierto punto, tales como la soldadura, la limpieza de partes, la manipulación de combustibles, etc. Está en cada organización velar por el bienestar y la preservación de las buenas condiciones de salud ocupacional y seguridad de sus trabajadores. Es por esto que el refuerzo en la compra y el buen uso de los elementos de protección personal es casi la base se podría decir del buen desempeño de condiciones de trabajo de los empleados de cualquier ambiente laboral.

En esta monografía se presenta como aporte a este tema, una matriz de identificación de peligros y riesgos, con su respectiva valoración y plan de acción para atenuar las consecuencias de cada uno de ellos en la salud de los trabajadores del taller de motores fuera de borda de la Armada Nacional.

En los siguientes cuadros se visualiza la matriz de identificación de peligros y riesgos, para cuya lectura se debe tener en cuenta el mapa o panorama de riesgos que se muestra posteriormente, en donde mediante una tabla de valoración se dan unos colores determinados a cada aspecto de acuerdo con la criticidad tanto en relación con la afectación a las personas como a las instalaciones.

El ejercicio entonces consiste en que después de hacer la identificación de peligros y la valoración de los riesgos, se diseñe un plan de acción encaminado a

contrarrestar el efecto que ellos tienen, en busca de mejorar de manera ostensible hasta donde las posibilidades lo permitan el ambiente laboral, en cuanto a seguridad industrial se refiere.

En la tabla se incluye entonces una columna en donde se hace la valoración inicial, se le asigna un color, en la columna siguiente se plantean ciertas acciones, con lo que se considera la valoración debe cambiar de acuerdo a las tres columnas finales de la mencionada tabla.

4.9.1 Matriz de peligros y riesgos. La matriz de peligros e identificación de riesgos, es una herramienta que va a permitir controlar en cuanto a la seguridad y salud ocupacional todos los ambientes laborales del taller.

Tabla 20. Matriz de identificación y valoración de peligros y riesgos.

| ARMADA NACIONAL TALLER DE MANTENIMIENTO DE MOTORES FUERA DE BORDA | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|------------|-----|---|--------------------------------------------------------------------|---------------------|-----|---|
| MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y VALORACIÓN DE RIESGOS | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Realizado por Milton Villamil/Juan D. Hende</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Fecha: 16,04,2004</i> | | | | | | | | | | | | | |
| No | Area | Actividad | Peligro | Descripción del Peligro | Riesgo | Descripción del Riesgo | Valoración | | | Acción Preventiva y Correctiva | Valoración Residual | | |
| | | | | | | | P | S | C | | P | S | C |
| 1 | Recepción | Descargue, transporte y ubicación inicial del motor | Manipulación de equipo de gran peso | Equipo con superficies delicadas y difíciles para poder sujetarlo. | Golpes, magulladuras, fracturas, rotura | Caída o movimientos bruscos del motor | A | III | M | Instalar un puente grúa, adquirir estrobos y eslingas certificadas | C | III | B |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---|-----|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|---|
| 2 | Inspección / ensamble | Desarmado / ensamble del motor | Manipulación de herramientas. | Mal uso de la herramienta | Golpes, heridas | Las herramientas se corren, se aflojan | A | IV | M | Garantizar el uso de Elementos de Protección Personal. Garantizar el uso de las herramientas adecuadas y en buen estado | B | IV | M |
| 3 | Inspección | Desarmado del motor | Superficies irregulares | Rugosidades, filos, difícil acceso para mantenimiento | Golpes, heridas, laceraciones | Contacto con superficies irregulares | A | III | M | Uso de elementos de protección personal adecuados | B | IV | M |
| 4 | metalmecánica (torn o/ fresadora / esmeril) | Maquinado de piezas | Trabajo con equipo rotatorio en movimiento | Esfuerzos torsionales entre superficies. Mal Montaje de piezas y/o herramientas | Heridas, Laceraciones, Incrustaciones, golpes | Proyección de elementos Cortopunzantes | B | III | M | Capacitación y entrenamiento frecuente en operación de máquinas herramientas. Uso de elementos de protección personal (Caretas, casco, botas de seguridad, peto) | C | IV | B |
| 5 | metalmecánica (torn o/ fresadora / esmeril) | Maquinado de piezas | Trabajo con equipo rotatorio en movimiento | Mal uso de la máquina | Heridas, Laceraciones, amputaciones, fracturas | Algún elemento físico se enreda con las partes en movimiento | C | II | A | No usar guantes, no usar ropa con mangas largas. | C | II | A |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|---|
| 6 | metalmecánica (torn o/ fresadora / esmeril) | Maquinado de piezas | Generación de residuos abrasivos | Viruta, chispas, limadura | Heridas, Laceraciones, Incrustaciones | Proyección de partículas sólidas a alta velocidad / con alta temperatura | B | III | M | Uso de elementos de protección personal adecuados | B | IV | M |
| 7 | Ensamble | Calentamiento de piezas con gases combustibles | Incendio | Manipulación y almacenamiento de gases para corte | Quemaduras, daños a propiedad, lesiones, muerte | Fuego, explosiones, derrumbamiento de estructuras | B | I | C | Garantizar que los equipos (cilindros, mangueras, antorchas, válvulas reguladoras) estén de acuerdo con los estándares normativos establecidos. Adquirir un "carro" para desplazamiento y mantenimiento de los cilindros | C | I | A |
| 8 | Pruebas (de banco) | Pruebas de funcionamiento | Rotura de motor | Defectos en el mantenimiento / deficiente control de calidad | Heridas, fracturas, golpes, incrustaciones, muerte | Esquirlas, elementos cortopunzantes y elementos sólidos proyectados | C | I | A | Fabricar cabina para aislamiento de motores durante las pruebas de banco | C | IV | B |
| 9 | Pruebas (de dinamómetro) | Pruebas de potencia | Rotura de motor | Defectos en el mantenimiento / deficiente control de calidad | Heridas, fracturas, golpes, incrustaciones, muerte | Esquirlas, elementos cortopunzantes y elementos sólidos proyectados en todas direcciones | C | I | A | Fabricar cabina para aislamiento de motores durante las pruebas de dinamómetro | C | IV | B |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|----------------|--------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|---|
| 10 | Pruebas | Pruebas de funcionamiento y de carga | Incendio | Manipulación de combustibles | Quemaduras, daños a propiedad, lesiones, muerte | Fuego, explosiones, derrumbamiento de estructuras | B | I | C | Construir una instalación para tanques de almacenamiento de combustible, con sus respectivas válvulas dispensadoras y de seguridad. Adicionalmente, teniendo en cuenta los estándares normativos para instalaciones de ese tipo | C | I | A |
| 11 | Pruebas | Pruebas de funcionamiento y de carga | Contaminación con vapores tóxicos | Vapores de combustión | Asfixia, irritación en ojos y aparato respiratorio | Humo | A | III | M | Instalar un sistema de extracción de gases adecuado. Utilización de elementos de protección personal adecuados | D | IV | B |
| 12 | Zona de lavado | Hidrolavado | Lavado de piezas sólidas de gran volumen | Cámara herméticamente sellada y sin visor | Golpes, incrustaciones, fracturas, lesiones, rompimiento de equipo | Se destapa la máquina aun en movimiento. Se atasca la máquina con las piezas que están en su interior | C | I | A | Instalar mirilla para inspección. Mantenimiento preventivo riguroso a la instalación de hidrolavado. | D | I | A |

4.9.2 Perfil de riesgos.

Tabla 21. Matriz de criticidad para valoración de riesgos. Fuente HOLCIM COLOMBIA

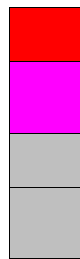
El perfil de riesgo es el “mapa” dentro del cual se ubican los diferentes riesgos determinados durante el ejercicio en campo. De acuerdo con la criticidad dentro de la cual se ubica el riesgo, se le asigna una valoración, la cual lo ubica en un recuadro de acuerdo con su severidad y su frecuencia de ocurrencia.

| | | | | | |
|----------|-----------------------------------------------|--|--|--|--|
| A | Frecuente 1 o más veces al mes | | | | |
| B | Ocasional 1 vez entre 1 mes y 1 año | | | | |
| C | Remoto 1 vez entre 1 año y 10 años | | | | |
| | Improbable 1 vez en mas de 10 años | | | | |

| | | | | | |
|---|--|----------|---|-------|----------|
| | | | | | |
| 2 | | 1, 3, 11 | | | |
| | | 4,6 | | 7, 10 | |
| | | | 5 | | 8, 9, 12 |
| | | | | | |

| |
|-------------------------|
| Gravedad |
| Personas |
| Equipos/Procesos |
| Ambiente Laboral |

| IV Insignificante | III Moderado | II Crítico | I Catastrófico |
|-------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Se requiere atención de primeros auxilios | Se requiere atención médica | Incapacidad o enfermedad profesional reversible | Muerte, incapacidad permanente o enfermedad profesional irreversible |
| Daños inferiores a USD 100 | Daños entre 100 USD y 1000 USD | Daños entre 1000 USD y 10000 USD | Daños superiores a 10000 USD |
| Menor al 25% del TLV | Entre el 25 y el 50% del TLV | Entre el 75% y el 100% del TLV | Superior al TLV |



Descripción

Crítico

Alto

Medio

Bajo

Resultado

Alta prob. / Resultados inadmisibles

Baja prob. / consecuencias insignificantes

Alta frecuencia/consecuencias insignificantes
Consecuencias
Aceptables

Acción

Corregir la causa raíz
Examinar Causa raíz y aumentar el nivel de protección

Reducir la frecuencia de los incidentes

Mejor relación COSTO / CONSECUENCIA

Otro de los aspectos importantes a la hora de hablar de el personal es la formación técnica y social que reciben dentro de la organización. Cada una de las empresas diseñan sus propias estrategias para poder cubrir las necesidades de formación de sus trabajadores, así como la manera para evaluar sus competencias para los cargos en los cuales están ubicados internamente.

A continuación se enuncian los diferentes cargos que se diseñaron para el taller de mantenimiento de motores fuera de borda que servirá como base para el diseño de un apropiado programa de capacitación personalizado.

4.9.3 Cargos y funciones

- Control de Calidad: Encargado de efectuar controles a lo largo del procesos para garantizar que los motores queden bien reparados y de acuerdo con las especificaciones
- Ensamblaje: Responsable de todo el armado de cada uno de los componentes del motor.
- Repuestos: Encargado de recepcionar y administrar todos los repuestos para las reparaciones de los motores que provienen del almacén general
- Archivo: Lleva el registro de todos los motores que llegan al taller para mantenimiento y/o reparación así como de todos los trabajos que se le hicieron al motor.
- Torno: Encargado de maquinar las piezas que se requieren para el correcto ensamblaje.
- Inspección: Encargado de determinar las fallas del motor, y enlistar los repuestos necesarios para la reparación.
- Pruebas: Encargado de efectuar las pruebas de banco y dinamómetro antes de ser remitidos a sus lugares de origen.
- Jefe de Taller: Responsable por el buen desarrollo y manejo de todos los procesos.

4.9.4 Competencias

- Inspección Técnica:
 - Destreza y dominio en reparaciones de motores fuera de borda de dos tiempos.
 - Conocimientos básicos en electricidad
 - Habilidad en trabajo en equipo y liderazgo
 - Requisitos: Los establecidos en la ley y reglamento interno
 - Experiencia mínima 5 años

- Torno:
 - Destreza en el manejo de torno
 - Habilidad y conocimiento de control numérico
 - Conocimientos y altos estándares de seguridad industrial
 - Conocimientos de los diversos tipos de metales y materiales al carbón y microaleados
 - Requisitos: ídem
 - Experiencia mínima de 3 años

- Jefe de Taller:
 - Dominio y conocimiento en administración de personal
 - Destreza y habilidad en reparación de motores fuera de borda de dos tiempos.
 - Conocimiento en profundidad del funcionamiento de motores de dos tiempos
 - Habilidades en trabajo en equipo y liderazgo
 - Requisitos: ídem
 - Experiencia mínima: 8 años

- Control de Calidad:
 - Dominio y conocimiento de materiales de acero inoxidable
 - Destreza y habilidad de mediciones en sistema Internacional, así como el manejo de instrumentos especializados para tal fin
 - Dominio y conocimiento en pruebas y ensayos destructivos y no destructivos para materiales
 - Conocimientos y destreza en diseño de cartas de control
 - Conocimientos básicos de estadística
 - Requisitos: ídem
 - Experiencia mínima de 4 años

- **Ensamble:**
 - Destreza y conocimiento en reparaciones mecánicas de motores fuera de borda de dos tiempos
 - Destreza y conocimiento del funcionamiento de motores fuera de borda de dos tiempos
 - Conocimientos en electricidad básica
 - Conocimientos y habilidad en sistemas hidráulicos, combustibles y eléctricos de los motores fuera de borda
 - Conocimientos de Seguridad Industrial
 - Conocimiento y manejo de sustancias inflamables
 - Requisitos ídem
 - Experiencia mínima de 7 años

- **Repuestos:**
 - Destreza y conocimiento de los componentes de los motores fuera de borda
 - Conocimientos básicos en sistemas
 - Requisitos ídem
 - Experiencia mínima de 1 año

- **Archivo:**
 - Conocimiento en sistemas
 - Habilidad y dominio de trabajo en equipo y liderazgo
 - Conocimiento de los procesos contractuales, administrativos
 - Conocimiento y destreza en el manejo de archivo y correspondencia
 - Requisitos ídem
 - Experiencia mínima de dos años

- **Pruebas:**
 - Destreza y dominio en reparaciones de motores fuera de borda de dos tiempos
 - Conocimiento y habilidades en pruebas de dinamómetro y bancos para motores fuera de borda de dos tiempos
 - Conocimientos en seguridad industrial
 - Conocimiento y manejo de sustancias inflamables
 - Requisitos ídem
 - Experiencia mínima de 6 años.

Tabla 22. Formato para evaluación de competencias en todos los cargos del taller de mantenimiento de motores fuera de borda.

| CARGO | DESCRIPCION | Bajo | Medio | Alto |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|-------------|
| Inspector Técnico | Destreza y dominio en reparaciones de motores fuera | | | |
| | Conocimientos en electricidad | | | |
| | Habilidad en trabajo en equipo y liderazgo | | | |
| | Conocimiento del Reglamento Interno de Trabajo y código interno de Etica | | | |
| Torno | Destreza en el manejo de torno | | | |
| | Habilidad y conocimiento de control numérico | | | |
| | Conocimientos y altos estándares de seguridad industrial | | | |
| | Conocimientos de los diversos tipos de metales y materiales al carbón y microaleados | | | |
| | Conocimiento del Reglamento Interno de Trabajo y código interno de Etica | | | |
| Jefe Taller | Dominio y conocimiento en administración de personal | | | |
| | Destreza y habilidad en reparación de motores fuera de borda de dos tiempos. | | | |
| | Conocimiento en profundidad del funcionamiento de motores de dos tiempos | | | |
| | Habilidades en trabajo en equipo y liderazgo | | | |
| | Conocimiento del Reglamento Interno de Trabajo y código interno de Etica | | | |
| Control de Calidad | Dominio y conocimiento de materiales de acero | | | |
| | Destreza y habilidad de mediciones en sistema Internacional, así como el manejo de instrumentos | | | |
| | Dominio y conocimiento en pruebas y ensayos destructivos y no destructivos para materiales | | | |
| | Conocimientos y destreza en diseño de cartas de control | | | |
| | Conocimientos de estadística | | | |
| | Conocimiento del Reglamento Interno de Trabajo y código interno de Etica | | | |

| | | | | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| Ensamble | Destreza y conocimiento en reparaciones mecánicas | | | |
| | Destreza y conocimiento del funcionamiento de motores fuera de borda de dos tiempos | | | |
| | Conocimientos en electricidad | | | |
| | Conocimientos y habilidad en sistemas hidráulicos, combustibles y eléctricos de los motores fuera de borda | | | |
| | Conocimientos de Seguridad Industrial | | | |
| | Conocimiento y manejo de sustancias inflamables | | | |
| | Conocimiento del Reglamento Interno de Trabajo y código interno de Etica | | | |
| Repuestos | Destreza y conocimiento de los componentes de los | | | |
| | Conocimientos en sistemas | | | |
| | Conocimiento del Reglamento Interno de Trabajo y código interno de Etica | | | |
| Archivo | Conocimiento en sistemas | | | |
| | Habilidad y dominio de trabajo en equipo y liderazgo | | | |
| | Conocimiento de los procesos contractuales, administrativos | | | |
| | Conocimiento y destreza en el manejo de archivo y correspondencia | | | |
| | Conocimiento del Reglamento Interno de Trabajo y código interno de Etica | | | |
| Pruebas | +Destreza y dominio en reparaciones de motores fuera | | | |
| | Conocimiento y habilidades en pruebas de dinamómetro y bancos para motores fuera de borda de | | | |
| | Conocimientos en seguridad industrial | | | |
| | Conocimiento y manejo de sustancias inflamables | | | |
| | Conocimiento del Reglamento Interno de Trabajo y código interno de Etica | | | |

Después de diseñar el formato para la evaluación de competencias, se hace la aplicación personalizada para cada uno de los cargos. Esto es, cada trabajador tiene que evaluar su capacidad actual de acuerdo con el requerimiento de cada competencia y colocar el nivel en que se encuentra. Si tiene un nivel menor de

competencia, debe marcarse con color rojo en la casilla anterior. Si tiene la competencia, debe colocarla sobre la casilla apropiada en color amarillo y si su competencia es mayor que la requerida, debe marcar la casilla superior, y resaltarla con color verde.

Los trabajadores deben ser evaluados también mediante un formato prediseñado por los autores (*Anexo G. Formato para evaluación de desempeño*), en donde se establecen algunos parámetros tanto cuantitativos y cualitativos para verificar se desempeño durante un año. El fijar los objetivos como el evaluar debe ser una actividad conjunta entre el evaluador y el trabajador.

En resumen, el bienestar del personal es la mejor garantía para poder planificar y desarrollar de la mejor forma y con los mejores resultados los objetivos que una organización se trace a través del tiempo

4.10 CONTROL DE GESTIÓN

“Gestionar es tomar las decisiones con conocimiento de causa”.

Para un adecuado control de los objetivos de cualquier organización se requieren índices que permitan hacer la medición de parámetros de manera cuantitativa.

Aunque el mantenimiento no es una función de producción como tal, si se han estandarizado indicadores de desempeño que le permiten a las personas de la dirección apreciar el logro o incumplimiento de las metas propuestas. Esto se da normalmente en la actualidad, si se mantiene reuniones periódicas de los responsables de los diferentes servicios de mantenimiento, con el fin de analizar el conjunto de informaciones ya tratadas y organizadas de forma que se puedan visualizar tendencias y modelos de evolución a través del tiempo. En mantenimiento existen indicadores estandarizados a nivel mundial que permiten un señalamiento del comportamiento o de la efectividad del sistema total siendo expresados en porcentajes, en gráficos de tendencia como ya se dijo anteriormente o como gráficos sectorizados.

Hay diferentes tipos de indicadores según Finley, y estos se pueden clasificar de acuerdo con su influencia en el factor de efectividad del sistema que esta asociado con su operación a capacidad nominal instalada durante un periodo de tiempo determinado y los factores de costo que permiten orientar la gestión hacia la optimización de los recursos.

Dentro de los factores que influyen sobre la efectividad del sistema podemos incluir:

- Control del trabajo. Permite ejercer control sobre preparación de herramientas y equipos , sobre la mejora en la planificación que incluye la carga de trabajo y su relación con los recursos disponibles y sobre la forma de realización de los trabajos.
- Apoyo logístico. Define la función de proveer los requerimientos de repuestos y/o materiales al menor costo pero con alta calidad.
- Apoyo técnico- Mide la capacidad de la organización para mantener fichas técnicas actualizadas y completas.
- Uso de contratistas. Permite medir la cantidad de trabajos y/o mano de obra contratada para hacer efectivas todas las tareas del mantenimiento ó cubrir las sobre cargas de trabajo.
- Sistema de apoyo de administración - Permite medir cuatro variables fundamentales que son: los equipos que fallan (sus causas y sus costos por falla), el personal necesario para mantener el equipo, los materiales que se usan y los costos que generan estos dos últimos factores.
- Políticas de administración del mantenimiento. Permite evidenciar el factor de servicio del equipo para maximizarlo, aunque por otro lado permite evidenciar también la necesidad de disminuir el costo por personal directo o contratado.
- Organización Refleja el grado de fragmentación y el número de niveles óptimos en la organización de mantenimiento así como la calidad del servicio.

Para el caso del taller de mantenimiento de motores fuera de borda, los indicadores que se van a llevar inicialmente para determinar la gestión son los siguientes:

- MTBF por cada motor

- MTBF por cada tipo de falla entre todos los motores
- # de fallas repetitivas
- Disponibilidad de cada motor
- MTTR para reparación de cada tipo de falla
- Accidentalidad dentro del taller
- Disponibilidad de los equipos del taller de mantenimiento
- Costos de reparación no programadas
- Calidad de las reparaciones

Inicialmente, se puede llegar a medir una buena gestión, teniendo en cuenta los indicadores anteriores, ya que al unirlos y analizarlos pueden dar una visión global tanto de la eficacia como de la eficiencia y productividad del equipo técnico humano del taller de mantenimiento.

5. CONCLUSIONES

Dentro de la cobertura de la monografía que se ha realizado, se ha estructurado una propuesta para fundamentar un Sistema de Gestión de Mantenimiento, aplicado para las necesidades del taller de motores fuera de borda de la Armada Nacional, así como para realizar una gestión de control también a los mantenimientos que allí se llevan a cabo.

En cuanto al cumplimiento de los objetivos propuestos, se puede decir con certeza que dentro del marco teórico que se ha contextualizado, se desarrollan en su totalidad los diferentes aspectos que se plantearon como meta.

En esto está entonces incluida, la elaboración de la política de calidad y, las definiciones de la misión y visión del taller, enmarcadas dentro de los propósitos con los cuales se creó el taller de mantenimiento. Se elaboró un organigrama operativo, con las respectivas descripciones de funciones y cargos. Se estructuró un programa de mantenimiento preventivo para los equipos del taller basado en los requerimientos del fabricante y recopilados en un plan maestro. Se elaboró un diseño técnico de las instalaciones fundamentados en bases teóricas y siguiendo una metodología definida.

La gestión de planificación, el manejo de inventarios de repuestos, los métodos de trabajo, los indicadores de gestión, el análisis de las fallas, fueron tocados uno a uno a lo largo del documento y en algunos casos además de proponer la elaboración de los análisis se desarrollaron aplicaciones prácticas adaptadas a las situaciones reales que se tienen día a día, dentro de la operación rutinaria del taller.

Por último, en la parte de personal, se hizo un trabajo importante en cuanto a la identificación de riesgos y peligros, realizando una matriz de evaluación, valoración y generando los planes de acción respectivos para minimizar ó eliminar definitivamente los riesgos. También se desarrollo un formato sencillo para la evaluación del desempeño de los trabajadores del taller, el cual brinda la oportunidad de hacer la concertación de los objetivos entre la dirección y los mismos trabajadores, con lo cual se busca la interrelación y el compromiso para el logro de las metas que ambas partes persiguen.

En general es una propuesta dinámica y aplicada, con el diseño de planes de acción y el desarrollo de los mismos casi en un 100%, ya que algunas acciones, aunque quedan documentadas y recomendadas, su realización se sale de los límites dentro de los cuales los autores de la presente monografía pueden tener autonomía.

BIBLIOGRAFÍA

AQUILANO JACOBS, Chases. Administración de producción y operaciones. Manufactura y servicios. 8ª Edición. Santafé de Bogotá: Mc Graw Hill, 2003.

D.R. Sule Instalaciones de Manufactura. Ubicación, Planeación y Diseño. 2ª Edición. México: Thomson S.A., 2001. p. 435-481

DET NORSKE VERITAS. Handbook on maintenace management. Optimización and data, esreda working group report. Norway, 2001

FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL COMERCIO FUNDECOMERCIO. Condiciones de trabajo y salud en estaciones de servicio. 1ª edición. Santafé de Bogotá, 1995. p. 4 – 33

GARCÍA CANTÚ, Alfonso. Enfoques prácticos para planeación y control de inventarios. México: Trillas, 2002. p. 13-33, 45-57, 65-78, 138-142

GATICA ANGELES, Rodolfo. Mantenimiento Industrial. Manual de Operación y administración. México. Trillas, 2000. p. 7-46; 95-115

GOMEZ CUBILLOS, Rafael Augusto. Administración y estilos gerenciales. Escuela de Ingeniería Mecánica. Universidad Industrial de Santander. Bogotá, 2003. P.14 - 21

GONZALEZ JAIMES, Isnardo. Seminario II: Monografía de especialización. Escuela de Ingeniería Mecánica. Universidad industrial de Santander. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Bogotá, 2003.

HOLCIM Colombia S.A.. Panorama de Riesgos

KELLY, A HARRIS. M.J. Gestión del mantenimiento industrial. Madrid; Fundación Repsol Publicaciones. Impreso en gráficas MAR – CAR S. 1984. p. 1-9, 78;97-100, 163 -193.

MONCHY, Francois. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial. Madrid: Masson S.A..1990. 367 p.

NAVA, José Domingo. Aplicación Práctica de la teoría del mantenimiento. Colección Tecnología Serie Ingeniería. 2ª Edición. Mérida: Consejo de Publicaciones de la Universidad de los Andes. 2001.

NAVARRO ELOLA, Luis; MUGABURU, Miguel Angel y PASTOR TEJEDOR, Ana Clara. Gestión integral del Mantenimiento.. Barcelona: La Cabrera Boixareu, 1997 p 47- 54 ; 73-74; 87-88

NOORI, Hamid y RADFORD, Rusell. Administración de Producción y Operaciones. Bogotá: Mc Graw Hill, 1997. p. 68 -73, 210-214, 277-292, 327-387, 423-430

PUYO PINO. Germán y VILLOTA RUIZ, Jairo. Estructuración de un programa modelo de seguridad industrial para la pequeña industria metalmecánica colombiana. Tesis. Facultad de Ingeniería Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Capitulo Tercero, Programa Modelo de Seguridad. Bogotá D.E. Enero, 1982. p. 114

SOURIS, Jean Paul. El mantenimiento fuente de beneficios. Madrid: Díaz de Santos S.A.,1992 p. 1-9, 64-69, 89-95, 107; 143-162.

WESTERKAMP. Thomas. A. Maintenance Manager's Standard Manual Prentice May.

GLOBAL QUALITY SYSTEMS, Inc, Solución de problemas. Diagrama de causa - efecto. Disponible en <http://www.gqs-inc.com/spanish/consulting.htm#facilitating%20problem-solving%20activities>

Latino, Robert J. Calidad del proceso y el análisis de causa- raíz. Disponible en <http://www.realibility.com>

Latino, Robert. J. Calidad del proceso parte 3. Análisis de causa-raíz. Disponible en http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/rootcause/calidadprocesocausaraiz03.htm

TEN STEP PROJECT MANGEMENT PROCESS. Pensamiento enfocado en proyectos. Análisis causa - efecto. Disponible en. <http://www.tenstep1.com.mx/paso4.2.1.htm>

TEN STEP PROJECT MANGEMENT PROCESS. Pensamiento enfocado en proyectos. Análisis causa raíz. Disponible en. <http://www.tenstep1.com.mx/paso4.2.2.htm>

TEN STEP PROJECT MANGEMENT PROCESS. Pensamiento enfocado en proyectos. Diagrama de Pareto. Disponible en. <http://www.tenstep1.com.mx/paso4.2.3.htm>

ANEXOS

ANEXO A.
FORMATO PARA APLICAR LA AUDITORIA AL SISTEMA DE GESTIÓN

| A - ORGANIZACIÓN GENERAL Y POLÍTICAS | No | 50% | Si | Máxim o |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|--------------------|
| 1- ¿Se ha definido por escrito y posteriormente aprobado la organización de la función de Mantenimiento con estructura de cargos y funciones? | | | | 30 |
| 2- ¿Están claramente definidas las responsabilidades y tareas de todo el personal de Mantenimiento (responsables, encargados, operarios...)? | | | | 20 |
| 3- ¿Se verifican periódicamente las responsabilidades y tareas definidas por la Organización? | | | | 10 |
| 4- ¿Es suficiente el personal de Mantenimiento y de supervisión? | | | | 30 |
| 5- ¿Se encuentran bien definidas todas las actividades de cada encargado o responsable en cada sección? | | | | 10 |
| 6- ¿Se ha designado a alguien para asegurar la coordinación de suministros, de trabajos, de estudios de las instalaciones y de formación? | | | | 20 |
| 7- ¿Existen fichas de funciones tanto en cuanto a responsabilidades como a iniciativa para cada una de las tareas a realizar? | | | | 20 |
| 8- ¿Disponen los operarios de instrucciones escritas para realizar las tareas de Mantenimiento Preventivo de uso (vigilancia, controles de funcionamiento...)? | | | | 30 |
| 9- ¿Se realizan reuniones periódicas con los tecnólogos para examinar los trabajos a realizar? | | | | 20 |
| 10- ¿Está escrita la Política de Mantenimiento que incluye los objetivos del servicio? ¿Se examina periódicamente? | | | | 30 |
| 11- ¿Recibe el servicio de mantenimiento consultas por parte de los tecnólogos con motivo de estudios o instalación de nuevos equipamientos? | | | | 30 |
| | | | | 250 |

| B . MÉTODO DE TRABAJO | No | 50% | Si | Máxim o |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|--------------------|
| 1- ¿Se establecen prioridades en la preparación de trabajos importantes (en volumen de horas o repetitivas)!'. | | | | 30 |
| 2- ¿Se utilizan formularios para la preparación de trabajos o para establecer los presupuestos (ficha de preparación o ficha de presupuestos)? | | | | 20 |
| 3-¿Se dispone de procedimientos escritos para la Planificación. la Programación, la Ejecución, el Registro y control y la Evaluación del Mantenimiento" | | | | 20 |
| 4- ¿Se dispone de Procedimientos escritos del modo de operar para la realización de trabajos complejos o delicados'7 | | | | 20 |
| 5- ¿Se dispone de procedimientos escritos (y aplicados) que definan la autorización de la ejecución de los trabajos arriesgados'. ¹ | | | | 20 |
| 6- ¿Se guardan y clasifican de alguna manera particular los expedientes de planificación'. | | | | 15 |
| 7- ¿Hay acciones tendentes a estandarizar los elementos y componentes" | | | | 30 |
| 8- ¿Se dispone de métodos de estimación de tiempos (trabajos tipo. Operaciones específicas,..) | | | | 10 |
| 9- ¿.Se utiliza algún método de ruta critica (o alguno similar) para la preparación de trabajos largos, importantes- que necesitan mucha coordinación" | | | | 20 |
| 10- ¿Se recurre a métodos establecidos a la hora de reparar averías? | | | | 20 |
| 11 - ,Se reservan las piezas en el almacén, se hace preparar el material (piezas, herramientas) antes de proceder a una intervención | | | | 30 |
| 12- ¿Está correctamente ordenada la documentación y se puede acceder a ella fácilmente' ¹ | | | | 15 |
| | | | | 250 |
| | | | | |

| C. SEGUIMIENTO TECNICO DE LOS EQUIPOS DEL TALLER | No | 50% | .Si | Máximo |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|------------|---------------|
| 1. ¿ Se dispone de un inventario de los equipos donde se muestra el emplazamiento o situación de los mismos? | | | | 30 |
| 2- ¿Posee cada equipo un número de identificación único distinto del número de inventario? | | | | 20 |
| 3- ¿Se encuentran claramente indicados los números de identificación? ¿Están a la vista? | | | | 20 |
| 4- ¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, nuevas instalaciones, supresiones de equipo? | | | | 25 |
| 5- ¿Se abre un expediente técnico por cada equipo o instalación? | | | | 20 |
| 6- ¿Se posee un histórico de trabajos realizados por cada maquina o instalación? | | | | 25 |
| 7- ¿Se dispone de información concerniente a las horas empleadas, las piezas consumidas, costos... de cada equipo? | | | | 30 |
| 8- Están implantadas las normas de las inspecciones técnicas diarias y periódicas para todos los equipos que incluyen qué inspeccionar, cuándo y con qué frecuencia, con que medios, quien y los parámetros de referencia? | | | | 20 |
| 9- ¿.Hay uno (o más) responsable(s) de los históricos de trabajo? | | | | 20 |
| 10- ¿Se asegura un seguimiento formal de los informes de las visitas o inspecciones preventivas? | | | | 25 |
| 11. ¿Se analizan anualmente los históricos? | | | | 15 |
| | | | | 250 |
| | | | | |

| | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|-----|
| 12- ¿Se realizan reuniones periódicas para debatir las prioridades, problemas de planificación, personal ⁷ | | | | 20 |
| 13- ¿Se dispone de un plan semanal de ejecución de trabajos? | | | | 20 |
| | | | | 300 |
| | | | | |

| D. GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO DE MOTORES FB | No | 50% | Sí | Máximo |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|---------------|
| 1- ¿Se ha establecido un programa de mantenimiento preventivo (acciones preventivas, periodicidad, cargas de trabajo,,)'? | | | | 30 |
| 2- ¿Se dispone de fichas escritas o lisias de comprobación de mantenimiento preventivo? | | | | 15 |
| 3- ¿Existe un responsable de la coordinación (en cuanto a seguimiento y adaptación) de las acciones de mantenimiento preventivo? | | | | 10 |
| 4- ¿Son los operarios responsables de las acciones de ajuste y del mantenimiento preventivo de uso o de rutina? | | | | 15 |
| 5- ¿Se utilizan adecuadamente las Ordenes de Trabajo? | | | | 30 |
| 6- ¿Se utilizan los Libros de Incidencias y de Trabajos Pendientes para la planificación del Mantenimiento? | | | | 30 |
| 7- ¿Hay alguna persona encargada de la planificación de los trabajos'? | | | | 15 |
| 8- ¿Se dispone de planes anuales para la Inspección Técnica, las Reparaciones. Inversiones con medios propios, Mantenimiento Constructivo, Reparaciones Generales (Capitalizables). Lubricación. Paradas Programadas por Mantenimiento. Mantenimiento de Limpieza \ Desarme'?. | | | | 40 |
| 9- ¿Se han definido reglas para poder realizar trabajos según prioridades? | | | | 15 |
| 10- ¿Tiene en cuenta el Plan Anual de Mantenimiento la satisfacción de las necesidades de la producción, el comportamiento de los equipos en operación, el estado técnico después del desarme, las normativas técnicas de tiempo y recursos, las acciones para eliminar tiempo perdido, etc.? | | | | 40 |
| 11- ¿Se conoce el estado de cumplimiento del plan en todo momento? | | | | 20 |

| F - GESTIÓN DE STOCKS DE PIEZAS DE REPUESTO; COMPRA Y ABASTECIMIENTO DE PIEZAS Y MATERIALES | No | 50% | Si | Máximo |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|---------------|
| 1- ¿Se dispone de un almacén cerrado para guardar las piezas de repuesto?' | | | | 20 |
| 2- ¿Se dispone de un sistema de autoservicio para los artículos de uso corriente? | | | | 10 |
| 3- ¿Las fichas de <i>stocks</i> se encuentran en todo momento actualizadas (manualmente o informatizada)? | | | | 30 |
| 4. ¿Se eliminan sistemáticamente las piezas obsoletas? | | | | 10 |
| 5- ¿Se hace un seguimiento del consumo de repuestos para los distintos equipos? | | | | 10 |
| 6- ¿Se puede disponer con facilidad del valor y número de artículos en <i>stock</i> ? | | | | 20 |
| 7- ¿Están, bien ordenadas e identificadas las piezas de repuesto? | | | | 20 |
| 8- ¿Está bien definido el punto de pedido y las cantidades a reaprovisionar para cada artículo en <i>stock</i> '? | | | | 20 |
| 9- ¿Se identifican de algún modo especial las piezas intercambiables? | | | | 30 |
| 10- ¿Los procedimientos de aprovisionamiento son suficientemente flexibles como para permitir el almacenamiento durante el máximo tiempo posible en casa del proveedor? | | | | 30 |
| 11 - ¿Existe algún procedimiento formalizado para la emisión de petición de compras y transmisión de pedidos? | | | | 20 |
| 12- ¿Hay alguna persona designada particularmente para encargarse del seguimiento de los pedidos? | | | | 20 |
| 13- ¿Toda compra de costo elevado requiere permiso del responsable del servicio de mantenimiento? | | | | 30 |
| 14- ¿Se opina que el plazo de emisión de un pedido es lo suficientemente corto? | | | | 30 |

| | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|-----|
| 15- (Hay precios negociados para los artículos estándar y de consumo habitual? | | | | 30 |
| 16- (Para artículos específicos (de consumo ocasiona!) se acude generalmente a proveedores en vez de al fabricante de equipo ⁹ | | | | 30 |
| 17- ¿ Se dispone de <i>un</i> procedimiento para la homologación de proveedores?' | | | | 20 |
| 18- ¿Cuando se negocia con los distintos proveedores, existe una gran cohesión entre el servicio de compras y el de Mantenimiento? | | | | 20 |
| | | | | 400 |
| | | | | |

| H - ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO | No | 50% | Si | Máxim o |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|--------------------|
| 1- ¿Es suficiente el espacio de que dispone el taller de mantenimiento para poder realizar todos los trabajos demandados? | | | | 30 |
| 2- ¿El taller de mantenimiento podría estar mejor situado con relación a los equipos que debe mantener? | | | | 40 |
| 3- ¿Están las oficinas de los jefes o de los supervisores en el mismo taller? | | | | 20 |
| 4- ¿Dispone el taller de aire acondicionado? | | | | 10 |
| 5- ¿El almacén y los útiles y herramientas para las piezas de repuesto se encuentran cerca del taller de mantenimiento? | | | | 20 |
| 6- ¿Hay algún responsable del almacén? | | | | 10 |
| 7- ¿El almacén de útiles y herramientas y piezas esta destinado exclusivamente al mantenimiento v a los nuevos trabajos que se atienden por el taller de mantenimiento? | | | | 20 |
| 8- ¿Cada operario dispone de un puesto de trabajo? | | | | 20 |
| 9- ¿Son adecuados los medios de <i>manutención</i> ? | | | | 30 |
| 10- ¿Se dispone de un inventario de útiles y herramientas y aparatos de medición y comprobación? | | | | 20 |
| 11- ¿Este inventario se pone al día regularmente? | | | | 15 |
| 12- ¿Se dispone de todas las herramientas especiales v aparatos | | | | 30 |
| 13- ¿Se ejecutan las tareas de mantenimiento preventivo utilizando todos los aparatos de comprobación propios? | | | | 25 |
| 14- ¿Se puede disponer con facilidad y en la cantidad suficiente de los útiles y herramientas v aparatos de comprobación? | | | | 25 |
| 15- ¿Esta bien definido el contrastado de los aparatos de medida | | | | 15 |
| 16- ¿Se ha definido por escrito el proceso de puesta a disposición | | | | 10 |

| | | | | |
|---------------------------------------------------------|--|--|--|-----|
| 17- ¿Dispone cada operario de una caja de herramientas? | | | | 30 |
| 18- ¿Se dispone de suficientes medios de manutención? | | | | 20 |
| | | | | 400 |
| | | | | |

| 1 - DOCUMENTACIÓN TÉCNICA | No | 50% | Si | Máxim o |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|--------------------|
| 1- ¿Se dispone de documentación técnica general suficiente: mecánica de construcción, electricidad, normativa medioambiental y de ruidos, reglamentaciones, etc.? | | | | 20 |
| 2- ¿Se dispone de planos generales v esquemas necesarios de todos los equipos e instalaciones? | | | | 30 |
| 3- ¿Están disponibles expedientes de los equipos que incluyen | | | | 40 |
| 4- ¿ES fácil interpretar y utilizar los planos y la información de | | | | 20 |
| 5- ¿Se renuevan los planos y esquemas a medida que se aportan modificaciones? | | | | 30 |
| 6- ¿Se registran los trabajos de modificación y se realizar una puesta al día de los expedientes de preparación correspondientes" | | | | 20 |
| 7- ¿Se puede acceder con facilidad a los contratos de mantenimiento (constructores o subcontratistas)? | | | | 20 |
| 8- ¿Son suficientes los medios de reproducción, clasificación v archivo de documentos? | | | | 10 |
| 9- ¿Se realzan informes técnicos acerca de cada reparación de envergadura? | | | | 30 |
| 10- ¿Está protegida la documentación contra daños y extravíos? | | | | 30 |
| | | | | 250 |
| | | | | |

| K. PERSONAL Y FORMACIÓN | No | 50% | Si | Máxim o |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|--------------------|
| 1- ¿Es, en general, positivo el ambiente de trabajo? | | | | 40 |
| 2- ¿Mandan jos responsables correctamente los trabajos a efectuar por el personal que se encuentra bajo su responsabilidad? | | | | 30 |
| 3- ¿Se examinan los problemas en grupo, incluyendo a los operarios (círculos de calidad, grupos de mejora...)? | | | | 30 |
| 4- ¿Se realizan reuniones anuales para evaluar tanto a los responsables como a los operarios? | | | | 20 |
| 5- ¿Es suficiente la disponibilidad de los responsables y operarios de mantenimiento (en cuanto a horas extras para terminar un trabajo, trabajos a realizar en sábados...y)? | | | | 30 |
| 6- ¿Se considera que la preparación del personal es suficiente? | | | | 50 |
| 7- ¿Se considera que en el trabajo diario el personal tiene la | | | | 30 |
| 8- ¿Aseguran los jefes de forma regular el perfeccionamiento del | | | | 30 |
| 9- ¿Reciben los encargados formación en las nuevas tecnologías mediante cursillos, visitas a los constructores, exposiciones ¹⁷ | | | | 30 |
| 10- ¿ Recibe el personal formación sobre Seguridad de forma regular.' | | | | 30 |
| 11. ¿Es el servicio de mantenimiento el que programa y dirige la formación de su personal? | | | | 20 |
| 12.¿Sc realiza con rigurosidad el seguimiento de las calificaciones, habilidad y aptitud del personal? | | | | 20 |
| 13- ¿Hay pérdidas importantes de tiempos producidos debidos a tardanzas, ausencias? | | | | 30 |
| 14- ¿Son buenas las relaciones del personal del servicio con los tecnólogos? | | | | 10 |
| | | | | 400 |

| M. CONTROL DE LA ACTIVIDAD DE LAS INTERVENCIONES | No | 50% | Si | Máximo |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|---------------|
| 1- ¿Se dispone de un tablero que permita decidir las acciones correctivas a realizar | | | | 40 |
| 2- ¿Existen informes periódicos de seguimiento de horas, costo? | | | | 40 |
| 3- ¿Se realiza un seguimiento de los resultados del servicio de | | | | 40 |
| 4- Se controla la eficiencia del servicio de Mantenimiento';' | | | | 30 |
| 5- ¿Se gestiona bien la carga de trabajo? | | | | 30 |
| 6" ¿Se dispone de costos de Mantenimiento por cada uno de los | | | | 30 |
| 7- ¿Dispone el servicio de mantenimiento de alguna herramienta? | | | | 30 |
| 8- ¿Se dispone de informaciones solicitadas en un plazo de | | | | 30 |
| 9- ¿Se pone regularmente (todos los meses o anualmente) en | | | | 30 |
| | | | | 300 |
| | | | | |

ANEXO B
EVALUACIÓN DE LA AUDITORIA

| A - ORGANIZACIÓN GENERAL Y POLÍTICAS | No | 50% | Si | Máximo |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|---------------|
| 1- ¿Se ha definido por escrito y posteriormente aprobado la organización de la función de Mantenimiento con estructura de cargos y funciones? | 0 | | | 30 |
| 2- ¿Están claramente definidas las responsabilidades y tareas de todo el personal de Mantenimiento (responsables, encargados, operarios...y)? | | 10 | | 20 |
| 3- ¿Se verifican periódicamente las responsabilidades y tareas definidas por la Organización? | 0 | | | 10 |
| 4- ¿Es suficiente el personal de Mantenimiento y de supervisión? | | 15 | | 30 |
| 5- ¿Se encuentran bien definidas todas las actividades de cada encargado o responsable en cada sección? | 0 | | | 10 |
| 6- ¿Se ha designado a alguien para asegurar la coordinación de suministros, de trabajos, de estudios de las instalaciones y de formación? | | | 20 | 20 |
| 7- ¿Existen fichas de funciones tanto en cuanto a responsabilidades como a iniciativa para cada una de las tareas a realizar? | 0 | | | 20 |
| 8- ¿Disponen los operarios de instrucciones escritas para realizar las tareas de Mantenimiento Preventivo de uso (vigilancia, controles de funcionamiento...)? | | | 30 | 30 |
| 9- ¿Se realizan reuniones periódicas con los tecnólogos para examinar los trabajos a realizar? | | 10 | | 20 |
| 10- ¿Está escrita la Política de Mantenimiento que incluye los objetivos del servicio? ¿Se examina periódicamente? | 0 | | | 30 |
| 11- ¿Recibe el servicio de mantenimiento consultas por parte de los tecnólogos con motivo de estudios o instalación de nuevos equipamientos? | | | 30 | 30 |
| | | 115 | | 250 |
| | | 46% | | |

| B . MÉTODO DE TRABAJO | No | 50% | Si | Máximo |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|---------------|
| 1- ¿Se establecen prioridades en la preparación, de trabajos importantes (en volumen de horas o repetitivas)? | | .15 | | 30 |
| 2- ¿Se utilizan formularios para la preparación de trabajos o para establecer los presupuestos (ficha de preparación o ficha de presupuestos)? | 0 | | | 20 |
| 3-¿Se dispone de procedimientos escritos para la Planificación, la Programación, la Ejecución, el Registro y control y la Evaluación del Mantenimiento? | | 10 | | 20 |
| 4- ¿Se dispone de Procedimientos escritos del modo de operar para la realización de trabajos complejos o delicados? | 0 | | | 20 |
| 5-¿Se dispone de procedimientos escritos (y aplicados) que definan la autorización de la ejecución de los trabajos arriesgados? | 0 | | | 20 |
| 6- ¿Se guardan y clasifican de alguna manera particular los expedientes de planificación.? | | | 15 | 15 |
| 7- ¿Hay acciones tendentes a estandarizar los elementos y componentes? | | - | 30 | 30 |
| 8- ¿Se dispone de métodos de estimación de tiempos (trabajos tipo, operaciones específicas.)? | 0 | | | 10 |
| 9- ¿Se utiliza algún método de ruta crítica (o alguno similar) para la preparación de trabajos largos, importantes, que necesitan mucha coordinación? | | 10 | | 20 |
| 10- ¿Se recurre a métodos establecidos a la hora de reparar averías'? | | | 20 | 20 |
| 11 - ¿Se reservan las piezas en el almacén, se hace preparar el material (piezas, herramientas) antes de proceder a una intervención? | 0 | | | 30 |
| 12- ¿Está correctamente ordenada la documentación y se puede acceder a ella fácilmente?" | | | 15 | 15 |

| C. SEGUIMIENTO TÉCNICO DE LOS EQUIPOS DEL TALLER | No | 50% | Si | Máximo |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|---------------|
| 1. ¿Se dispone de un inventario de los equipos donde se muestra el emplazamiento o situación de los mismos? | | | 30 | 30 |
| 2. ¿Posee cada equipo un número de identificación único distinto de! numero de inventario? | 0 | | | 20 |
| 3-¿Se encuentran claramente indicados los números de identificación? ¿Están a la vista? | 0 | | | 20 |
| 4- ¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, nuevas instalaciones, supresiones de equipo? | 0 | | | 25 |
| 5-¿ Se abre un expediente técnico por cada equipo o instalación? | 0 | | | 20 |
| 6- ¿Se posee un histórico de trabajos realizados por cada máquina o instalación? | 0 | | | 25 |
| 7- ¿Se dispone de información concerniente a las horas empleadas, las piezas consumidas, costos... de cada equipo? | 0 | | | 30 |
| 8- ¿Están implantadas las normas de las inspecciones técnica; dianas y periódicas para todos los equipos que incluyen que inspeccionar, cuándo y con qué frecuencia, con qué medios, quién y los parámetros de referencia? | 0 | | | 20 |
| 9- ¿Hay uno (o más) responsable(s) de los históricos de trabajo? | | 10 | | 20 |
| 10- ¿Se asegura un seguimiento formal de los informes de las visitas o inspecciones preventivas? | 0 | | | 25 |
| 11. ¿ Se analizan anualmente los históricos? | 0 | | | 15 |

| D. GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO DE MOTORES FB | No | 50% | Si | Máximo |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|---------------|
| 1. ¿Se ha establecido un programa de mantenimiento preventivo (acciones preventivas, periodicidad, cargas de trabajo...y)? | 0 | | | 30 |
| 2- ¿Se dispone de fichas escritas o listas de comprobación de mantenimiento preventivo".' | | 7.5 | | 15 |
| 3-¿Existe un responsable de la coordinación (en cuanto a seguimiento y adaptación) de las acciones de mantenimiento preventivo? | 0 | | | 10 |
| 4- ¿ Son los operarios responsables de las acciones de ajuste y del mantenimiento preventivo de uso o de rutina ⁰ | | | 15 | 15 |
| 5-¿Se utilizan adecuadamente las Ordenes de Trabajo? | | 15 | | 30 |
| 6- Se utilizan los Libros de Incidencias y de Trabajos Pendientes para la planificación del Mantenimiento? | 0 | | | 30 |
| 7- ¿Hay alguna persona encargada de la planificación de los trabajos? | | 7.5 | | 15 |
| 8- ¿Se dispone de planes anuales para la Inspección Técnica, las Reparaciones, Inversiones con medios propios, Mantenimiento Constructivo Reparaciones Generales (Capitalizables)J Lubricación, Paradas Programadas por Mantenimiento,) Mantenimiento de Limpieza y Desarme? | 0 | | | 40 |
| 9- ¿Se han definido reglas para poder realizar trabajos según prioridades? | 0 | | | 15 |
| 10. ¿Tiene en cuenta el Plan Anual de Mantenimiento la satisfacción de las necesidades de la producción, el comportamiento de los equipos en operación, el estado técnico después del desarme, las normativas técnicas de tiempo y recursos, las acciones para eliminar tiempo perdido, etc.? | 0 | | | 40 |
| 11. ¿Se conoce el estado de cumplimiento del plan en todo momento? | 0 | | | 20 |
| 12- ¿Se realizan reuniones periódicas para debatir las prioridades, problemas de planificación, personal? | | 10 | | 20 |
| 13-¿ Se dispone de un plan semanal de ejecución de trabajos? | | | 20 | 20 |
| | | 75 | | 300 |
| | | 250 | | |

| F - GESTIÓN DE STOCKS DE PIEZAS DE REPUESTO; COMPRA Y ABASTECIMIENTO DE PIEZAS Y MATERIALES | No | 50% | Si | Máximo |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|---------------|
| 1- ¿Se dispone de un almacén cerrado para guardar las piezas de repuesto? | | | 20 | 20 |
| 2- ¿Se dispone de un sistema de autoservicio para los artículos de uso comente? | | | 10 | 10 |
| 3- ¿Las fichas de <i>stocks</i> v se encuentran en todo momento actualizadas (manualmente o informatizada)? | | | 30 | 30 |
| 4- ¿Se eliminan sistemáticamente las piezas obsoletas? | 0 | : | | 10 |
| 5- ¿Se hace un seguimiento del consumo de repuestos para los distintos equipos? | | | 10 | 10 |
| 6- ¿Se puede disponer con facilidad del valor y número de artículos en <i>stock</i> ? | | | 20 | 20 |
| 7- ¿.Están bien ordenadas e identificadas las piezas de repuestos? | | 10 | | 20 |
| 8- ¿Está bien definido el punto de pedido y las cantidades a reaprovisionar para cada artículo en <i>stock</i> ? | 0 | | | 20 |
| 9- ¿Se identifican de algún modo especial las piezas intercambiables? | | 15 | | 30 |
| 10- ¿Los procedimientos de aprovisionamiento son suficientemente flexibles como para permitir el almacenamiento durante el máximo tiempo posible en casa del proveedor? | 0 | | | 30 |
| 11 - ¿Existe algún procedimiento formalizado para la emisión de petición de compras y transmisión de pedidos? | | 10 | | 20 |
| 12- ¿Hay alguna persona designada particularmente para | | 10 | | 20 |

| | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|----|-----|
| 13. ¿Toda compra de costo elevado requiere permiso de responsable del servicio de mantenimiento? | | | 30 | 30 |
| i 4- ¿Se opina que el plazo de emisión de un pedido es lo suficientemente corto? | | 15 | | 30 |
| 15- ¿Hay precios negociados para los artículos estándar y de consumo habitual? | | | 30 | 30 |
| 16- ¿Para artículos específicos (de consumo ocasional) se acude generalmente a proveedores en vez de al fabricante de equipo? | | | 30 | 30 |
| 17- ¿Se dispone de un procedimiento para la homologación proveedores ⁷ | 0 | | | 20 |
| 18- ¿Cuando se negocia con los distintos proveedores, existe una gran cohesión entre el servicio de compras y el de Mantenimiento ⁷ | | | 20 | 20 |
| | | 260 | | 400 |
| | | 65% | | |

| H - ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO | No | % | Si | Máximo |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|-----------|---------------|
| 1- ¿Es suficiente el espacio de que dispone el taller de mantenimiento para poder realizar todos los trabajos demandados? | | | 30 | 30 |
| 2- ¿El taller de mantenimiento podría estar mejor situado con relación a los equipos que debe mantener? | | | 40 | 40 |
| 3- ¿Están las oficinas de los jefes o de los supervisores en el mismo taller? | | | 20 | 20 |
| 4- ¿Dispone el taller de aire acondicionado? | 0 | | | 10 |
| 5- ¿El almacén y los útiles y herramientas para las piezas de repuesto se encuentran cerca del taller de mantenimiento? | | | 20 | 20 |
| 6- ¿Hay algún responsable del almacén? | | | 10 | 10 |
| 7- ¿El almacén de útiles y herramientas y piezas está destinado exclusivamente al mantenimiento y a los nuevos trabajos que se atienden por el taller de mantenimiento? | | | 20 | 20 |
| 8- ¿Cada operario dispone de un puesto de trabajo? | | | 20 | 20 |
| 9- ¿Son adecuados los medios de <i>manutención</i> ? | | | 30 | 30 |
| 10- ¿Se dispone de un inventario de útiles y herramientas y aparatos de medición y comprobación.? | | | 20 | 20 |
| 11. ¿Este inventario se pone al día regularmente? | | 7.5 | | 15 |
| 12- ¿Se dispone de todas las herramientas especiales y aparatos de comprobación necesarios? | | | 30 | 30 |
| 13- ¿Se ejecutan las tareas de mantenimiento preventivo utilizando los aparatos de comprobación propios? | | | 25 | 25 |
| 14- ¿Se puede disponer con facilidad y en la cantidad suficiente | | | 25 | 25 |
| 15- ¿Está bien definido el contrastado de los aparatos de medida | | 7.5 | | 15 |
| 16- ¿Se ha definido por escrito el proceso de puesta a disposición y utilización de los útiles? | 0 | | | 10 |
| 17- ¿Dispone cada operario de una caja de herramientas? | | | 30 | 30 |
| 18- ¿Se dispone de suficientes medios de <i>manutención</i> ? | | | 30 | 30 |
| | | 365 | | 400 |

| 1- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA | No | 50% | Si | Máximo |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|---------------|
| 1 - ¿Se dispone de documentación técnica general suficiente: mecánica de construcción, electricidad, normativa medioambiental y de ruidos, reglamentaciones, etc.? | | 10 | | 20 |
| 2- ¿Se dispone de planos generales y esquemas necesarios de todos los equipos e instalaciones? | 0 | : | | 30 |
| 3- ¿Están disponibles expedientes de los equipos que incluyen las instrucciones técnicas de utilización y mantenimiento, datos técnicos, años de fabricación e instalación, sistemas de | | 20 | | 40 |
| 4- ¿Es fácil interpretar y utilizar los planos y la información de los equipos e instalaciones (está en Español)? | | 10 | | 20 |
| 5 ¿Se renuevan los planos y esquemas a medida que se aportan modificaciones? | 0 | | | 30 |
| 6- ¿Se registran los trabajos de modificación y se realiza una puesta al día de los expedientes de preparación correspondientes ⁹ | 0 | | | 20 |
| 7- ¿Se puede acceder con facilidad a los contratos de mantenimiento (constructores o subcontratas) ¹⁷ | | | 20 | 20 |
| 8- ¿ Son suficientes los medios de reproducción, clasificación y | 0 | | | 10 |
| 9- ¿Se realizan informes técnicos acerca de cada reparación de | | 15 | | 30 |
| 10- ¿Está protegida la documentación contra daños y extravíos? | 0 | | | 30 |
| | | 75 | | 250 |
| | | 30% | | |

| K PERSONAL Y FORMACIÓN | No | 50% | Si | Máximo |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|---------------|
| 1. ¿ Es, en general, positivo el ambiente de trabajo? | | | 40 | 40 |
| 2- ¿ Mandan los responsables correctamente los trabajos a efectuar por el personal que se encuentra bajo su responsabilidad? | | | 30 | 30 |
| 3-¿ Se examinan los problemas en grupo, incluyendo a los operarios (círculos de calidad, grupos de mejora...y)? | 0 | | | 30 |
| 4- ¿ Se realizan reuniones anuales para evaluar tanto a los responsables como a los operarios? | 0 | | | 20 |
| 5-¿ Es suficiente la disponibilidad de los responsables y operarios de mantenimiento (en cuanto a horas extras para terminar un trabajo, trabajos a realizar en sábados...)? | 0 | | | 30 |
| 6- ¿ Se considera que la preparación del personal es suficiente? | | 25 | | 50 |
| 7- ¿ Se considera que en el trabajo diario el personal tiene la iniciativa necesaria? | | | 30 | 30 |
| 8- ¿ Aseguran los Jefes de forma regular el perfeccionamiento del personal en el dominio de las técnicas? | 0 | | | 30 |
| 9- ¿ Reciben los encargados formación en las nuevas tecnologías mediante cursillos, visitas a los constructores, exposiciones? | | | 30 | 30 |
| 10- ¿ Recibe el personal formación sobre Seguridad de forma regular? | | 15 | | 30 |
| 11 - ¿ ES el servicio de mantenimiento el que programa y dirige la formación de su personal? | | | 20 | 20 |
| 12- ¿ ¿Se realiza con rigurosidad el seguimiento de las | 0 | | | 20 |
| 13. ¿Hay pérdidas importantes de tiempos productivos? | 0 | | | 30 |
| 14. ¿Son buenas las relaciones del personal del servicio con los tecnólogos? | | | 10 | 10 |
| | | 200 | | 400 |
| | | | 50% | |

| M - CONTROL DE LA ACTIVIDAD DE LAS INTERVENCIONES | No | 50% | Si | Máximo |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|---------------|
| 1. ¿ Se dispone de un tablero que permita decidir las acciones correctivas a realizar? | 0 | | | 40 |
| 2- ¿Existen informes periódicos de seguimiento de horas, costo de mano de obra, piezas y subcontratacion (trabajos, suministros v servicios exteriores)? | | 20 | | 40 |
| 3-¿Se realiza un seguimiento de los resultados del servicio de mantenimiento (pérdidas, seguridad de explotación, disponibilidad de equipos y retraso de respuestas)? | 0 | | | 40 |
| 4- ¿ Se controla la eficiencia del servicio de Mantenimiento? | 0 | | | 30 |
| 5-¿ Se gestiona bien la carga de trabajo? | 0 | | | 30 |
| 6- ¿ Se dispone de costos de Mantenimiento por cada uno de los equipos? | | 15 | | 30 |
| 7- ¿ Dispone el servicio de mantenimiento de alguna herramienta | 0 | | | 30 |
| 8- ¿ Se dispone de informaciones sintetizadas en un plazo de | | | 30 | 30 |
| 9- ¿Se pone regularmente (todos los meses o anualmente) en circulación un informe de las actividades? | 0 | | | 30 |
| | | 65 | | 300 |
| | 22% | | | |

ANEXO C

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
ARMADA NACIONAL**



COMPONENTE NAVAL BRIFLIM

Formato de Registro y Control de Mantenimiento y Reparaciones de Motores

Fecha: _____

No. Motor _____

Base de Asignación: _____

Horas de servicio desde el último mantenimiento _____

Clase de último mantenimiento: _____

Observaciones de la remisión:

Diagnóstico técnico taller de mantenimiento

Técnico de zona

Técnico taller

Orden de Trabajo No. _____

Seguimiento actividades del mantenimiento:

Repuestos:

Pruebas y Resultados:

Observaciones:

Control de calidad

Jefe de Taller

**ANEXO D
FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
ARMADA NACIONAL**



COMPONENTE NAVAL BRIFLIM

PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO EQUIPOS TALLER

| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | NIVEL DE MANTENIMIENTO | | | | FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO | NUMERO DE TARJETA DE MANTENIMIENTO | OBSERVACIONES |
|-------------------------------------------------------------|------------------------|---|---|---|------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| FRESADORA VERTICAL | | | | | | | |
| LUBRICAR GUIAS DE LAS MESAS | | X | | | D1 | | USAR BOMBA MANUAL |
| LIMPIEZA MESA DE TRABAJO | X | | | | W1 | | APLICAR PELÍCULA DE ACEITE |
| RELLENAR TANQUES DE ACEITE DE LUBRICACION | | X | | | W2 | | |
| ENGRASAR PARTES MOVILES | X | | | | M1 | | |
| VERIFICAR TENSIÓN CORREAS TRANSMISION | | X | | | 2M | | TENSIONARLAS SI ES NECESARIO |
| VERIFICAR FUNCIONAMIENTO Y ESTADO MOTORES ELECTRICOS | | X | | | S1 | | |
| MANTENIMIENTO GENERAL | | | X | | A1 | | INCLUYE PINTURA |
| LAVADORA DE PIEZAS | | | | | | | |
| LIMPIEZA DESPUÉS DE CADA USO | X | | | | D1 | | |
| REMOVER OXIDO PAREDES INTERIORES | X | | | | W1 | | |
| CAMBIAR AGUA TANQUES | | X | | | F1 | | 60 GLS DE AGUA X 15 LBS DE JABON |
| VERIFICAR FUNCIONAMIENTO PLATO SKIMMER Y EFECTUAR LIMPIEZA | | X | | | M1 | | |
| REVISIÓN SISTEMA ELECTRICO | | | X | | S1 | | |
| MANTENIMIENTO GENERAL | | | X | | A1 | | |
| MAQUINA DE SOLDAR | | | | | | | |
| LIMPIEZA DESPUÉS DE SU USO | X | | | | D1 | | |
| VERIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO CABLES CAIMANES Y ALIMENTACION | | | X | | M1 | | |
| INSPECCION INTERNA | | | X | | S1 | | |
| MANTENIMIENTO GENERAL | | | X | | A1 | | |

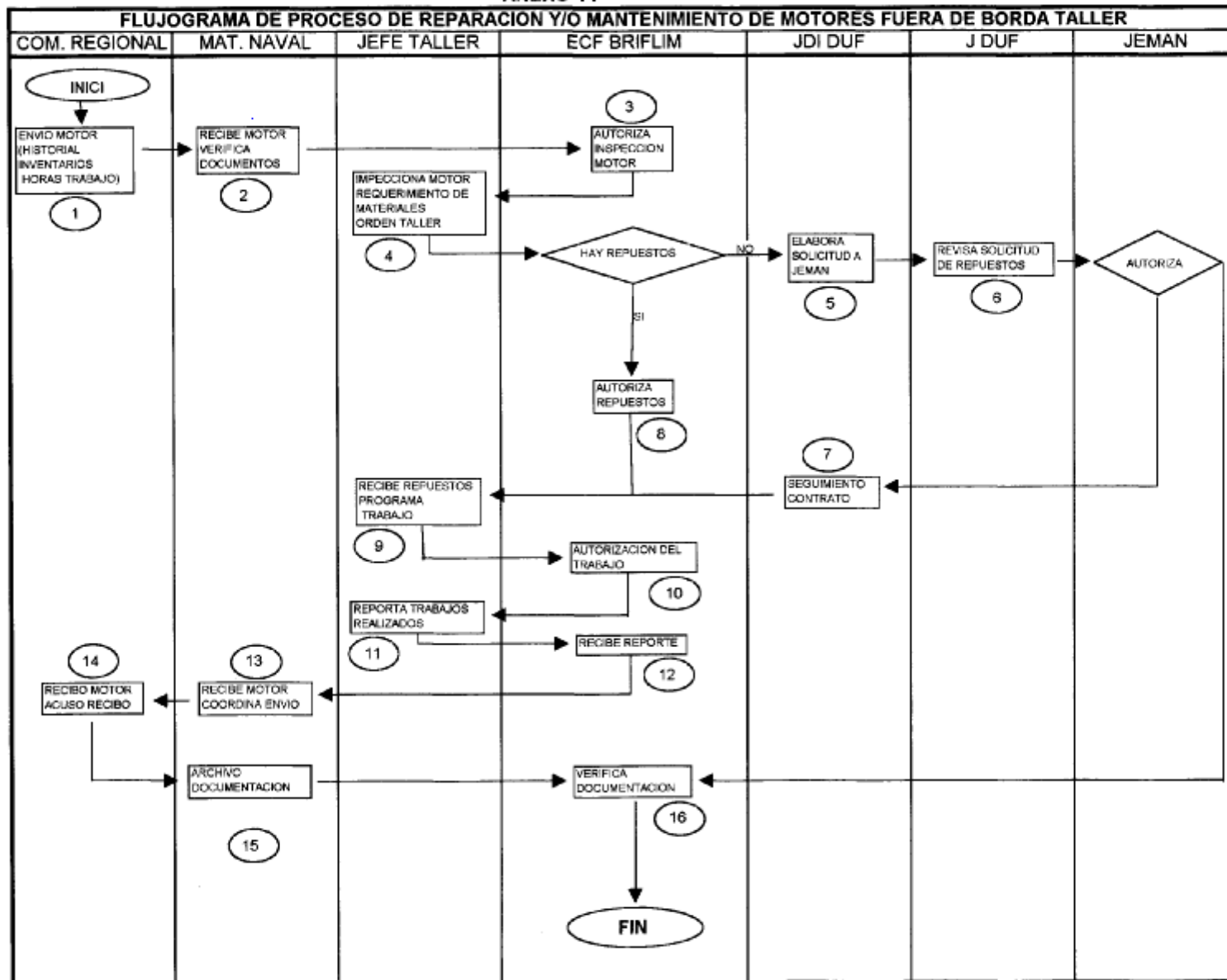
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | NIVEL DE MANTENIMIENTO | | | | FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO | NUMERO DE TARJETA DE MANTENIMIENTO | OBSERVACIONES |
|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|---|---|------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| | | | | | | | |
| CARGADOR DE BATERIAS | | | | | | | |
| LIMPIEZA DESPUÉS DE SU USO | X | | | | D1 | | |
| VERIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO CABLES, CAIMANES Y ALIMENTACION | | | X | | M1 | | |
| INSPECCION INTERNA | | | X | | S1 | | |
| MANTENIMIENTO GENERAL | | | X | | A1 | | |
| TORNO | | | | | | | |
| LIMPIEZA DEL EQUIPO | X | | | | D1 | | |
| LUBRICACIÓN PARTES MÓVILES | | X | | | W1 | | |
| MANTENIMIENTO ACCESORIOS DEL EQUIPO | | X | | | 2M1 | | |
| CALIBRACIÓN DE BANCADAS Y PUNTAS | | | X | | 3M1 | | |
| MANTENIMIENTO TRENES DE ACCIONAMIENTO | | | X | | A1 | | |
| MANTENIMIENTO MOTORES ELÉCTRICOS | | X | | | 3M1 | | |
| MANTENIMIENTO REDES DE FUERZA Y DE CONTROL | | X | | | 3M1 | | |
| CALIBRACIÓN CNC | | | | X | M1 | | |
| PRENSA HIDRAULICA | | | | | | | |
| LIMPIEZA DEL EQUIPO | X | | | | D1 | | |
| LUBRICACIÓN PARTES MOVILES | | X | | | W1 | | |
| VERIFICAR NIVEL DE ACEITE | | X | | | M1 | | USAR W10 HIDRAULICO |
| MANTENIMIENTO ACCESORIOS DEL EQUIPO | | X | | | 2M1 | | |
| VERIFICAR FUGAS DE ACEITE | | X | | | Q1 | | |
| CALIBRACIÓN DEL MANÓMETRO DEL EQUIPO | | | X | | S1 | | |
| VERIFICAR DESGASTE ÉMBOLOS Y SELLOS DE LA BOMBA | | | X | | A1 | | CAMBIAR SI ES NECESARIO |
| MANTENIMIENTO GENERAL | | | X | | A2 | | |

| | | | | | | |
|---------------------------------------------------|---|---|---|---|----|----------------------------------------|
| COMPRESOR | | | | | | |
| LIMPIEZA GENERAL | X | | | | D1 | |
| DRENAR BOTELLA DE AIRE | X | | | | D2 | |
| VERIFICAR FUNCIONAMIENTO VÁLVULAS DE ALIVIO | | | X | | W1 | |
| VERIFICAR TENSIÓN DE LAS CORREAS | | X | | | M1 | |
| CAMBIO ACEITE EN LOS MECANISMOS | | | X | | Q1 | RELLENAR HASTA LA MARQUILLA CON SAE 40 |
| VERIFICAR AJUSTE TORNILLOS DE SUJECIÓN DE LA BASE | | X | | | S1 | |
| LAVADO INTERNO DEL TANQUE. | | | X | | A1 | |
| MANTENIMIENTO GENERAL | | | X | | A2 | |
| PRUEBA HIDROSTATICA BOTELLA | | | | X | 4A | |
| CARRO TRANSPORTE MOTORES | | | | | | |
| LIMPIEZA DESPUÉS DE USO | X | | | | D1 | |
| LUBRICAR PARTES MOVILES | | X | | | W1 | |
| ENGRASAR CADENA Y RODAMIENTOS | | X | | | M1 | |
| VERIFICAR NIVEL DE ACEITE | | X | | | 2M | RELLENAR SI ES NECESARIO |
| MANTENIMIENTO SISTEMA HIDRAULICO | | | X | | S1 | |
| ESMERIL | | | | | | |
| LIMPIEZA DESPUES DE USO | X | | | | D1 | |
| LIMPIEZA GUARDAS DE SEGURIDAD | X | | | | F1 | |
| RECTIFICAR PARTE FRONTAL PIEDRAS | | X | | | M1 | |
| VERIFICAR RODAMIENTOS | | | X | | S1 | |
| MANTENIMIENTO GENERAL | | | X | | A1 | |

ANEXO E
PÁGINA INSTRUCTIVO ORDEN DE TRABAJO.

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------|
| SISTEMA Propulsión | EQUIPO Motor fuera de borda | | CÓDIGO MANTENIMIENTO M2 |
| DESCRIPCIÓN 1. Inspección de camisas y pistones. | TOTAL DE HORAS/PERSONA 8 | DURACIÓN 24 | FRECUENCIA Cada 500 horas |
| PRECAUCIONES DE SEGURIDAD | | | |
| 1. Cumpla con las instrucciones de seguridad vigentes | | | |
| MATERIALES | | | |
| 1. Trapos de limpieza 2. Tinte penetrante, equipo | | | |
| HERRAMIENTAS | | | |
| Herramientas de mano | | | |
| PROCEDIMIENTOS | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Desmontaje tapa superior y laterales del motor <ol style="list-style-type: none"> a. Revise que las guías, camisas y culata que no tengan deformaciones, deterioro, desgastes, fisuras o rompimiento de ensamblajes. b. Si hay sospechas de fisuras, realice pruebas no-destructivas. c. Desmonte anillos y pistones, ejecute operaciones de inspección a las superficies. d. Tome dimensiones y verifique tolerancias máximas de desgaste en cilindros y camisas e. Si encuentra señales o marcas de desgaste, rayaduras, picaduras, etc., proceda a cambiar los elementos. f. Limpie y preserve la superficie de los accesorios que estén en condiciones satisfactorias de uso. g. Ensamble y deje listo para pruebas de funcionamiento | | | |

ANEXO F.

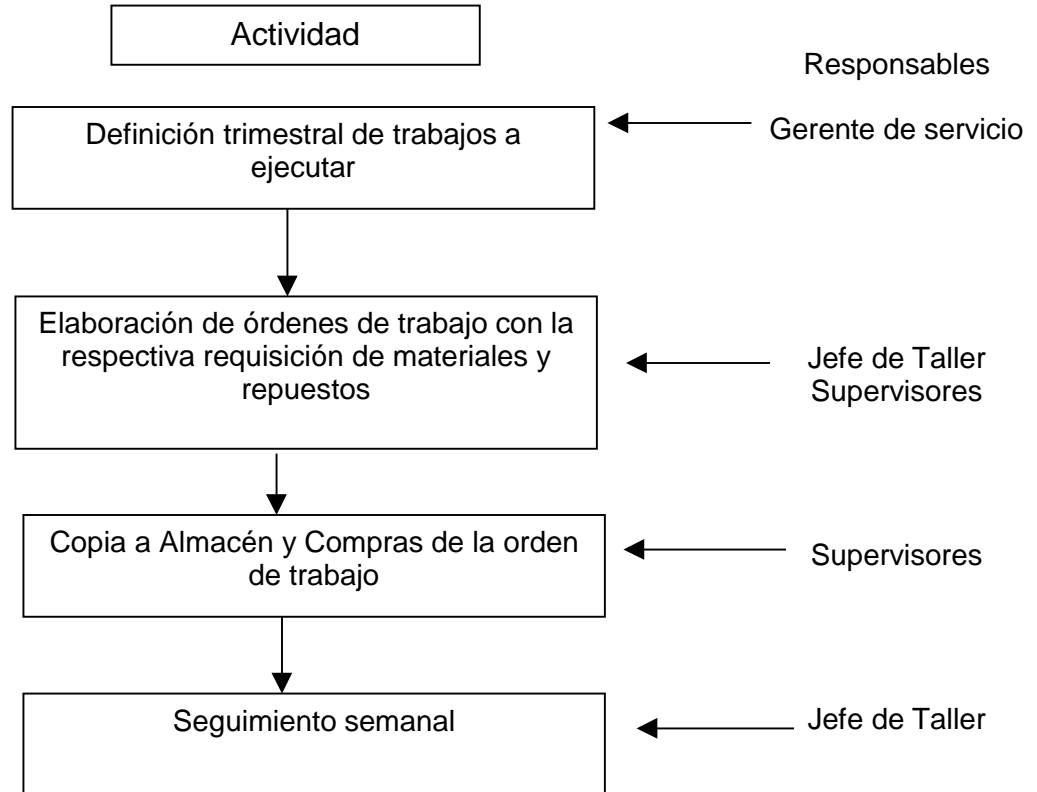


**ANEXO G.
EVALUACIÓN DE EMPLEADOS.**

| Nombre del Empleado _____ | | | |
|-------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|
| Fecha de evaluación _____ | | | |
| Descripción de objetivos a evaluar (propuestas) | Indicador de desempeño | Puntaje máx.. | Puntaje alcanzado |
| No. de fallas por defectos de mantenimiento en el año | 0 fallas /mantto | 100 | |
| Reprocesos | 0 procesos | 100 | |
| Cumplimiento en la entrega de trabajos | 0 trabajos atrasados | 100 | |
| No accidentarse | 0 accidentes | 100 | |
| Participación en círculos de calidad | Pertenecer al menos 1 C.C | 100 | |
| Asistencia a eventos programados | 0 faltas a eventos | 100 | |
| Puntualidad | 0 llegadas tarde | 100 | |
| Desempeño en test de Cooper | Cumple test | 100 | |
| Cumplimiento de objetivos grupal definido | | 100 | |
| Objetivo grupal | | | |
| | | | |
| | | | |
| PUNTAJE TOTAL | | 900 | |
| Observaciones: _____ | | | |
| _____ | | | |
| _____ | | | |
| Firma del Jefe de Taller | | Firma del Empleado | |

ANEXO H

Procedimiento para reserva de Materiales y Repuestos



ANEXO I

Distribución de planta sugerida para el taller de mantenimiento de motores fuera de borda



ANEXO J

Distribución de planta con la que entró en operación el taller de i de motores fuera de borda

