

**OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL
DEPARTAMENTO DE BUCEO Y SALVAMENTO DE LA ARMADA
NACIONAL**

**ME HENDERSSON ELBERTO RODRIGUEZ GONZALEZ
ME NELSON FERNANDO VILLALBA OSPINA**



**FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
CARTAGENA DE INDIAS
2011**

**OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL
DEPARTAMENTO DE BUCEO Y SALVAMENTO DE LA ARMADA
NACIONAL**

**ME HENDERSSON ELBERTO RODRIGUEZ GONZALEZ
ME NELSON FERNANDO VILLALBA OSPINA**

**Trabajo Final Integrador para optar por el título de Especialista en
Gerencia de Mantenimiento**

**Director Trabajo Final Integrador
PhD (c), MSC, ME Juan Gabriel Fajardo Cuadro**



**FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
CARTAGENA DE INDIAS, BOLÍVAR
2011**

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Cartagena de Indias D. T. y C., 18 de febrero de 2011

AGRADECIMIENTOS

Los autores, expresan sus agradecimientos a:

- Dios, por el don de la vida e iluminarnos cada día nuestras vidas.
- Nuestras abnegadas familias, por su comprensión y entendimiento durante el transcurso de los estudios.
- A la Armada Nacional, por darnos la oportunidad de crecer profesionalmente para beneficio propio y de la institución al permitirnos aplicar los conocimientos adquiridos durante la especialización.

Cartagena de Indias D. T. y C., 18 de Febrero de 2011

Señores:

Comité Evaluador

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Universidad Tecnológica De Bolívar

Ciudad.

Apreciados señores:

Por medio de la presente nos permitimos someter para su estudio, consideración y aprobación el Trabajo Final Integrador titulado **“OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE BUCEO Y SALVAMENTO DE LA ARMADA NACIONAL”** realizada por los estudiantes **Hendersson Elberto Rodríguez González** y **Nelson Fernando Villalba Ospina**, para optar al título de Especialistas en Gerencia de Mantenimiento.

Cordialmente,



Hendersson Elberto Rodríguez González



Nelson Fernando Villalba Ospina

CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Cartagena de Indias D. T. y C., 18 de Febrero de 2011

Yo, **Hendersson Elberto Rodríguez González**, manifiesto en este documento mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica de Bolívar los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la Ley 23 de 1982 sobre Derechos de Autor, del trabajo final denominado **“OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE BUCEO Y SALVAMENTO DE LA ARMADA NACIONAL”** producto de mi actividad académica para optar el título de **Especialista en Gerencia de Mantenimiento** de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

La Universidad Tecnológica de Bolívar, entidad académica sin ánimo de lucro, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los derechos anteriormente cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y extensión. La cesión otorgada se ajusta a lo que establece la Ley 23 de 1982. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento que hace parte integral del trabajo antes mencionado y entrego al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica de Bolívar.



Hendersson Elberto Rodríguez González
C. C. 91,455,803 de Oiba -Santander

CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Cartagena de Indias D. T. y C., 18 de Febrero de 2011

Yo, **Nelson Fernando Villalba Ospina**, manifiesto en este documento mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica de Bolívar los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la Ley 23 de 1982 sobre Derechos de Autor, del trabajo final denominado **“OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE BUCEO Y SALVAMENTO DE LA ARMADA NACIONAL”** producto de mi actividad académica para optar el título de **Especialista en Gerencia de Mantenimiento** de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

La Universidad Tecnológica de Bolívar, entidad académica sin ánimo de lucro, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los derechos anteriormente cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y extensión. La cesión otorgada se ajusta a lo que establece la Ley 23 de 1982. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento que hace parte integral del trabajo antes mencionado y entrego al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica de Bolívar.



Nelson Fernando Villalba Ospina
C.C. 91.291.168 de Bucaramanga

Cartagena de Indias D. T. y C., 18 de Febrero de 2011

**Señores:
Comité Evaluador
Especialización en Gerencia de Mantenimiento
Universidad Tecnológica De Bolívar
Ciudad.**

Apreciados señores:

Por medio de la presente me permito informarles que el Trabajo Final Integrador titulado **“OPTIMIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE BUCEO Y SALVAMENTO DE LA ARMADA NACIONAL”** ha sido desarrollado de acuerdo a los objetivos establecidos por la Especialización de Gerencia en Mantenimiento.

Como director del proyecto considero que el trabajo es satisfactorio y amerita ser presentado para su evaluación.

Atentamente



**MSc, ME Juan Gabriel Fajardo Cuadro
Director Trabajo Final Integrador**

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS	11
4. MARCO REFERENCIAL	12
4.1 TEORIA DEL MANTENIMIENTO	12
4.2 METODO DE LAS 5s	20
4.3 INDICADORES DE MANTENIMIENTO	33
4.4 MOTORES DIESEL MARINOS	35
4.5 MOTORES FUERA DE BORDA	40
4.6 AIRES ACONDICIONADOS	45
4.7 CAMARAS HIPERBARICAS	48
4.8 AUDITORIAS DE MANTENIMIENTO	50
5. METODOLOGÍA	52
5.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN HISTÓRICA DE MTTO	52

5.2 RESULTADOS DE LA AUDITORÍA	53
5.3 MATRIZ DOFA DE LA AUDITORÍA	57
5.4 ANÁLISIS DE LOS PLANES DE MANTENIMIENTO ACTUALES	57
5.5 ANÁLISIS DE CRITICIDAD	60
6. CONCLUSIONES	66
7. RECOMENDACIONES	67
8.BIBLIOGRAFIA	68
9.ANEXO A (Modelo de Auditoría)	70
10.ANEXO B (Formatos nuevos planes de mantenimiento)	75
11.FORMATOS STÁNDAR REGISTRO DE MANTENIMIENTO	98
12.FORMATO HORARIO DE FUNCIONAMIENTO	99
13.FORMATO ANÁLISIS DE FALLAS	100
14. MODELO FICHAS TECNICAS PARA MAQUINAS Y EQUIPOS	101

RESEÑA HISTÓRICA

El Departamento de Buceo y Salvamento forma parte orgánica de la Base Naval ARC “BOLIVAR”, principal unidad de apoyo logístico con que cuenta la Armada Nacional. Las capacidades técnicas y operativas con que cuenta el Departamento de Buceo y Salvamento, hacen de este un importante componente del sistema de apoyo logístico en el campo de los servicios submarinos, requeridos para contribuir al mantenimiento de la integridad estructural y funcionalidad de la obra viva de los cascos de los buques y demás material flotante que integra la flota naval. La función logística del Departamento de Buceo y Salvamento, está directamente relacionada con intereses institucionales de carácter estratégico, para el cumplimiento de la misión.

La capacidad técnica concentrada en el Departamento de Buceo y Salvamento, cubre una amplia gama de servicios especializados que, al exceder el apoyo a los diferentes tipos de unidades a flote, e instalaciones portuarias con que cuenta la Armada Nacional, se extiende al sector civil. Estas capacidades están fundamentadas en el sólido conocimiento de las técnicas del buceo, conjugado con el conocimiento actualizado de diversas áreas tecnológicas, constituyen el respaldo de tales recursos y capacidades.

Lejos de reposar pasivamente en espera de órdenes superiores para actuar en caso de emergencia, la actual organización del Departamento de Buceo y Salvamento, ha sido el resultado de un accidentado camino que, a lo largo de un proceso atípico, se remonta al año de 1932.

A principios de 1986, con ocasión de la construcción del Terminal Petrolero del Oleoducto Caño Limón – Coveñas, se presentó a los buzos de salvamento, la oportunidad de participar en el suministro de los servicios de buceo necesarios para el mantenimiento de las nuevas estructuras submarinas. Construido por empresas extranjeras, el terminal fue localizado en aguas del Golfo de Morrosquillo. Para su mantenimiento estas empresas habían acudido a la contratación de los servicios por parte de buzos profesionales de una importante empresa de nivel internacional.

La oportunidad presentada para la participación de los buzos de la Armada Nacional al lado de los buzos profesionales extranjeros, llevó al Departamento Buceo y Salvamento de la Base Naval ARC “Bolívar”, a dar un importante paso hacia su actualización tecnológica en el campo del buceo, mediante la capacitación de los buzos de salvamento en actividades de buceo profesional.

A partir de 1992, el Departamento de Buceo y Salvamento experimentó una reorganización interna orientada a la consolidación de las capacidades adquiridas hasta ese momento. Siempre en procura de superar los objetivos institucionales, para satisfacer la demanda de los servicios de buceo de las unidades que integran la flota naval colombiana, se realizaron los esfuerzos para elevar la calidad de la capacitación de las nuevas generaciones de buzos de salvamento.

A través del Departamento de Buceo y Salvamento, la Base Naval ARC “BOLIVAR”, satisface la demanda de una variada gama de los servicios técnicos que hacen parte del apoyo logístico requerido para contribuir al mantenimiento de la operatividad de las unidades a flote, instalaciones portuarias y demás estructuras marinas de la institución. Además, al poner al servicio del país las capacidades del Departamento de Buceo y Salvamento, la Armada Nacional contribuye activamente al desarrollo del país. Entre las capacidades para el suministro de servicios de buceo técnico y comercial ofrecidos por el Departamento de Buceo y Salvamento, se cuentan:

1. Capacitación.
2. Inspección y mantenimiento de estructuras sumergidas.
3. Asistencia y salvamento marítimo.
4. Corte y soldadura submarina.
5. Pilotaje y cimentación de estructuras, entre otros.

INTRODUCCIÓN

Debido a la globalización y a los ambientes altamente competitivos con los cuales las empresas deben enfrentarse en la actualidad, los sistemas de mantenimiento juegan un papel muy importante en la producción y las operaciones de las empresas.

Los responsables del mantenimiento en las empresas industriales deben implementar estrategias eficaces de mantenimiento para dejar de ser un departamento que realiza reparaciones y cambia piezas y/o máquinas completas, a una división que contribuye de gran manera en asegurar los niveles de producción. Es por tanto necesario hacer notar que la actividad de “mantener”, si es llevada a cabo de la mejor manera, puede generar un mejor producto lo que significa producción de mejor calidad, en mayor cantidad y con costos más bajos.

El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, precisamente, de que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución.

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

1. Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
2. Disminución de los costos de mantenimiento.
3. Optimización de los recursos humanos.
4. Maximización de la vida de la máquina.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

El objetivo principal de este trabajo final integrador es la de presentar una propuesta para optimizar los planes de mantenimiento de las principales secciones de la División de Mantenimiento del Departamento de Buceo y Salvamento de Armada Nacional, partiendo de la realización de una auditoría interna para identificar los puntos de mejora y determinar que acciones son necesarias para contribuir al mejoramiento continuo de la División de Mantenimiento.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el Departamento de Buceo y Salvamento esta certificado bajo la norma ISO 9001:2008 NTC GP 1000:2004, y con el fin de identificar problemas y dar soluciones a estos se requiere realizar una auditoría a la División de Mantenimiento con el propósito de conocer la situación en que se encuentra actualmente esta división con el objeto de identificar puntos de mejora y determinar las acciones necesarias para mejorar, sin el ánimo de juzgar a los responsables de mantenimiento ni cuestionar su forma de trabajo. Lo que se busca con la auditoría es simplemente diseñar un plan de acción en el que se identifiquen problemas y como solucionarlos.

2. JUSTIFICACIÓN

- 2.1. El desarrollo de este proyecto permitirá al Departamento de Buceo y Salvamento tener un plan de mantenimiento óptimo teniendo en cuenta sus equipos, necesidades de personal, indicadores de mantenimiento, herramientas y auditorias.
- 2.2. Para el desarrollo de este proyecto se tendrá en cuenta el análisis exhaustivo del actual plan de mantenimiento, manuales del fabricante, hojas de vida de los equipos y la documentación actual. Con base a esto y con la implementación de un Plan de mantenimiento adecuado se garantizara el excelente funcionamiento de los equipos, la calidad de los trabajos realizados y la reducción de accidentes.
- 2.3. Se mejoraran los malos hábitos y costumbres del personal de mantenimiento.
- 2.4. Se analizaran las competencias, funciones y actitudes del Talento Humano en la División de Mantenimiento.
- 2.5. La actual área de mantenimiento cuenta con los equipos y con el personal idóneo para efectuar las labores de mantenimiento, pero no está dedicado exclusivamente a estas actividades debido al cumplimiento de sus funciones como buzo.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Optimizar los planes de mantenimiento de las principales secciones de la División de Mantenimiento del Departamento de Buceo y Salvamento de la Armada Nacional, partiendo de la realización de una auditoría interna.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.2.1. Realizar una auditoría a la División de Mantenimiento del Departamento de Buceo y Salvamento.
- 3.2.2. Analizar el actual plan de mantenimiento
- 3.2.3. Mejorar planes de mantenimiento actuales
- 3.2.4. Diseñar formatos de registro de mantenimiento, horario de funcionamiento, análisis de fallas.
- 3.2.5. Diseñar un modelo de fichas técnicas para maquinas y equipos
- 3.2.6. Realizar un análisis de criticidad de las secciones más importantes
- 3.2.7. Identificar puntos de mejora y determinar las acciones necesarias para mejorar los resultados de la auditoría
- 3.2.8. Complementar las actuales hojas de vida de los equipos
- 3.2.9. Diseño de indicadores de mantenimiento

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. TEORÍA DEL MANTENIMIENTO

Entendemos por gestión del mantenimiento, la realización de diligencias encaminadas a determinar, organizar y administrar los recursos del mantenimiento, con el objeto de lograr la más alta disponibilidad de los equipos con sano criterio económico¹.

La selección de un modo de gestión de mantenimiento se hace con base en las necesidades específicas de cada empresa; existen suficientes diferencias y alternativas entre diferentes opciones. La escogencia individual del modo de la gestión del mantenimiento es indiferente del momento y estado que viva la empresa, puede llegar a ser uno de los grandes pecados estratégicos que conduzcan a resultados deficientes de mantenimiento en el mediano o largo plazo.

El mantenimiento no es una función “miscelánea”, produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.²

Para lograr el éxito o el fracaso de una empresa la participación del mantenimiento incide directamente en:

- a. Costos de producción.
- b. Calidad del producto servicio.
- c. Capacidad operacional.
- d. Capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado: por ejemplo, al generar e implantar soluciones innovadoras y manejar oportuna y eficazmente situaciones de cambio.
- e. Seguridad e higiene industrial.
- f. Calidad de vida de los colaboradores de la empresa.
- g. Imagen y seguridad ambiental de la compañía.

¹Mantenimiento. <http://ceemantenimientoblogspotcom.blogspot.com/>

² Mantenimiento y seguridad industrial.
<http://produccinyseguridadindustrial.blogspot.com/2010/10/mantenimiento-y-seguridad-industrial.html>

En conclusión el mantenimiento no es una función “miscelánea”, produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

4.1.1. DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO³

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles e instalaciones.

La labor del Departamento de Mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria, herramienta y equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

4.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

El personal que labora en el departamento de mantenimiento, se ha formado una imagen, como una persona tosca, de uniforme sucio, lleno de grasa, mal hablado, lo cual ha traído como consecuencia problemas en la comunicación entre las áreas operativas y de este departamento creándose un mal concepto de la imagen generando poca confianza.

4.1.3. BREVE HISTORIA DE LA ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas son base fundamental para lograr el objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores y de minimizar los costos propios de mantenimiento.

Más recientemente, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, como de calidad, y de cambio rápido de producto, conducen a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto

³ Mantenimiento y seguridad industrial.

<http://jhonnyq1.espacioblog.com/post/2007/07/15/mantenimiento-y-seguridad-industrial-mantenimiento-correctivo->

técnica como económica del mantenimiento. Es la filosofía de la terotecnología. Todo ello ha llevado a la necesidad de manejar desde el mantenimiento una gran cantidad de información.

4.1.4. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia para evitar, precisamente, de que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución.

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos

- a. Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- b. Disminución de los costos de mantenimiento.
- c. Optimización de los recursos humanos.
- d. Maximización de la vida de la máquina.
- e. Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- f. Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- g. Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.
- h. Evitar accidentes.
- i. Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- j. Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- k. Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- l. Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

4.1.5. CLASIFICACIÓN DE FALLAS

4.1.5.1. Fallas Tempranas

Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

4.1.5.2. Fallas adultas

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos de una máquina, etc.).

4.1.5.3. Fallas tardías

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del bien (envejecimiento de la aislación de un pequeño motor eléctrico, pérdida de flujo luminoso de una lámpara, etc.).

4.1.6. TIPOS DE MANTENIMIENTO

4.1.7. Mantenimiento correctivo

Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente. Por lo general obliga a un riguroso conocimiento del equipo y de las partes susceptibles a falla, a un diagnóstico, a un diagnóstico acertado y rápido de las causas. El mantenimiento correctivo se justifica cuando el equipo no se halla en una línea de producción o punto crítico del proceso, no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques:

4.1.7.1. Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo)

Este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provocó la falla.

4.1.7.2. Mantenimiento curativo (de reparación)

Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla.

Generalmente las personas que practican este tipo de mantenimiento suelen tener un almacén de recambio, sin control, de algunas cosas hay demasiado y de otras quizás de más influencia no hay piezas, por lo tanto es caro y con un alto riesgo de falla.

Mientras se prioriza la reparación sobre la gestión, no se puede prever, analizar, planificar, controlar y/o rebajar costos.

El mantenimiento correctivo no se puede eliminar en su totalidad, por lo tanto una gestión correcta extraerá conclusiones de cada parada e intentará realizar la reparación de manera definitiva ya sea en el mismo momento o programando un paro, para que esa falla no se repita.

Es importante tener en cuenta en el análisis de la política de mantenimiento a implementar, que en algunas máquinas o instalaciones el mantenimiento correctivo será el sistema más rentable.

4.1.7.3. Historia del mantenimiento correctivo

A finales del siglo XVIII y comienzo del siglo XIX durante la revolución industrial, con las primeras máquinas se iniciaron los trabajos de reparación y de conceptos de competitividad de costos; planteo en las grandes empresas, las primeras preocupaciones hacia las fallas o paro que se producían en la producción. Hacia los años 20 aparecen las primeras estadísticas sobre tasas de falla en motores y equipos de aviación.

4.1.7.4. Ventajas del mantenimiento correctivo

4.1.7.4.1. Si el equipo está preparado la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo.

- 4.1.7.4.2. No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente, por lo tanto el costo de mano de obra será mínimo, será más prioritaria la experiencia y la pericia de los operarios, que la capacidad de análisis o de estudio del tipo de problema que se produzca.
- 4.1.7.4.3. Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económico.

4.1.7.5. Desventajas del mantenimiento correctivo

- 4.1.7.5.1. Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada.
- 4.1.7.5.2. Se suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia.

4.1.8. Mantenimiento Preventivo

Es el mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas imprevistas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas.

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el mantenimiento correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, si la primera y segunda no se realizan, la segunda es inevitable.

4.1.8.1. Historia del mantenimiento preventivo

Durante la segunda guerra mundial, el mantenimiento tiene un desarrollo importante debido a las aplicaciones militares, en esta evolución el

mantenimiento preventivo consiste en la inspección de los aviones antes de cada vuelo y en el cambio de algunos componentes en función del número de horas de funcionamiento.

4.1.8.2. Características del mantenimiento preventivo

Basicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyandose en el conocimiento de la máquina con base a la experiencia y los historiales obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias, engrasan, cambian correas, desmontaje, limpieza, etc.

4.1.8.3. Ventajas del mantenimiento preventivo

- a. Si se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.
- b. El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora continua.
- c. Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- d. Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

4.1.8.4. Desventajas del mantenimiento preventivo

- e. Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- f. Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- g. Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

4.1.9. Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en qué periodo de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de estándares, para así poder planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente para que esa avería nunca tenga consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de los equipos.

La predicción del comportamiento de los parámetros se hace a través de las ciencias: matemáticas, estadísticas, proyectivas, prospectivas, correlacionales, aleatorias, univariantes, bivariantes, y multivariantes, etc. Una de las características más importantes de este tipo de acción de mantenimiento es que no debe alterar el funcionamiento normal del equipo mientras se está aplicando.

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.

4.1.9.1. Historia del mantenimiento predictivo

Durante los años 60 se inician técnicas de verificación mecánica a través del análisis de vibraciones y ruidos mediante equipos analizadores de espectro de vibraciones FFT (Transformada rápida de Fouries), creados por Bruel Kjaer.

4.1.9.2. Ventajas del mantenimiento predictivo

- a. La intervención en el equipo o cambio de un elemento.
- b. Nos obliga a dominar el proceso y a tener unos datos técnicos, que nos comprometerá con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.

4.1.9.3. Desventajas del mantenimiento predictivo

- a. La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos y los analizadores de vibraciones tienen un costo elevado. De la misma manera se debe destinar un personal a realizar la lectura periódica de datos.

- b. Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.
- c. Por todo ello la implantación de este sistema se justifica en máquinas o instalaciones donde los paros intempestivos ocasionan grandes pérdidas, donde las paradas innecesarias ocasionen grandes costos.

4.2. Método de las 5s⁴

El método de las cinco eses es una técnica que se basa en la implantación de un sistema organizativo en las empresas en las que se procura obtener un elevado grado de orden, limpieza y hábito, en el cual se obtienen mejoras significativas en la empresa.

En la aplicación de la técnica se impone la definición de un lugar para cada elemento que interviene en la fabricación, eliminándose del área todos aquellos elementos que no tengan utilidad y que puedan entorpecer el proceso de producción; además se responsabiliza a los operarios de su gestión, con lo que se gana espacio físico, el flujo de los materiales es más rápido y se encuentran útiles necesarios rápidamente.

Las 5S es una metodología que se enmarca dentro de las Tecnologías de Producción actuales provenientes de Japón y que se denomina “cinco eses”, por las iniciales de: Organización, Orden, Limpieza, Estandarización (concepto relacionado también con la limpieza estandarizada) e Integración.

Al igual que el resto de las metodologías provenientes de Japón bien sea directa o

Indirectamente, se apoyan en la mejora continua que supone una implicación directa de los operarios en los procesos importantes de la empresa y sus mejoras.

4.2.1. Que beneficios trae?

La aplicación de esta técnica puede considerarse un paso previo a la implantación de cualquier proyecto de mejora en la empresa.

- a. Menores costes de fabricación
- b. Mejoras en calidad
- c. Mayor tasa de disponibilidad

⁴ <http://gestionemprededora.files.wordpress.com/2007/09/5s.pdf>

- d. Mejor seguridad en planta.
- e. Eliminación de desperdicios
- f. Reducción de materiales en proceso
- g. Incremento en la productividad personal
- h. Evitar accidentes
- i. Optimizar espacios
- j. Incrementar la velocidad de mejora en los procesos
- k. Mejoras en el ambiente laboral
- l. Reducción de tiempos muertos en las operaciones
- m. Crear cultura y filosofía de Calidad en todo el personal

4.2.2. Como funciona?

Muchas empresas se quejan en su operativa diaria de la falta de espacio en sus instalaciones, lo que dificulta el normal movimiento de materiales y trabajos en curso y hasta impide colocar los puestos de trabajo de forma correcta. Lo que no perciben es que gran parte del espacio que deben dedicar a las tareas productivas, lo tienen ocupado con elementos o materiales que no están bien ubicados, ya sea por que no están en su sitio y estorban en lugares de paso o de utilización de maquinaria o porque no están en uso (se colocaron temporalmente hace años) y lo mejor es retirarlos a un lugar apartado o deshacerse de ellos.

En otros casos, el operario pierde una gran cantidad de tiempo no productivo, buscando herramientas y materiales que necesita para una actividad. Esta búsqueda se produce porque no sabe donde está la herramienta o porque la puede tener otro compañero.

La solución es definir un sitio para cada cosa mediante una codificación sencilla del lugar donde dejar la herramienta y de la propia herramienta, de tal manera que el operario se dirija allí cuando la necesite y si no está es porque la está usando un compañero, pero no se pierde tiempo en su búsqueda.

Otra cuestión también relevante es que la suciedad que se acumula en el taller, en muchos casos, acaba produciendo algún tipo de no conformidad en el proceso productivo o en el producto; esto es típico en algunas industrias como la de alimentación, pero también sucede en las empresas que ofrecen al mercado un producto con un buen acabado superficial, ya sea por golpes del producto con algún material mal ubicado o porque se deposita polvo o algún otro tipo de suciedad.

La solución es mantener una limpieza adecuada del taller y una disciplina en la forma de trabajo que evite gran parte de esta suciedad.

Se trata de un ejercicio de orden, organización y limpieza, en donde se establece de forma clara:

- a. Los elementos necesarios para la fabricación, eliminando los que no lo son
- b. Lugares específicos para cada elemento, utilizándolos según se asignan
- c. Los sitios de almacenamiento de material, de herramientas, zonas de paso, etc., de tal forma que se consiga una fabricación con menos defectos, más segura y un flujo más ordenado.
- d. Estándares de limpieza que mantengan unas condiciones higiénicas y de Seguridad en la planta, que se traduce en un mejor ambiente, fomentando la calidad en cada puesto de trabajo.

4.2.3. Implementación

4.2.3.1. Compromiso de la alta dirección

- a. Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5 S y mantenimiento autónomo.
- b. Crear un equipo promotor o líder para la Implementación en toda la entidad.
- c. Suministrar los recursos para la implantación de las 5 S.
- d. Motivar y participar directamente en la promoción de sus actividades.
- e. Evaluar el progreso y evolución de la implantación en cada área de la empresa.
- f. Participar en las auditorias de progreso.
- g. Aplicar las 5 S en su trabajo.
- h. Enseñar con el ejemplo.
- i. Demostrar su compromiso y el de la empresa para la implantación de las 5 S.

4.2.3.2. Elegir las áreas de inicio del programa

4.2.3.3. Sensibilización al personal

Se deben realizar por lo menos dos (02) actividades de sensibilización de aproximadamente una (01) hora de duración, con el personal para que participe activa y conscientemente del programa; donde se recalca la importancia de que el sitio/lugar de trabajo permanezca en completo orden y aseo para obtener la optimización de los recursos con que se cuenta y dispone.

4.2.4. 4Análisis de la situación

Se debe realizar un informe detallado del estado actual de la dependencia en cuanto a clasificación, orden, limpieza, señalización de áreas etc, con fotografías.

FORMATO DE EVALUACION					
categoria	Elementos	10	7	4	1
Selección	Distinguir entre lo necesario y lo que no lo es				
	Han sido eliminados todos los artículos innecesarios				
	los corredores y áreas de trabajo son los suficientemente limpias y señaladas				
	Existe un procedimiento para disponer de los artículos innecesarios				
	Los artículos innecesarios están almacenados y previamente marcados				
Orden	Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar				
	Existe un lugar específico para todo ,marcado visualmente y bajo las normas de las buenas practicas de manufactura				
	Esta todo en su lugar específico y bajos las BPM				
	Es fácil reconocer el lugar para cada cosa				
	Se vuelven a colocar las cosas en su lugar después de usarlas				
	Los limites de las cosas son fáciles de reconocer				
Limpieza	Limpieza y buscando métodos para mantenerlo limpio				
	Las áreas de trabajo son limpias				
	Los equipos se mantienen en buenas condiciones y limpios				
	Es fácil distinguir los materiales de limpieza, uso de detergentes y limpiadores aprobados				
	Las medidas de limpieza utilizadas son inviolables				
	Las medidas de limpieza y horarios son visibles fácilmente				
Estandarización	Mantener y monitorear las 3 s anteriores				
	Esta toda la información necesaria en forma visible				
	Se respeta conscientemente todos los estándares				
	Están asignadas y visibles todas responsabilidades de limpieza				
	Están las canecas de basura y desperdicios vacíos y limpios				
Autodisciplina	Apegarse a las reglas escrupulosamente				
	El personal observa procedimientos de BPM y seguridad				
	La sección es observada regularmente en cuanto a organización, orden y limpieza				
	Se observan reglas de seguridad y limpieza				
	Se respetan las reas de no fumar y no comer				
	La basura y desperdicio están bien localizados y ordenados				

4.2.5. Crear un grupo

Crear un grupo de implementación y verificación del la técnica.

4.2.6. Generar cronograma de trabajo y definir metas

Se debe establecer un cronograma de trabajo y definir metas claras sobre la verificación y cumplimiento de cada una de las cinco “S”, se deben tomar fotos antes de después y realizar un informe escrito acerca del cumplimiento del cronograma

4.2.7. Primera S Seiri: Clasificar

El propósito de clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de mantenimiento o de oficinas cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar.

4.2.7.1. Propósitos:

- a. Hacer un trabajo fácil al eliminar obstáculos.
- b. Eliminar la concepción de cuidar las cosas que son innecesarias.
- c. Evitar las interrupciones provocadas por elementos innecesarios.
- d. Prevenir fallas causadas por elementos innecesarios.

4.2.7.2. Beneficios:

- a. Sitios libres de objetos innecesarios o inservibles.
- b. Más espacios.
- c. Mejor concepción espacial.
- d. Mejor control de inventarios.
- e. Menos accidentes en las áreas de trabajo.
- f. Espacios libres y organizados.

4.2.7.3. Procedimiento

- a. Identificar los elementos innecesarios
- b. Realizar una lista de elementos innecesarios
Esta lista se debe diseñar y enseñar durante la fase de preparación. Esta lista permite registrar el elemento innecesario, su ubicación, cantidad encontrada, posible causa y acción sugerida para su eliminación.
- c. Identificación con tarjetas de color
Este tipo de tarjeta permite marcar o denunciar que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva.

- i. **Tarjetas de Color Rojo:** para destacar objetos que no pertenecen al área y deben colorarse lejos del lugar de trabajo o para marcar todo aquello que debe desecharse.
- ii. **Tarjetas de Color Azul:** pueden destacar elementos que pertenecen al trabajo realizado, que reducen el espacio en el lugar de trabajo y se debe buscar un sitio mejor para colocarlo.
- iii. **Tarjetas de Colores Intensos:** para facilitar su identificación, pueden ser de colores fluorescentes, su color ayuda a identificarlos rápidamente aún estando a distancias alejadas.

d. Plan de Acción para el retiro de elementos

Una vez visualizado y marcados con las tarjetas los elementos innecesarios, se tendrán que hacer las siguientes consultas:

- i. Mover el elemento a una nueva ubicación dentro de la planta.
- ii. Almacenar al elemento fuera del área de trabajo.
- iii. Eliminar el elemento.

e. Control e Informe final

El jefe de área deberá realizar un informe donde enumere la cantidad y lugar de los objetos necesarios, dañados, obsoletos, y objetos demás.



4.2.8. Segunda S Seiton: Ordenar

4.2.8.1. Propósito:

- a. Prevenir las pérdidas de tiempo en la búsqueda y transporte de objetos.
- b. Asegurar que lo que entra primero sale primero.
- c. Hacer el flujo de producción estable y fácil de trabajar, esto con el fin de evitar retrocesos y además organizar un buen rol de trabajo para eliminar los tiempos de demora.
- d. Establecer procedimientos e instrucciones que faciliten la ejecución de las operaciones.
- e. Establecer sistemas de control visual que permitan tanto a nivel del personal de la empresa como a nivel externo, ubicar fácilmente los lugares y los objetos, así como también entender los procesos productivos y los procedimientos existentes.

4.2.8.2. Beneficios:

- a. Nos ayuda a encontrar fácilmente objetos o documentos, economizando tiempo y movimiento.
- b. Facilita el regresar a su lugar los objetos que hemos utilizado.
- c. Ayuda a identificar cuándo falta algo.
- d. Da una mejor apariencia
- e. El orden es la esencia de la estandarización, un sitio de trabajo debe estar completamente ordenado antes de aplicar cualquier tipo de estandarización.
- f. La estandarización significa crear un modo consistente de realización de tareas y procedimientos.

4.2.8.3. Procedimiento

- a. Orden y estandarización
- b. Control Visual
Se utiliza para informar de una manera fácil entre otros los siguientes temas:
 - i. Sitio donde se encuentran los elementos.
 - ii. Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un equipo o proceso de trabajo.
 - iii. Sitio donde se deben ubicarse los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados.
 - iv. Donde ubicar la carpeta, calculadora, bolígrafos, lápices en el sitio de trabajo.

- v. Los controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización.

c. Mapa 5s

Es un gráfico que muestra la ubicación de los elementos que pretendemos ordenar en una determinada área.

Los criterios o principios para encontrar las mejores localizaciones de herramientas, equipos, archivadores y útiles son:

- i. Localizar los elementos en el sitio de trabajo de acuerdo con su frecuencia de uso.
- ii. Los elementos usados con más frecuencia se colocan cerca del lugar de uso.
- iii. Almacenar las herramientas de acuerdo con su función o producto.
- iv. Si los elementos se utilizan juntos se almacenan juntos, y en la secuencia con que se usan.
- v. Eliminar la variedad de plantillas, herramientas y útiles que sirvan en múltiples funciones.

d. Marcación de la ubicación

Una vez que se ha decidido las mejores localizaciones, es necesario un modo para identificar estas localizaciones de forma que cada uno sepa donde están las cosas, y cuantas cosas de cada elemento hay en cada sitio. Para esto se pueden emplear:

- i. Indicadores de ubicación.
- ii. Indicadores de cantidad.
- iii. Letreros y tarjetas.
- iv. Nombre de las áreas de trabajo.
- v. Localización de stocks.
- vi. Lugar de almacenaje de equipos.
- vii. Procedimientos estándares.
- viii. Disposición de maquinas.
- ix. Puntos de limpieza y seguridad.

e. Codificación de colores

Es un método para identificar la localización de puntos de trabajo, ubicación de elementos, materiales y productos, etc.

La marcación con colores se utiliza para crear líneas que señalen la división entre áreas de trabajo y movimiento, las aplicaciones más frecuentes de las líneas de colores son:

- i. Localización de almacenaje de carros con materiales en transito.

- ii. Localización de elementos de seguridad: grifos, válvulas de agua, camillas, etc.
- iii. Colocación de marcas para situar mesas de trabajo.
- iv. Líneas cebra para indicar áreas en las que no se debe localizar elementos ya que se trata de áreas con riesgo.
- v.

4.2.9. Tercera S Seiso: Limpieza

Una vez el espacio de trabajo está despejado (*seiri*) y ordenado (*seiton*), es mucho más fácil limpiarlo (*seisō*). Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo. El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria.

4.2.9.1. Propósitos:

- a. Facilitar la elaboración de productos de calidad.
- b. Combinar la limpieza con la inspección de manera que se detecten fallas a tiempo.
- c. Hacer del lugar de trabajo un sitio seguro y confortable.

4.2.9.2. Beneficios:

- a. Alargamiento de la vida útil de los equipos e instalaciones.
- b. Menos probabilidad de contraer enfermedades.
- c. Menos accidentes.
- d. Mejor aspecto del lugar de trabajo y de las personas.
- e. Ayuda a evitar mayores daños a la ecología

4.2.9.3. Normas para Seiso:

- a. Limpiar, inspeccionar, detectar las anomalías
- b. Volver a dejar sistemáticamente en condiciones
- c. Facilitar la limpieza y la inspección
- d. Eliminar la anomalía en origen

4.2.9.4. Procedimiento

- a. Campaña de limpieza

Es un buen inicio y preparación para la práctica de la limpieza permanente. Esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. Las acciones de limpieza deben ayudarnos a mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial.

Como evento motivacional ayuda a comprometer a la dirección y operarios en el proceso de implantación seguro de la 5 S.

b. Planificar el mantenimiento de limpieza

El jefe de área debe asignar un cronograma de trabajo de limpieza en el sector de la planta física que le corresponde. Si se trata de un equipo de gran tamaño o una línea compleja, será necesario dividirla y asignar responsabilidades por zona a cada trabajador. Esta asignación se debe registrar en un gráfico en el que se muestre la responsabilidad de cada persona.

c. Preparar el manual de limpieza

Es útil elaborar un manual de entrenamiento para limpieza, este manual debe incluir:

- i. Propósito de limpieza.
- ii. Fotografía del área o equipo donde se indique la asignación de zonas o partes del sitio de trabajo.
- iii. Fotografía del equipo humano que interviene.
- iv. Elementos de limpieza necesarios y de seguridad.
- v. Diagrama de flujo a seguir.

d. Preparar elementos para la limpieza

Aquí aplicamos la segunda S, el orden a los elementos de limpieza, almacenados en lugares fáciles de encontrar y devolver. El personal debe estar entrenado sobre el empleo y uso de estos elementos desde el punto de vista de la seguridad y conservación de estos.

e. Implementación de la limpieza

Retirar polvo, aceite, grasa sobrante de los puntos de lubricación, asegurar la limpieza de la suciedad de las grietas del suelo, paredes, cajones, maquinarias, etc.

4.2.10. Cuarta S Seiketsu: Estandarización

4.2.10.1. Propósitos:

- a. Prevenir el deterioro de las actividades de: Seiri, Seiton y Seiso.
- b. Minimizar o eliminar las causas que provocan la suciedad y un ambiente de trabajo no confortable.
- c. Proteger al trabajador de condiciones peligrosas.
- d. Estandarizar y visualizar los procedimientos de operación y mantenimiento diario.
- e. Hacer a los trabajadores felices dándoles la oportunidad de mostrar su talento y creatividad.

4.2.10.2. Beneficios:

- a. La basura a su lugar.
- b. Favorecer una gestión visual.
- c. Estandarizar los métodos operativos.
- d. Formar al personal en los estándares mínimos de trabajo.
- e. Beneficios de Seiketsu
- f. Mejora nuestra salud.
- g. Desarrollamos mejor nuestro trabajo.
- h. Facilita nuestras relaciones con los demás.
- i. ¡Nos sentimos y nos vemos mejor!

4.2.10.3. Normas para Seiketsu:

- a. Hacer evidentes las consignas: cantidades mínimas, identificación de zonas
- b. Favorecer una gestión visual
- c. Estandarizar los métodos operatorios
- d. Formar al personal en los estándares

En esta etapa se tiende a conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras “S”. Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en condiciones perfectas.

4.2.10.4. Procedimiento

a. Estandarización

Se trata de estabilizar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas precedentes, con un mejoramiento y una evolución de la limpieza, ratificando todo lo que se ha realizado y aprobado anteriormente, con lo cual se hace un balance de esta etapa y se obtiene una reflexión acerca de los elementos encontrados para poder darle una solución.

b. Asignar trabajos y responsabilidades

Para mantener las condiciones de las tres primeras S's, cada uno del personal de la entidad debe conocer exactamente cuales son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer y cuando, donde y como hacerlo.

Las ayudas que se emplean para la asignación de responsabilidades son:

- i. Diagrama de distribución del trabajo de limpieza preparado en la etapa de limpieza.
- ii. Manual de limpieza.

- iii. Tablón de gestión visual donde se registra el avance de cada S implantada.
 - iv. Programa de trabajo para eliminar las áreas de difícil acceso, fuentes de contaminación y mejora de métodos de limpieza.
- c. Integrar las acciones clasificar, ordenar y limpiar en los trabajos de rutina

El estándar de limpieza de mantenimiento autónomo facilita el seguimiento de la acciones de limpieza y control de elementos de ajuste y fijación. Estos estándares ofrecen toda la información necesaria para realizar el trabajo. El mantenimiento de las condiciones debe ser una parte natural de los trabajos regulares de cada día

4.2.11. Quinta S shitsuke: Disciplina o seguir Mejorando

Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

4.2.11.1. Propósitos:

- a. Hacer a las personas más disciplinadas y con buenos modales, en otras palabras se necesita fomentar nuevas costumbres y valores dentro de la empresa, se debe hacer énfasis en eliminar los paradigmas antiguos y adquirir otros más productivos.
- b. Cumplir con las reglas de la empresa y de la sociedad.
- c. Tener un personal más pro-activo.

4.2.11.2. Beneficios:

- a. Generar un clima de trabajo actuando con honestidad, respeto y ética en las relaciones interpersonales.
- b. Manifiestar la calidad humana, en el servicio que brinda a los clientes internos y externos.
- c. Fomentar el compañerismo y la colaboración para trabajar en equipo.
- d. Mantener una actitud mental positiva.
- e. Cumplir eficientemente con sus obligaciones en su puesto de trabajo.

Esta etapa contiene la calidad en la aplicación del sistema **5S**. Si se aplica sin el rigor necesario, éste pierde toda su eficacia. Es también una etapa de control riguroso de la aplicación del sistema: los motores de esta etapa son una comprobación continua y fiable de la aplicación del sistema **5S** (las 4 primeras 'S' en este caso) y el apoyo del personal implicado.

4.2.11.3. Procedimiento

a. Disciplina

La práctica de la disciplina pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados.

En lo que se refiere a la implantación de las 5 S, la disciplina es importante por que sin ella, la implantación de las cuatro primeras S's, se deteriora rápidamente.

b. Papel de la dirección

Para crear las condiciones que promueven o favorecen la implantación de la disciplina, la dirección tiene las siguientes responsabilidades:

- i. Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5 S y mantenimiento autónomo.
- ii. Crear un equipo promotor o líder para la Implementación en toda la entidad.
- iii. Suministrar los recursos para la implantación de las 5 S.
- iv. Motivar y participar directamente en la promoción de sus actividades.
- v. Evaluar el progreso y evolución de la implantación en cada área de la empresa.
- vi. Participar en las auditorias de progreso.
- vii. Aplicar las 5 S en su trabajo.
- viii. Enseñar con el ejemplo.
- ix. Demostrar su compromiso y el de la empresa para la implantación de las 5 S.

c. Papel de los funcionarios

Para crear las condiciones que promueven o favorecen la implantación de la disciplina, los funcionarios y contratistas tienen las siguientes responsabilidades:

- i. Continuar aprendiendo más sobre implantación de las 5 S.
- ii. Asumir con entusiasmo la implantación de las 5 S.
- iii. Colaborar en su difusión del conocimiento empleando las lecciones de un punto.
- iv. Diseñar y respetar los estándares de conservación del lugar de trabajo.
- v. Realizar las auditorias de rutinas establecidas.
- vi. Pedir al jefe del área el apoyo o recursos que se necesitan para implantar las 5 S.
- vii. Participar en la formulación de planes de mejoras continuas.
- viii. Participar activamente en la promoción de las 5 S.

d. Formación

Las 5 S no se trata de ordenar en un documento por mandato “implante las 5 S”. Es necesario educar e introducir el entrenamiento de aprender haciendo, de cada una de la S's.

4.3. INDICADORES DE MANTENIMIENTO⁵

AL inicio de todo proceso de mejoramiento, ya sea a nivel de individuos o de las organizaciones, exige, como primera etapa, que se adquiera conciencia de la realidad y posteriormente, que se definan los objetivos a alcanzar y los medios para ello. Entre tanto, una vez iniciado el proceso, es necesario monitorear el progreso alcanzado, a través de observaciones y comparaciones, a lo largo del tiempo, de parámetros que definan claramente el nivel de calidad del desempeño organizacional.

4.3.1. Indicador o Índice:

Es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos.

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento, siempre con la mirada puesta en lo que se desea alcanzar con el mantenimiento industrial, son las siguientes:

- a. Pocos, pero suficientes para analizar la gestión.
- b. Claros de entender y calcular.
- c. Útiles para conocer rápidamente como van las cosas y por qué

Es por ello que los índices deben:

- a. Identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción.
- b. Dar los elementos necesarios que permiten realizar una evaluación profunda de la actividad en cuestión.
- c. Establecer un registro de datos que permita su cálculo periódico.

⁵ <http://www.gestiopolis.com/canales6/ger/comomeman.htm>

- d. Se seleccionan el mínimo número de indicadores que permitan medir la gestión y su impacto en producción, haciendo posible detectar oportunidades de mejora.
- e. Agruparse en cuatro grandes áreas de la gestión:
 - i. Efectividad
 - ii. Rendimiento
 - iii. Costes
 - iv. Seguridad

4.3.2. Efectividad

Los indicadores asociados a esta área permiten ver el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos, además mide la calidad de los trabajos y el grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento.

Los indicadores asociados a esta área son:

- a. Tiempo Promedio para Fallar (TPPF)
 $1 / (\text{cantidad de horas operadas} / \text{cantidad de fallas})$
- b. Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)
Cantidad de horas de falla/ cantidad de fallas
- c. Disponibilidad (D)
 $\text{TPPF} / (\text{TPPF} + \text{TPPR}) * 100$

4.3.3. Rendimiento

Está orientado al recurso humano de mantenimiento. En forma general, permite conocer la motivación del personal y refleja sí la cantidad de personal propio es adecuado para la gestión de mantenimiento.

- a. Índice de ausentismo laboral:
 $\text{HH ausente (permisos, enfermedad, ausencia injustificada)} / \text{HH hombre disponible (N de trabajadores * horas normales del periodo)}$
- b. Índice cumplimiento capacitación:
 $\text{HH capacitación efectuada} / \text{HH capacitación programada}$

4.3.4. Costos

Estos indicadores sirven para medir cuanto eficiente es la gestión de mantenimiento. Determinan como son distribuidos los costos y si estos están orientados a mejorar la eficiencia de la división.

- a. % costo mantenimiento preventivo:
(costo mtto preventivo / costo total de mtto) * 100
- b. % costo mantenimiento correctivo:
(costo mtto correctivo / costo total de mtto) * 100

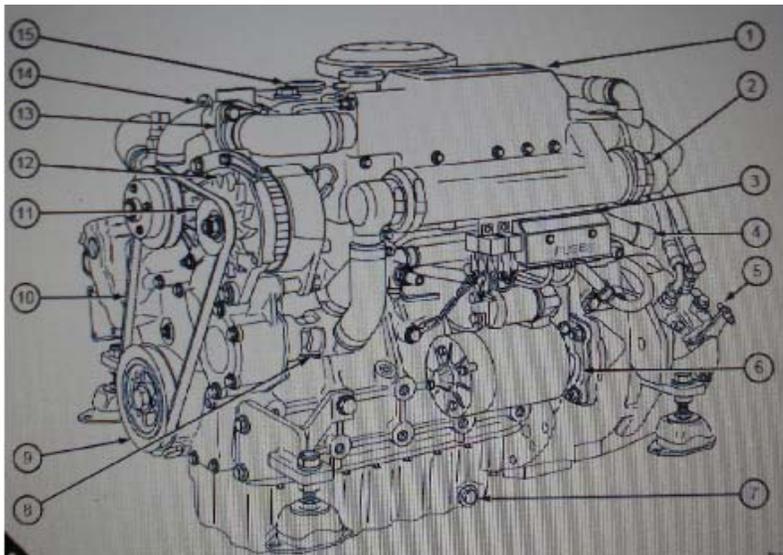
4.3.5. Seguridad

Estos indicadores reflejan la seguridad, orden y limpieza con que labora el personal de mantenimiento.

- a. Índice de frecuencia bruta:
N accidentes totales * 1 MMHH / HH hombre exposición en el periodo

4.4. MOTORES DIESEL MARINOS

4.4.1. MOTOR PERKINS⁶



Vista delantera y lateral izquierda

- 1 Depósito de alimentación de Refrigerante/colector de escape Refrigerado
- 2 Intercambiador de calor
- 3 Panel de fusibles
- 4 Conexión para la entrada de agua cruda
- 5 Palanca del inversor
- 6 Motor de arranque
- 7 Tapón de vaciado de cárter de aceite
- 8 Bomba de agua cruda
- 9 Polea del cigüeñal
- 10 Correa motriz
- 11 Bomba de refrigerante
- 12 Alternador
- 13 Carcasa del termostato
- 14 Soporte alzador delantero
- 15 Tapón de llenado de aceite lubricante

Los motores marinos Perkins Sabre M65 y M85T son desarrollados conjuntamente por Perkins Engines Company Limited y Sabre Engines

⁶ Manual del usuario, Motor diesel marino, Perkins Sabre M65 y M87T

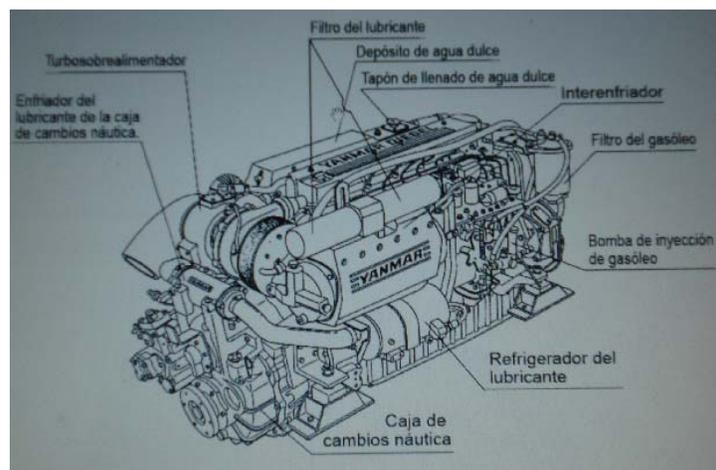
Limited, y están concebidos específicamente para embarcaciones comerciales y de recreo.

4.4.1.1. Conservación del motor

- a. Utilizarlo solamente para el tipo de aplicación para el cual se han diseñado.
- b. No cambie la especificación del motor.
- c. No fume cuando llene el depósito de combustible.
- d. Limpie el combustible que se derrame. Si algún material ha resultado contaminado por combustible, póngalo en un lugar seguro.
- e. No limpie, añada lubricante ni ajuste el motor mientras esté en marcha (a no ser que cuente con la debida formación incluso en dicho caso, se deben extremar las precauciones para evitar lesiones).
- f. Asegúrese de que el motor no se ponga en marcha en un lugar donde pueda dar lugar a una concentración de emisiones tóxicas.
- g. Mantenga alejadas a una distancia prudencial a otras personas mientras el motor, el equipo auxiliar o la embarcación estén en funcionamiento.
- h. Tenga cuidado de que las prendas de vestir o el pelo largo suelto no se enreden en piezas en funcionamiento.
- i. Manténgase alejado de piezas en funcionamiento cuando esté en marcha el motor.
- j. No ponga en marcha el motor si se ha retirado alguna de las defensas de seguridad.
- k. No quite el tapón de llenado ni otros componentes del sistema de refrigeración mientras el motor esté caliente y el refrigerante esté a presión, ya que podría saltar refrigerante caliente, con el consiguiente riesgo de quemaduras.
- l. No utilice agua salada ni otro tipo de refrigerante que pueda ocasionar corrosión del circuito cerrado del sistema de refrigeración.
- m. No permita que se produzcan chispas o llamas descubiertas cerca de las baterías (especialmente durante el proceso de recarga de las mismas), ya que los gases que se desprenden del electrolito son extremadamente inflamables.
- n. Desconecte los bornes de batería antes de llevar a cabo cualquier reparación en el sistema eléctrico.
- o. Debe haber solamente una persona a cargo del motor.
- p. Asegúrese de que el motor se controla solamente desde el panel de control o desde el puesto del operador.
- q. Si la piel entra en contacto con combustible a alta presión, acuda al médico inmediatamente.
- r. El combustible Diesel y el aceite lubricante (especialmente aceite lubricante usado) pueden ocasionar
- s. daños en la piel en algunas personas. Utilice guantes protectores o una solución protectora especial para la piel.

- t. No lleve prendas de vestir que estén manchadas de aceite lubricante. No guarde en los bolsillos material manchado de aceite.
- u. Deseche el aceite lubricante usado de acuerdo a las normas locales sobre contaminación ambiental.
- v. Antes de poner en marcha el motor, cerciórese de que la palanca de control del mando de la transmisión esté en punto muerto.
- w. Extreme las precauciones si tiene que llevar a cabo reparaciones de emergencia en el mar o en condiciones adversas.
- x. El material combustible de algunos de los componentes del motor (p. ej. Cierta tipo de retenes), puede ser extremadamente peligroso si se quema.
- y. Cierre siempre el grifo de mar antes de desmontar cualquier componente del circuito de agua cruda.
- z. Utilice siempre una jaula de seguridad para proteger al operario cuando un componente se someta a una prueba a presión en un baño de agua.
- aa. Monte cables de seguridad para sujetar los tapones que obturan las conexiones de los tubos flexibles de un componente que va a someterse a una prueba a presión.
- bb. No limpie el motor mientras esté en marcha. Si se aplican líquidos limpiadores fríos a un motor caliente, se podrían dañar algunos componentes del motor.
- cc. Los turboalimentadores funcionan a elevado régimen y alta temperatura. Mantenga los dedos, las herramientas y toda basura apartados de las lumbreras de entrada y de salida del turboalimentador y evite el contacto con las superficies calientes.

4.4.2. MOTORES YANMAR⁷



⁷ Manual de instrucciones, Motor marino diesel, YANMAR 6LYA-STP, 6LY2A-STP

Los motores diesel marinos cuentan con transmisión náutica, por lo cual el árbol de la hélice se acopla al eje de salida de la transmisión.

Para conseguir un mayor rendimiento del motor, se tiene en cuenta su desplazamiento para poner una hélice de la medida proporcional al tamaño y forma del casco.

El motor se monta con tubería de seguridad para el agua de Refrigeración, el escape y el cableado eléctrico. La manipulación de la caja de cambios y su equipo, los sistemas de impulsión (incluso la hélice) y otras máquinas de a bordo, se deben hacer observando las instrucciones y precauciones del manual del fabricante.

4.4.2.1. Principales piezas que revisar

- a. Filtro de combustible: Quita el polvo y el agua del combustible. El filtro se debe vaciar periódicamente (tiene un tapón de vaciado en el fondo), así como el elemento interior del filtro.
- b. Bomba de alimentación de combustible: Alimenta de combustible a la bomba de inyección. Equipado con bomba mecánica unida a la bomba de inyección de combustible.
- c. Tapón de llenado de lubricante del motor: Boca de admisión de lubricante del motor.
- d. Filtros de lubricante (circulación total o derivación): Filtra los fragmentos de metal y carbono del lubricante. El lubricante que pasa por el filtro de circulación total va a las piezas móviles del motor y el que pasa por el filtro de derivación vuelve al cárter.

4.4.2.2. Sistema de refrigeración por agua:

Este motor tiene dos sistemas de refrigeración por agua (de agua dulce y de agua salada). El agua dulce pasa del depósito de agua dulce al enfriador de agua dulce, donde el agua dulce es enfriada por agua salada. El agua dulce pasa entonces al bloque de cilindros por medio de la bomba de agua dulce. También enfría el turbosobrealimentador y vuelve al depósito de agua dulce.

El enfriador de agua dulce es un termocambiador que trabaja con agua salada. La tapa de la admisión montada sobre el depósito de agua dulce tiene una válvula reguladora de la presión. Cuando sube la temperatura del agua de refrigeración y se eleva la temperatura dentro del enfriador de agua dulce, la válvula reguladora de presión deja escapar el vapor y el agua caliente rebosa en el subdepósito. La manguera está montada entre la tapa de admisión y el subdepósito. El vapor y el agua caliente se descargan en el subdepósito. Cuando se para el motor y el agua de refrigeración se enfría, la presión dentro del depósito de agua de refrigeración también desciende a

presión negativa. La válvula de la tapa de admisión se abre entonces y absorbe el agua del subdepósito.

4.4.2.3. Bomba de agua dulce:

La bomba centrífuga de agua hace circular el agua dulce dentro del motor. La correa en V mueve la bomba.

4.4.2.4. Bomba de agua salada:

La bomba del tipo de impulsor de goma se mueve mediante engranajes. Debe funcionar sin agua salada, porque puede dañarse el impulsor.

4.4.2.5. Enfriador del lubricante:

Este termocambiador enfría el lubricante del motor a alta temperatura con agua salada.

4.4.2.6. Turbosobrealimentador:

Dispositivo de alimentación de aire a presión: el gas del escape hace girar la turbina y con esta fuerza se hace girar el soplador. Así se envía el aire a presión al cilindro.

4.4.2.7. Interenfriador:

Este termocambiador enfría con agua salada la admisión de aire a presión del turbosobrealimentador.

4.4.2.8. Cinc anticorrosión:

La parte metálica del sistema de refrigeración por agua salada está expuesta a la corrosión eléctrica. El cinc anticorrosión está instalado en el enfriador de aceite, el interenfriador, etc., para impedirlo. El mismo cinc es reducido por corrosión eléctrica con el paso del tiempo, por lo que hay que cambiarlo a intervalos fijos antes de que se consuma totalmente para asegurar que la metálica del sistema de refrigeración de agua salada permanezca totalmente protegido.

4.4.2.9. Placa de datos:

Las placas de datos van colocadas en el motor y tienen los datos del modelo, número de serie y otros.

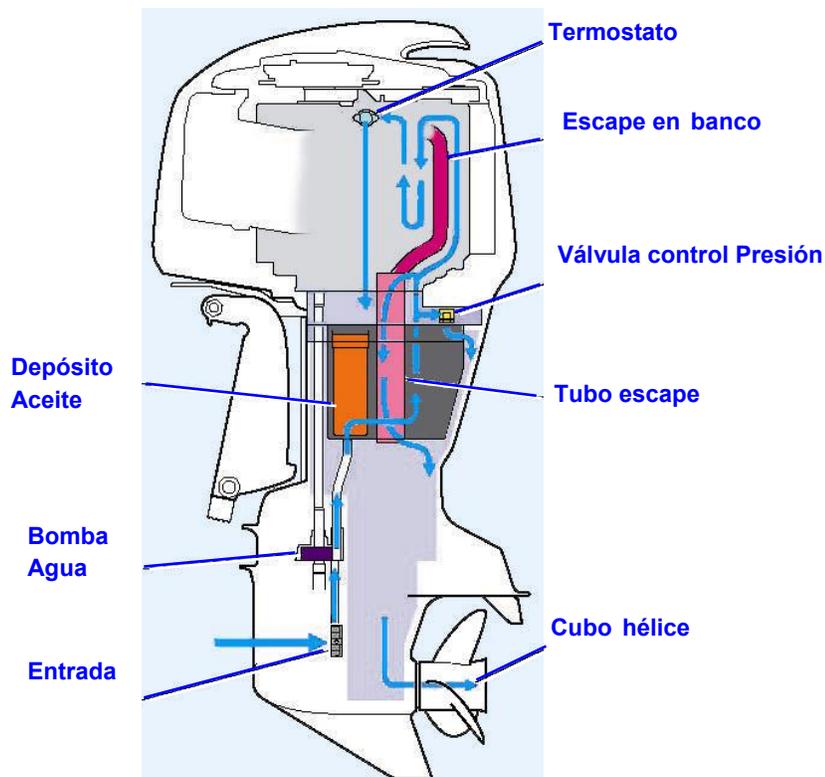
4.4.2.10. Arranque:

Arranque movido por la batería

4.4.2.11. Alternador:

Mueve la correa en V, genera electricidad y carga la batería.

4.5. MOTORES FUERA DE BORDA



Un motor que convierte la energía térmica en energía mecánica es llamado un motor térmico. Los motores térmicos se clasifican en: Motores de combustión interna y motores de combustión externa. En el motor de combustión externa el combustible se quema afuera del motor y produce energía calórica al motor, es el caso del motor a vapor. En el motor de combustión interna el combustible se quema en el interior del motor, este es el caso del motor a gasolina y diesel.

Tipo reciprocante: El motor automotriz más utilizado es el motor reciprocante que convierte el movimiento reciprocante de un pistón en movimiento circular a través de un mecanismo de manivelas. Los motores de este tipo incluyen los motores a gasolina, diesel y a gas.

Los motores a gasolina y diesel operan por la introducción de una mezcla combustible y aire en el cilindro. Aquí estos elementos se comprimen y se queman produciendo una acción explosiva que produce potencia puesto que fuerza al pistón hacia abajo en una acción reciprocante. Esta potencia es luego transmitida a través de la biela al cigüeñal para producir potencia en un movimiento circular.

4.5.1. Motores a gasolina y diesel

4.5.1.1. Motor a gasolina:

Este tipo de motor utiliza la chispa para encender una mezcla aire combustible suplida a través del carburador. Este tipo de motor es liviano y relativamente pequeño. Se generan bajas vibraciones y ruidos en este tipo de motores.

4.5.1.2. Motor diesel:

Este tipo de motor comprime aire en el cilindro. Una nube de combustible se introduce en el aire comprimido para generar ignición. Este motor ofrece alta eficiencia en combustible y durabilidad. Además por no generarse chipa, produce menos problemas.

	Gasolina	Diesel
Ventaja	<p>Su estructura hecha de materiales livianos lo hace pequeño y de bajo peso.</p> <p>Por su bajo costo este motor es frecuentemente usado</p>	<p>Su relación de compresión alta, provee buena eficiencia térmica y menos consumo específico de combustible.</p> <p>Baja variación del torque y una curva de torque suave.</p>
Desventaja	<p>Consumo específico de combustible más alto que el motor diesel.</p> <p>Más baja durabilidad.</p>	<p>Materiales resistentes a altas compresiones incrementan el peso del motor.</p> <p>Altos costo.</p>

4.5.1.3. Ciclo

Una serie de cambios periódicos, en los cuales una mezcla de aire combustible (motor a gasolina) o el aire (motor diesel), es llevada al cilindro, comprimida, quemada y luego expulsada es llamada ciclo de un motor. Hay dos tipos de motores: uno que requiere cuatro carreras del pistón para completar un ciclo, dos vueltas del cigüeñal (motor cuatro tiempos) y el otro que requiere dos carreras, una vuelta del cigüeñal (motor dos tiempos).

4.5.1.3.1. Motor 2 tiempos

a. Rotación suave y alta potencia:

Como la explosión es el doble de veces que en el motor 4T, este motor produce una potencia más alta en las mismas condiciones de cilindrada y velocidad que un motor 4T

b. Mecanismo simple:

Los orificios de admisión y escape son simples, no tienen el mecanismo de válvula del motor 4T, entonces el número de partes se reduce, resultando en menos problemas y más fácil mantenimiento.

c. Escape imperfecto:

El tiempo disponible para el barrido de gases es la mitad del motor 4T. Consecuentemente, los gases tienden a renovarse imperfectamente y las revoluciones no pueden ser fácilmente incrementadas.

d. Bajas revoluciones inestables:

En los motores 4T la admisión es más eficiente por la acción de las válvulas y la acción del pistón, por lo tanto las revoluciones bajas son más suaves. En los motores 2T, la admisión se logra usando la presión negativa en el cárter, por lo tanto las bajas rpm tienden a ser irregulares

4.5.1.3.2. Motor 4 tiempos

a. Bajo consumo de combustible:

La pérdida de combustible que ocurre en el escape del motor 2T, es baja en los motores 4T, permitiendo bajo consumo de combustible.

b. Rotación suave en bajas rpm:

La operación a bajas rpm es suave debido a que las combustiones no son interrumpidas por el pobre funcionamiento de la salida de gases de escapes.

El mecanismo de válvulas es complicado y usa muchas partes

c. Vibraciones altas:

Como la mitad de las explosiones ocurren en comparación con el motor 2T, se necesita un mayor número de cilindros para lograr operación más suave.

4.5.1.3.3. Desplazamiento:

Se refiere a la cantidad de aire o gasolina que puede ser llevada o expulsada cuando el pistón se mueve en el cilindro.

El desplazamiento está generalmente expresado en cm³ o litros. Este valor puede ser encontrado de la siguiente formula:

$$V = \frac{\pi D^2 L N}{4}$$

V: Desplazamiento (cm³)

D: Diámetro inferior del cilindro (cm)

L: Carrera del pistón (cm)

N: Número de cilindros.

π : 3,14

4.5.1.3.4. Angulo del cigüeñal:

Es el ángulo formado por la línea de centro del diámetro del cilindro y por la línea desde el centro del cigüeñal al centro del pasador del cigüeñal.

4.5.1.3.5. Relación de compresión:

Es el grado al cual la mezcla (o el aire) se comprimen cuando el pistón está en el PMS (Punto muerto superior).

La relación de compresión se refiere a la relación del máximo volumen en un cilindro con el mínimo volumen.

Relaciones de compresión altas significan que el motor es de alto rendimiento, pero existen restricciones en la relación de compresión para lograr un buen desempeño en el motor.

4.5.1.3.6. Torque del motor

Es la fuerza de giro ejercida en partes rotativas. La hélice es movida por el torque del cigüeñal.

En el caso de un motor, la longitud (l) se mide desde el centro del cigüeñal al centro de pasador del cigüeñal.

La fuerza (F) creada por la explosión del combustible hace bajar el pistón. Esta fuerza cambia a P por el mecanismo de las manivelas. Si tenemos una longitud (l) constante, entonces el torque varía con la magnitud de la fuerza P.

4.5.1.3.7. Potencia del motor.

La potencia es la rata a la cual se hace un trabajo. El torque del cigüeñal mueve la hélice, pero el torque solo no es una medida de potencia. La potencia se calcula como el trabajo realizado dividido por el tiempo en ejecutarlo.

Un HP se refiere al trabajo realizado en levantar un objeto de 75 Kg de peso un metro en un segundo.

Existe una relación entre el torque y la potencia así:

$$HP = \frac{TN}{716} \quad \text{ó} \quad 0.0014TN \quad HP: \text{potencia motor}$$

716

T: torque (Kg . m)

N: revoluciones.

La potencia varía dependiendo del torque del cigüeñal multiplicada por la velocidad del motor. A una velocidad más alta, se hace más grande la potencia. Sin embargo a cierta potencia, el torque empieza a disminuir y la potencia también cae.

4.5.1.3.8. Consumo de combustible.

Indica la cantidad de combustible que un motor consume en un cierto período de tiempo (l/h).

4.6. AIRES ACONDICIONADOS⁸

En la industria existen multitud de tipos de sistemas de aire acondicionado, sin embargo en el presente trabajo se hace referencia a los más comunes explicando su forma y funcionamiento, intentando detallar cuales pueden ser sus ventajas e inconvenientes.

4.6.1. DOMÉSTICOS

4.6.1.1. De ventana

Este aparato de refrigeración de aire consiste en una caja cuadrada que contiene todas las partes funcionales del sistema. Es instalado en un boquete practicado a la pared de tal forma que quede una mitad del aparato en el exterior y la otra mitad en el interior. Tiene como ventajas su bajo costo de instalación y su fácil mantenimiento, sin embargo suelen consumir un poco más de electricidad, son ruidosos y en algunas edificaciones no se permite hacer boquetes en la pared.



4.6.1.2. Split (de pared)

Son los equipos de aire acondicionado que más se están instalando en la actualidad ya que presentan muchas ventajas frente a los de ventana y son relativamente económicos.



Está compuesto por dos partes, el compresor y el evaporador-condensador. La unidad que contiene el compresor se encuentra en el exterior del edificio y se comunica con la unidad interior (evaporador - condensador) mediante unas tuberías, por lo que el agujero que hay que practicar en la pared es relativamente pequeño. La variedad de potencias es muy amplia. Tiene como ventajas, niveles de ruido muy bajos, son muy estéticos y mantenimiento sencillo. Sin embargo su instalación es más complicada que en los modelos de ventana por lo que su costo es mayor. Es difícil de colocar en determinados sitios, como paredes pre-fabricadas.

⁸ http://www.elaireacondicionado.com/tipos_aire_acondicionado/

4.6.1.3. Split (consola de techo)

Su funcionamiento es similar a los de pared aunque suelen ser de mayor capacidad. Su instalación es más costosa y compleja. Debido a su elevada capacidad en un solo equipo (desde 36000 hasta 60000 BTU) son muy indicados para grandes espacios, pero su costo de instalación es muy elevado y son más ruidosos.



4.6.1.4. Portátil

Incorporan todo el sistema en una caja acoplada con ruedas de tal forma que se puede transportar fácilmente de un lugar a otro. Dispone de una manguera flexible que expulsa el aire caliente hacia el exterior. Tiene como ventajas que no requiere de instalación, se transportan con facilidad y emiten muy poco ruido. Sin embargo suelen ser bastante caros teniendo en cuenta la relación calidad-precio ya que no son muy potentes.



4.6.1.5. Centrales (compacto o tipo Split usando fancoils)

La idea es la misma que en los de tipo Split pero la instalación es mucho mayor. Se utiliza en acondicionamiento completo de edificios. Su costo es muy alto pero ofrecen un alto nivel de confort, el mantenimiento es sencillo y espaciado en el tiempo.



4.6.2. COMERCIALES

4.6.2.1. Split (consola de pared)

Este modelo es diseñado para ser utilizado en comercios y locales pequeños como cibernets-cafés, peluquerías, barberías, locales pequeños, etc. Tienen como ventajas su fácil instalación, bajo costo, mantenimiento más espaciado y relativamente fácil. Sin embargo debido a su baja capacidad se deben aplicar en locales con pocas separaciones pues no cuentan con un tiro de aire muy fuerte.



4.6.2.2. Split (consola de techo)

Es ideal en pequeños locales y comercios, como panaderías, comercios con alta rotación de clientes y ambientes abiertos. Su instalación es relativamente sencilla y de bajo costo para el tipo de aplicación, son silenciosos, y si queda bien instalado ayuda a la decoración de muchos ambientes comerciales. Generalmente se puede aplicar en lugares que ya se encuentran decorados sin afectar demasiado la apariencia del local. Sin embargo su mantenimiento tiende a ser más periódico y frecuente en aplicaciones de ambientes de alta rotación de personas.



4.6.2.3. Centrales (compacto o tipo Split usando fancoils)

Este diseño se aplica con mucha frecuencia en locales donde se requiere de un confort extra y de un mayor nivel de decorado. Brindan imagen de alto valor y diseño costoso, alta estabilidad térmica y mantenimiento relativamente espaciado en el tiempo. Tienen como inconvenientes su altísimo costo de instalación inicial, requiriendo de decoración y uso de plafones y techo rasos de alto costo de instalación.



4.7. CAMARASHIPERBARICAS⁹



La cámara hiperbárica es un habitáculo preparado para soportar elevadas presiones en su interior, pues los tratamientos suelen realizarse entre 2 y 3 ATA (Atmósferas Absolutas), aunque en alguna tabla excepcional de tratamiento para la enfermedad descompresiva se puede llegar a 6 ATA.

Las cámaras hiperbáricas pueden clasificarse en monoplazas y multiplazas. Existen importantes diferencias tanto de manejo, metodología como de los tipos de tratamientos que se pueden aplicar en cada una de ellas. Generalmente las multiplazas son las más apropiadas desde todos los puntos de vista, pues además de poder comprimirse con aire, permiten que los médicos y demás personal sanitario puedan acompañar a los pacientes y poder suministrar los cuidados necesarios (incluso los de terapia intensiva), aunque tienen el inconveniente de su elevado costo económico y el espacio que ocupan en el hospital.

Las cámaras hiperbáricas son conocidas y utilizadas desde el siglo XVII y las primeras aplicaciones clínicas se deben a los trabajos de HENSHAW en 1662.¹⁰

⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Medicina_hiperb%C3%A1rica

¹⁰ <http://www.paginacis.com/ch/ohb.htm>

Desde entonces esta modalidad terapéutica ha pasado por diversas vicisitudes dentro del colectivo médico, desde ser considerada como una "panacea universal" para todo tipo de enfermedades.

Sin embargo a lo largo de los años una serie de descubrimientos y trabajos científicos bien documentados han permitido sentar las bases de la oxigenoterapia hiperbárica (OHB). Entre ellos, cabe citar el descubrimiento del O₂ por PRIESTLEY¹¹ y SCHEELE¹² en 1775 y los trabajos de PAUL BERT¹³ (Efecto tóxico del O₂) y HALDANE¹⁴, quienes sentaron las bases fisiopatológicas de la utilización de mezclas respirables a presiones superiores al valor de la atmósfera.

La OHB moderna se plantea desde la década de los años 50 de este siglo al comenzarse el tratamiento mediante O₂ a presión de mineros ingleses intoxicados por CO. Luego se realizan varios trabajos encaminados a potenciar las radiaciones mediante el incremento de O₂ en los tejidos y son,

¹¹ **Joseph Priestley** (Hackney, Inglaterra, 13 de marzo de 1733 - Northumberland, Estados Unidos, 6 de febrero de 1804) fue un destacado científico y teólogo del siglo XVIII, clérigo disidente, filósofo, educador y teórico político, que publicó más de 150 obras. Suele ser considerado como el descubridor del oxígeno

¹² **Carl Wilhelm Scheele** (nacido el 9 de diciembre de 1742 en Stralsund, muerto el 21 de mayo de 1786 en Köping) químico farmacéutico sueco nacido en Pomerania (Alemania). Es conocido por sus trabajos farmacéuticos y por el descubrimiento de muchos elementos y sustancias químicas, el más controvertido es el de haber descubierto el oxígeno, de forma independiente y algún tiempo antes que Joseph Priestley.

¹³ Nació en Auxerre (Yonne). Ingresó en la École Polytechnique en París con la intención de convertirse en un ingeniero, y luego cambio de opinión, estudió Derecho y, por último, bajo la influencia del zoólogo, Louis Pierre Gratiolet (1815-1865), tomó la fisiología, convirtiéndose en uno de Claude Bernard 's alumnos más brillantes. Después de graduarse en París como doctor en medicina en 1863, y el médico de la ciencia en 1866, fue nombrado profesor de fisiología sucesivamente en Burdeos (1866) y la Sorbona (1869).

¹⁴ **Haldane, John Burdon Sanderson** (1892-1964), genetista británico. Nacido en Oxford, era hijo de John Scott Haldane, el famoso fisiólogo del sistema respiratorio. Su interés por la genética humana le llevó a trabajar sobre la hemofilia y el daltonismo en un intento de establecer la frecuencia de aparición de mutaciones en el ser humano.

sobre todo, los trabajos de BOEREMA y BRUMELKAMP (1960) en Holanda, y la constitución de la Undersea Medical Society (EE.UU.) en 1976 los que a través de amplios estudios controlados han precisado las indicaciones de la OHB.

4.7.1. USOS¹⁵

Algunos de los principios terapéuticos de los que hace uso la medicina hiperbárica son:

4.7.1.1. El incremento de la presión del entorno es de utilidad en el tratamiento del síndrome de descompresión que afecta, por ejemplo, a los buzos al subir a la superficie.

4.7.1.2. Bajo numerosas condiciones, el principio terapéutico de la medicina hiperbárica reside en el incremento de la presión parcial del oxígeno en los tejidos. La presión parcial de oxígeno alcanzable mediante ésta terapia es muy superior a la que se conseguiría respirando oxígeno puro en condiciones normobáricas (es decir, a presión atmosférica).

4.7.1.3. Un efecto asociado es el incremento de capacidad de transporte de oxígeno de la sangre. En condiciones de presión atmosférica el transporte de oxígeno está limitado por la capacidad de la hemoglobina de los glóbulos rojos para ligarse con el oxígeno, siendo muy pequeña la cantidad de oxígeno transportada por el plasma sanguíneo. La hemoglobina se encuentra ya prácticamente saturada de oxígeno en condiciones normales, por lo que no hay ganancia en este aspecto, pero el oxígeno transportado por el plasma en condiciones hiperbáricas se incrementa notablemente.

4.8. Auditorias de Mantenimiento¹⁶

Cuando se habla de Calidad o de Excelencia en mantenimiento, es conveniente definir con exactitud a que se quiere referir.

Por Calidad en Mantenimiento se debe entender lo siguiente

¹⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Medicina_hiperb%C3%A1rica

¹⁶ <http://www.renovetec.com/editorial/auditoriasdemantenimiento.pdf>

4.8.1. MAXIMA DISPONIBILIDAD AL MÍNIMO COSTO

Si desmenuzamos este objetivo principal en pequeñas metas menores, nos encontramos que Máxima Disponibilidad al Mínimo Costo significa:

- a. Que dispongamos de mano de obra en la cantidad suficiente y con el nivel de organización necesario.
- b. Que la mano de obra esté suficientemente cualificada para acometer las tareas que sea necesario llevar a cabo
- c. Que el rendimiento de dicha mano de obra sea lo más alto posible
- d. Que dispongamos de los útiles y herramientas más adecuadas para los equipos que hay que atender
- e. Que los materiales que se empleen en mantenimiento cumplan los requisitos necesarios
- f. Que el dinero gastado en materiales y repuestos sea el más bajo posible
- g. Que se disponga de los métodos de trabajo más adecuados para acometer las tareas de mantenimiento
- h. Que las reparaciones que se efectúen sean fiables, es decir, no vuelvan a producirse en un largo periodo de tiempo
- i. Que las paradas que se produzcan en los equipos como consecuencia de averías o intervenciones programadas no afecten al Plan de Producción, y por tanto, no afecten a los clientes (externos o internos)
- j. Que dispongamos de información útil y fiable sobre la evolución del mantenimiento que nos permita tomar decisiones.

4.8.2. Realización de la Auditoría de Mantenimiento

Realizar una Auditoría de Mantenimiento no es otra cosa que comprobar como se gestiona cada uno de los 10 puntos indicados anteriormente. El objetivo que se persigue al realizar una Auditoría no es juzgar al responsable de mantenimiento, no es cuestionar su forma de trabajo, no es crucificarle: es saber en qué situación se encuentra un departamento de mantenimiento en un momento determinado, identificar puntos de mejora y determinar qué acciones son necesarias para mejorar los resultados.

Claro está que hay que diferenciar entre Auditorías Técnicas y Auditorías de Gestión.

Las primeras tratan de determinar el estado de una instalación. Las segundas, tratan de determinar el grado de excelencia de un departamento de mantenimiento y de su forma de gestionar.

Claro, el punto más importante de una Auditoría de Mantenimiento es ese **plan de acción**, en el que se identifican los problemas que se detectan en

la gestión del mantenimiento de una empresa, y como se propone solucionarlos.

4.8.3. La gestión perfecta, la Excelencia en el Mantenimiento

Para definir como debería ser un sistema perfecto de gestión se requiere tratar de marcar unas directrices de lo que debería ser una gestión ideal o excelente, lo que podríamos definir como una *gestión de clase mundial*. Una vez definida, no tendremos más que comparar esa gestión ideal con la que se lleva a cabo en una planta concreta, y determinar así si cada uno de los pequeños aspectos en que puede dividirse la gestión de la planta está gestionado de la mejor forma posible. Todos aquellos puntos que se aparten de esa gestión excelente serán puntos de mejora.

El esquema ideal para definir esa gestión ideal o de clase mundial y para comparar posteriormente esa gestión ideal del mantenimiento con la que se realiza en un departamento o división, es el siguiente:

- a. Determinar los objetivos claves que se deben alcanzarse
- b. Determinar los factores que afectan al cumplimiento de esos objetivos
- c. Fijar un estándar de excelencia: cómo debería ser la gestión ideal de cada uno de esos factores

5. METODOLOGÍA

5.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN HISTÓRICA DE MANTENIMIENTO

Se efectuó auditoría de mantenimiento a las secciones de mayor importancia de la División de Mantenimiento del Departamento de Buceo y Salvamento, como son Cámaras hiperbáricas, Motores fuera de borda, Motobombas y Refrigeración, acuerdo modelo de auditoría descritas en el anexo "A".

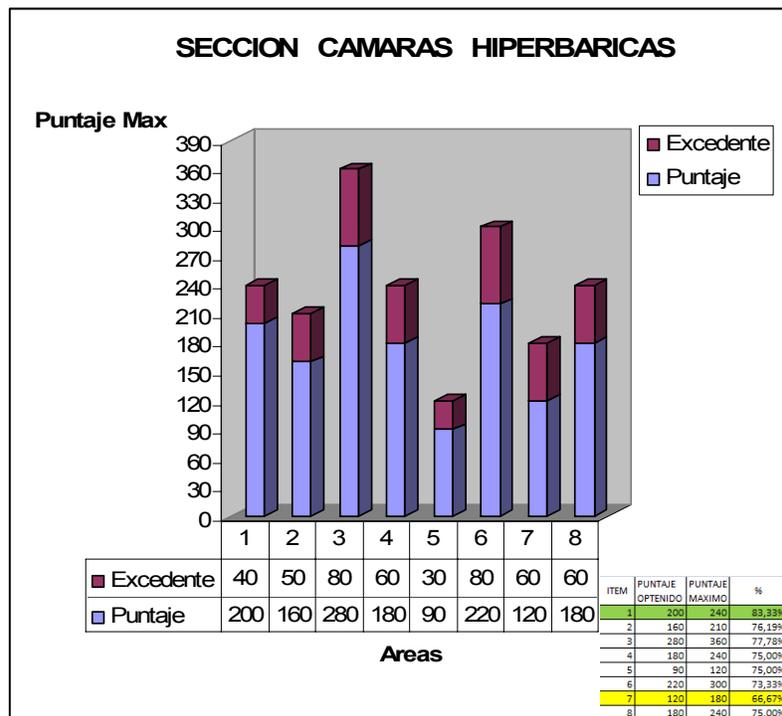
La manera de obtener el porcentaje de evaluación de la auditoría, para efectuar el análisis correspondiente a cada sección de la división de mantenimiento se realizó mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\% = (\text{Puntaje obtenido} / \text{Puntaje máximo}) \times 100$$

$$\text{Puntaje máximo} = \text{Puntaje obtenido} + \text{excedente}$$

5.2. RESULTADOS

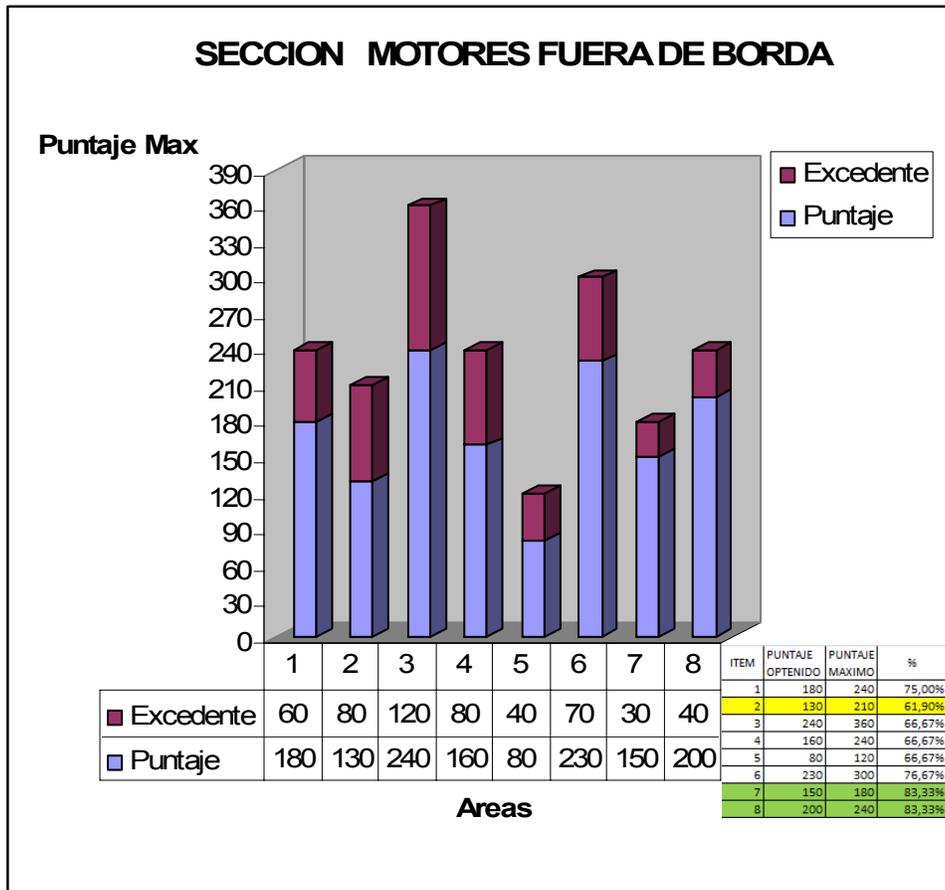
5.2.1. Sección Cámaras Hiperbáricas



5.2.1.1. Análisis:

- a. Porcentaje más bajo: 66.6% 7. Documentación Técnica
- b. Porcentaje más alto: 83.33% 1.Organización General
- c. Promedio General: 75.17 %
- d. Alternativas de Solución del ítem con el puntaje más bajo:
 - 1. Indagar y buscar los manuales técnicos de los equipos que hacen falta.
 - 2. Reproducir en fotocopias y medio magnético un Backup de esta documentación.
 - 3. Realizar un archivo de documentación de consulta relacionada con esta área con el fin de mejorar el nivel de preparación profesional del personal.

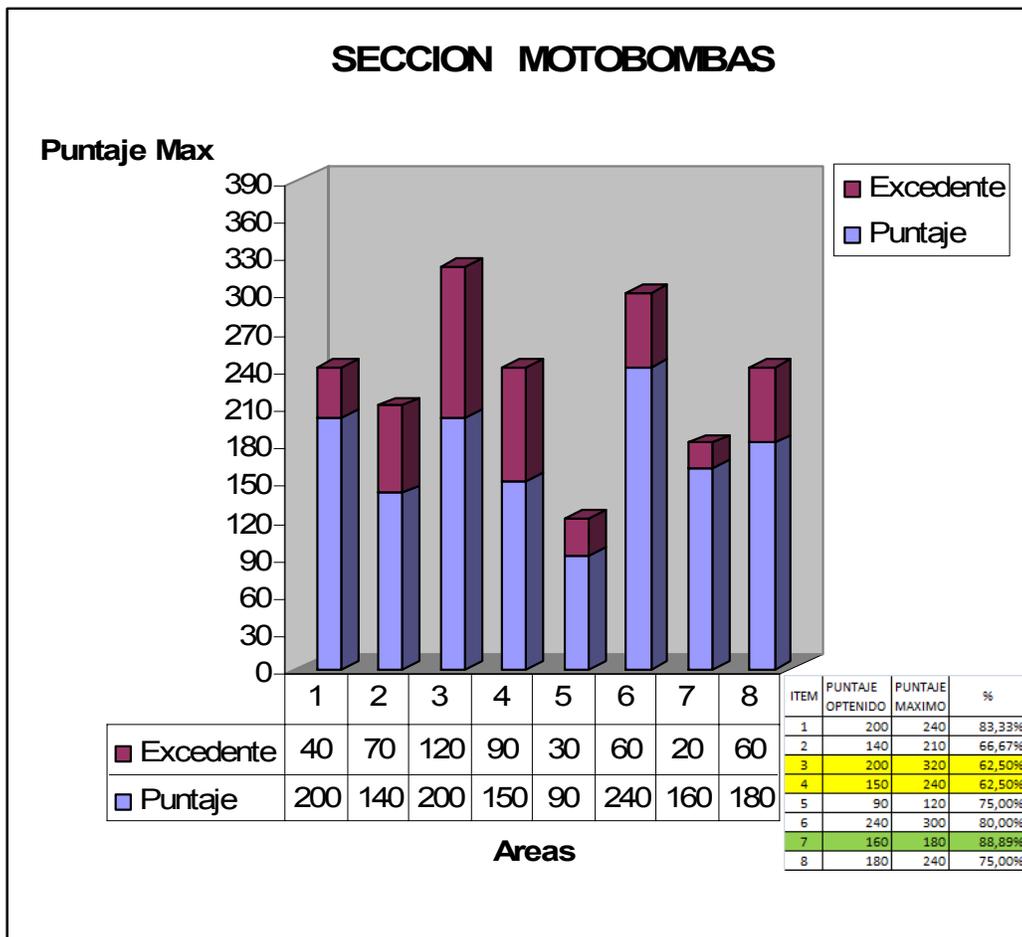
5.2.2. Sección Motores Fuera de Borda



5.2.2.1. Análisis:

- a. Porcentaje más bajo: 61.90%
- b. Porcentaje más alto: 83.33 %
- c. Promedio General: 72.52 %
- d. Alternativas de Solución del ítem con el puntaje más bajo:
 - 1. Organizar y clasificar la documentación de cada de los equipos.
 - 2. Se deben establecer prioridades para los mantenimientos preventivos y correctivos directamente proporcional a la carga de trabajo de los equipos.
 - 3. De acuerdo al plan de mantenimiento se debe planear y gestionar los recursos necesarios para las reparaciones mayores de los equipos

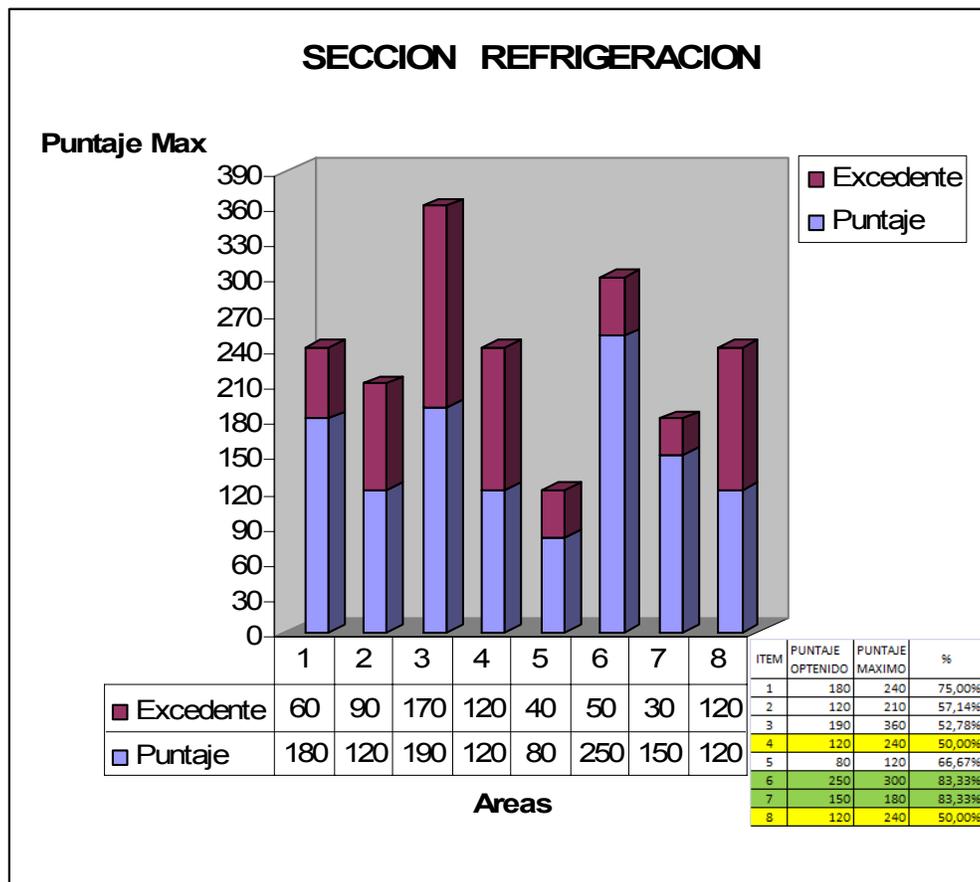
5.2.3. Sección Motobombas



5.2.3.1. Análisis:

- a. Porcentaje más bajo: 62.5 % 3.Control Téc. de Instalaciones y Equipos
- b. Porcentaje más alto: 88.88 % 7.Documentación Técnica
- c. Promedio General: 73.36 %
- d. Alternativas de Solución del ítem con el puntaje más bajo:
 1. Se debe diseñar un formato para el análisis y modo de falla de los equipos.
 2. Se debe diseñar un formato de control de horas de trabajo para cada uno de los equipos.
 3. Los planes de Mantenimiento de los equipos se deben realizar acuerdo al manual del fabricante de cada uno de los equipos y verificar su cumplimiento.

5.2.4. Sección Refrigeración



5.2.4.1. Análisis:

- a. Porcentaje más bajo: 50%
- b. Porcentaje más alto: 83.33 %
- c. Promedio General: 64.77 %

- 4. Gestión de la Carga de Trabajo
- 6. Organización y Herramientas del taller

d. Alternativas de Solución del ítem con el puntaje más bajo:

1. Diseñar un plan de mantenimiento mas especificado el cual debe ser acorde al manual del fabricante del equipo.
2. Se deben incorporar personal técnico a la sección.
3. Se debe verificar el cumplimiento del plan de mantenimiento con un registro del desarrollo de las actividades contempladas.

5.3. Matriz DOFA Auditoría

<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Documentación técnica ▶ Métodos y Sistemas de Trabajo ▶ Control Técnico de Instalaciones y Equipos. ▶ Gestión de la Carga de Trabajo 	<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Mala calidad en la ejecución de las actividades de los planes de mantenimiento. ▶ Baja productividad por falta de priorización en los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo ▶ Reincidencia de fallas y desperdicio de repuestos e insumos en las tareas de mantenimiento. ▶ Fallas en los equipos y reducción de su vida útil, agotamiento del personal.
<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ Certificación de la norma ISO 9001:2008 NTC GP 1000:2004. ▲ Compromiso y experiencia del personal para trabajar en equipo y aceptar sugerencias de mejora en forma constructiva. ▲ Generación de dividendos económicos. 	<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ Exportar sus productos ▲ Mejorar la calidad y aumentar la productividad. ▲ Adquisición de nuevas tecnologías, maquinaria, equipos e infraestructura

5.4. Análisis de los planes de mantenimiento a las secciones de Cámaras hiperbáricas, Motores fuera de borda, Motobombas y Refrigeración.

Para la realización del diagnóstico de los planes de mantenimiento no solo bastó analizar los resultados de la auditoría de mantenimiento, y la matriz DOFA, sino que también se efectuó inspección visual en cada una de estas secciones con el propósito de indagar y verificar sobre los temas de la auditoría.

5.4.1. Resultados a nivel global

5.4.1.1. Falencias

1. Se observa deficiencias de orden y limpieza en los equipos, repuestos, documentación y herramientas.
2. No existe demarcación de áreas para mantenimiento, repuestos, herramientas, documentación, implementos de aseo y oficina o escritorio.
3. Los planes de mantenimiento son ejecutados por la persona que se encuentren disponibles en la sección, independientemente del grado de conocimiento, habilidades y destrezas sobre los equipos.
4. Existe deficiencia de personal en cada una de las secciones analizadas, ya que aproximadamente el 90% son buzos y están constantemente en comisión fuera de la ciudad dificultando la ejecución, calidad y cumplimiento de los planes de mantenimiento.
5. El 70% de los planes de mantenimiento anual se realizan basados en la experiencia del personal, más no son realizados bajo los parámetros e indicaciones descritos en los manuales del fabricante.
6. No existe un formato de registro de mantenimiento que permita corroborar que las actividades de los planes de mantenimiento realmente se ejecuten.
7. No se lleva un registro de control de horario de trabajo de cada uno de los equipos, solo se hace cuando los equipos poseen horometro.
8. El 40% de los equipos no poseen fichas técnicas
9. No existe un formato de registro de análisis y modo de fallas.
10. No existen indicadores de mantenimiento

5.4.1.2. Fortalezas

1. El Departamento de Buceo y Salvamento esta certificado bajo la norma ISO 9001:2008 NTC GP 1000:2004, lo cual significa que constantemente sus divisiones están en un proceso de mejoramiento continuo.
2. Se resalta el compromiso, disposición y experiencia del personal para trabajar en equipo y aceptar sugerencias de mejora en forma constructiva.
3. El liderazgo y políticas del Jefe del Departamento de Buceo y Salvamento para mejorar de manera permanente la calidad y confiabilidad de sus equipos.
5. El promedio general de los resultados de la auditoría fue de 71,45% lo cual es un resultado BUENO.
6. La infraestructura de la planta física.
7. El Departamento de Buceo y Salvamento no solamente trabaja para la Armada Nacional, también ofrece sus servicios de optima calidad a entidades particulares en las áreas de inspecciones y soldaduras submarinas, buceo de salvamento y rescate entre otras, lo cual significa que genera dividendos los cuales son invertidos en infraestructura, maquinaria y equipos, capacitación y bienestar del personal.

5.4.1.3. Acciones para contrarrestar las falencias

1. Implementación del programa de las “Cinco eses ”, como se definió en el capítulo cuarto es un sistema de orden y limpieza que ayuda a alcanzar la excelencia en el día a día. El programa es eficaz y ayuda a quien lo aplica a realizar mejor su trabajo, además tiene como ventajas la disminución de accidentes como golpes, caídas, tropezones, resbalones.
2. Se deben destinar las 2 personas que mas conocimiento y habilidades tengan en el mantenimiento de las maquinas o equipos para asignarles el cargo de jefes de mantenimiento de la sección, para lo cual es indispensable que NO sean buzos o en la medida de las posibilidades que no salgan de comisión de trabajo sino que permanezcan en la sección constantemente dedicados a las labores de mantenimiento y todas responsabilidades que este cargo implica.
3. La elaboración de los planes de mantenimiento debe estar sustentada por los manuales del fabricante del equipo, anualmente el personal encargado

debe verificar el cumplimiento de estos planes y si es posible contactar al fabricante o investigar de qué forma se pueden complementar.

4. Se debe diseñar una ficha técnica para cada uno de los equipos, en la cual se especifiquen sus características más importantes.

5. Diseñar un formato de registro y análisis de fallas el cual debe tener información concreta y concisa y que sea sencillo de llenar.

6. Diseñar un formato de registro de mantenimiento que permita corroborar que las actividades de los planes de mantenimiento se realizaron de acuerdo a los procedimientos previamente establecidos y por el personal asignado.

7. Diseñar un formato de registro horas de funcionamiento de cada uno de los equipos.

8. Se deben implementar indicadores claves que permitan la evaluación de desempeño de la actividad de mantenimiento, así como su jerarquización los cuales deben ser acordes a su nivel de influencia en el proceso de toma de decisiones.

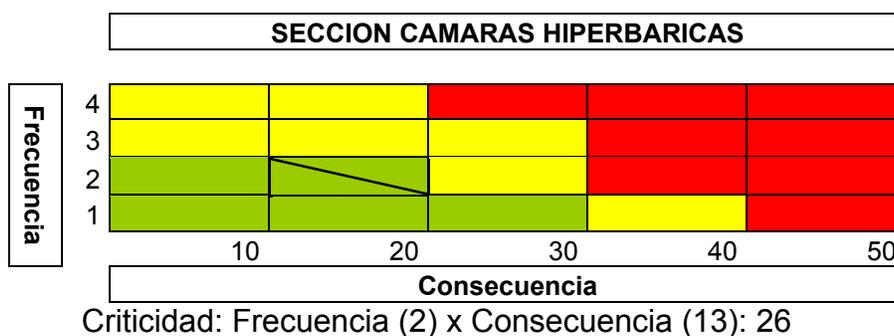
5.5 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Se utilizó el modelo de criticidad de factores ponderados basado en el concepto de riesgo, el cual identifica la criticidad de un componente como el resultado de la frecuencia de sus fallas en un periodo por las consecuencias de esta falla. La asignación valores de criticidad, ayuda a la organización a direccionar y optimizar las tareas prioritarias con los recursos que cuenta la división de mantenimiento, luego de conocer el impacto del componente sobre la producción desde el punto de vista económico, higiene – ambiental y operacional.

Sección Cámaras Hiperbáricas

Frecuencia de Fallas	
Pobre: Mayor 2 fallas por año	4
Promedio: 1-2 fallas por año	3
Buena: 0.5-1 fallas por año	2
Excelente: Menos de 0.5 fallas por año	1
Impacto Operacional	
Perdida de todo el despacho	10
Parada del subsistema/subsistema y repercusión en otros sistemas	7

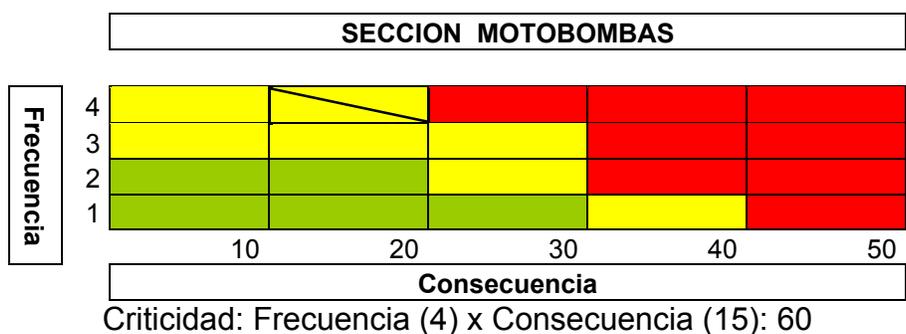
Impacta en niveles inventario o calidad	4
No genera efectos significativos sobre operaciones y producción	1
Flexibilidad Operacional	
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido/almacén	2
Función de repuesto disponible	1
Costo de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$US 20.00	2
Inferior a \$US 20.00	1
Impacto en seguridad ambiente higiene	
Afecta la seguridad humana externa e interna y se notifica a la organización	8
Afecta el medio ambiente/instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores(medio ambiente/seguridad)	3
No provoca daños a personas, instalaciones o medio ambiente	1
Criticidad Total = Frecuencia X Consecuencia	
Consecuencias = (Impacto Operacional x Flexibilidad) + costos de Mtto + Impacto SAH	
CRITICIDAD TOTAL: 26	



Sección Motobombas

Frecuencia de Fallas	
Pobre: Mayor 2 fallas por año	4
Promedio: 1-2 fallas por año	3
Buena: 0.5-1 fallas por año	2
Excelente: Menos de 0.5 fallas por año	1
Impacto Operacional	
Perdida de todo el despacho	10
Parada del subsistema/subsistema y repercusión en otros sistemas	7

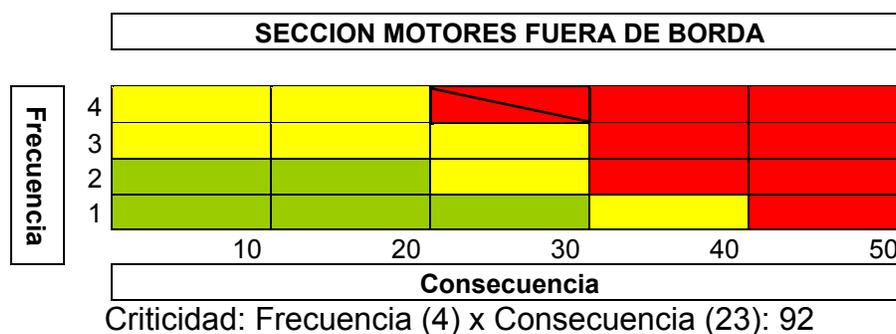
Impacta en niveles inventario o calidad	4
No genera efectos significativos sobre operaciones y producción	1
Flexibilidad Operacional	
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido/almacén	2
Función de repuesto disponible	1
Costo de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$US 20.00	2
Inferior a \$US 20.00	1
Impacto en seguridad ambiente e higiene	
Afecta la seguridad humana externa e interna y se notifica a la organización	8
Afecta el medio ambiente/instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores(medio ambiente/seguridad)	3
No provoca daños a personas, instalaciones o medio ambiente	1
Criticidad Total = Frecuencia X Consecuencia	
Consecuencias = (Impacto Operacional x Flexibilidad) + costos de Mtto + Impacto SAH	
CRITICIDAD TOTAL: 60	



Sección Motores Fuera de Borda

Frecuencia de Fallas	
Pobre: Mayor 2 fallas por año	4
Promedio:1-2 fallas por año	3
Buena:0.5-1 fallas por año	2
Excelente: Menos de 0.5 fallas por año	1
Impacto Operacional	
Perdida de todo el despacho	10
Parada del subsistema/subsistema y repercusión en otros sistemas	7

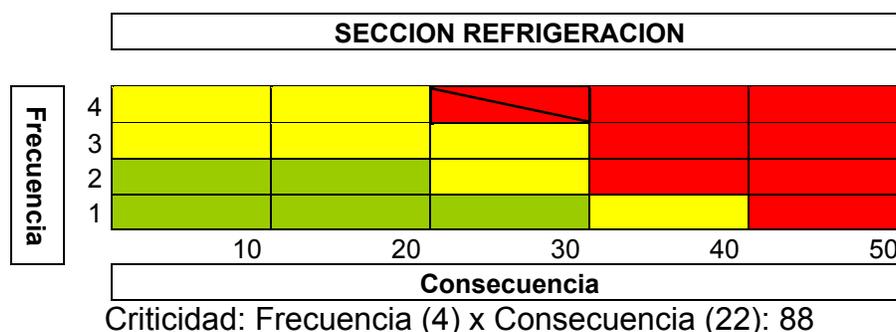
Impacta en niveles inventario o calidad	4
No genera efectos significativos sobre operaciones y producción	1
Flexibilidad Operacional	
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido/almacén	2
Función de repuesto disponible	1
Costo de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$US 20.00	2
Inferior a \$US 20.00	1
Impacto en seguridad ambiente higiene	
Afecta la seguridad humana externa e interna y se notifica a la organización	8
Afecta el medio ambiente/instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores(medio ambiente/seguridad)	3
No provoca daños a personas, instalaciones o medio ambiente	1
Criticidad Total = Frecuencia X Consecuencia	
Consecuencias = (Impacto Operacional x Flexibilidad) + costos de Mtto + Impacto SAH	
CRITICIDAD TOTAL: 92	



Sección Refrigeración

Frecuencia de Fallas	
Pobre: Mayor 2 fallas por año	4
Promedio: 1-2 fallas por año	3
Buena: 0.5-1 fallas por año	2
Excelente: Menos de 0.5 fallas por año	1
Impacto Operacional	
Perdida de todo el despacho	10
Parada del subsistema/subsistema y repercusión en otros sistemas	7

Impacta en niveles inventario o calidad	4
No genera efectos significativos sobre operaciones y producción	1
Flexibilidad Operacional	
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido/almacén	2
Función de repuesto disponible	1
Costo de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$US 20.00	2
Inferior a \$US 20.00	1
Impacto en seguridad ambiente higiene	
Afecta la seguridad humana externa e interna y requiere la notificación de la organización	8
Afecta el medio ambiente/instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores(medio ambiente/seguridad)	3
No provoca daños a personas, instalaciones o medio ambiente	1
Criticidad Total = Frecuencia X Consecuencia	
Consecuencias = (Impacto Operacional x Flexibilidad) + costos de Mtto + Impacto SAH	
CRITICIDAD TOTAL: 88	



5.5.1 Conclusiones de Estudio de Criticidad

Se realizó el estudio de criticidad a los equipos de las secciones más representativas de la división de mantenimiento del departamento de buceo y salvamento de la Armada Nacional obteniendo como valores más elevados las secciones de motores fuera de borda y refrigeración.

Los valores más elevados se ubican en la zona de criticidad (Rojo en las graficas)

Sección de Motores Fuera de Borda

Sección de Refrigeración

Se obtuvieron valores de mediana criticidad (Amarillo en las graficas) en la sección de Motobombas

Se obtuvieron valores de Baja criticidad (Verde en las graficas) en la sección de Cámaras Hiperbáricas.

Resumen de Ponderación de variables

Sección	Frecuencia de Fallas	Consecuencia				Valor de criticidad
		Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costo de Mtto	Impacto en SAH	Total Equipo (DXE)+F+G
Motores F/B	4	7	2	1	8	92
Refrigeración	4	7	2	1	7	88
Motobombas	4	7	1	1	8	60
Hiperbáricas	2	4	1	1	8	26

6. CONCLUSIONES

A nivel general la división de mantenimiento cuenta con una buena infraestructura física, personal bien capacitado y altamente comprometido con sus funciones.

Debido a que aproximadamente un 80% del personal se encuentra frecuentemente en comisión fuera de la ciudad, se presentan algunas deficiencias en la calidad, ejecución y cumplimiento de los planes de mantenimiento ya que no existe una persona permanente dedicada a las labores de mantenimiento sino que estas son realizadas por el personal que se encuentre disponible en el momento.

Se realizó la primera auditoría y la matriz DOFA a la división de mantenimiento en la cual se plantean soluciones que permiten mitigar las anomalías detectadas.

Se entrega el diseño de nuevos planes de mantenimiento los cuales fueron realizados con base al manual del fabricante de los equipos, además de formatos de registro de actividades de mantenimiento, horario de funcionamiento, análisis de fallas y fichas técnicas, los cuales no existían. La implementación de estos le permitirá obtener datos y registros para el proceso de mejoramiento continuo.

Se realizó el estudio de criticidad de las secciones anteriormente mencionadas, el cual permite identificar la criticidad de un componente como el resultado de sus fallas en un determinado periodo de tiempo. Los resultados de este permiten implementar estrategias tendientes a direccionar y optimizar las actividades de mantenimiento.

Se dejan las bases para la implementación del programa de las “Cinco S” el cual es una técnica de Orden, Limpieza, Organización y Estandarización que permite mejoras significativas en la división.

Además de la auditoría se realizaron visitas personalmente a cada una de las secciones con el objetivo de corroborar que los resultados y sugerencias de mejora fueran los más acertados tendientes a solucionar los problemas detectados.

7. RECOMENDACIONES

Se sugiere al Jefe del Departamento de Buceo y Salvamento la asignación de un Oficial o un Jefe Técnico con experiencia y conocimientos para que se desempeñe como Jefe de la División de Mantenimiento, quien tendría las siguientes funciones:

1. Diseñar los planes de mantenimiento los cuales se deben basar en los manuales del fabricante.
2. Verificar que los planes de mantenimiento se cumplan.
3. Manejar y organizar la documentación.
4. Gestionar recursos económicos para la compra de los repuestos necesarios tendientes a solucionar las necesidades apremiantes de las secciones.
5. Seleccionar, asignar y capacitar personal que se encargue específicamente de las labores de mantenimiento en cada una de las secciones.
6. Implementar los indicadores y sugerencias de mejora de desarrollados en este trabajo.
7. Realizar una auditoría de mantenimiento anualmente con el fin de observar e implementar actividades de mejoramiento continuo.
8. Implementar la técnica de las Cinco S, la cual permitirá crear cultura y filosofía de Calidad en todo el personal.
9. Diseñar e implementar planes de capacitación del personal en cada una de sus áreas de interés.

8. BIBLIOGRAFÍA

MORA GUTIÉRREZ, Luis. Mantenimiento Industrial Efectivo. Medellín, Colombia Editorial COLDI LTDA. Julio 2009. ISBN 978-958-98902-0-2

MORA GUTIÉRREZ, Luis. Mantenimiento Estratégico para Empresas Industriales o de Servicios. Medellín, Colombia. Editorial AMG. 2009 - ISBN 958-33-8218-3

MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Edición en Español, Ellmann, Sueiro y Asociados. New York, USA. 1992. ISBN: 0-8311-3044

SOURÍS, Jean Paul. *El mantenimiento: fuente de beneficios*. Traducido por Diorki, S.A. Madrid de la obra original La maintenance, source de profits – ISBN: 2-7081-1136-1

SEMINARIO MANTENIMIENTO INTELIGENTE: Planeación, Programación y Control de Activos, ACIEM, Barranquilla, Colombia, 2010.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Trabajos escritos: presentación y referencias bibliográficas. Sexta actualización. Bogotá: ICONTEC, 2008

<http://jhonnyq1.espacioblog.com/post/2007/07/15/mantenimiento-y-seguridad-industrial-mantenimiento-correctivo-> Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo.

Mantenimiento. <http://ceemantenimentoblogspotcom.blogspot.com/>

Mantenimiento y seguridad industrial
<http://produccinyseguridadindustrial.blogspot.com/2010/10/mantenimiento-y-seguridad-industrial.html>

Mantenimiento y seguridad industrial.
<http://jhonnyq1.espacioblog.com/post/2007/07/15/mantenimiento-y-seguridad-industrial-mantenimiento-correctivo->

<http://gestionemprededora.files.wordpress.com/2007/09/5s.pdf>

<http://www.gestiopolis.com/canales6/ger/comomeman.htm>

Manual del usuario, Motor diesel marino, Perkins Sabre M65 y M87T

Manual de instrucciones, Motor marino diesel, YANMAR 6LYA-STP, 6LY2A-STP

http://www.elaireacondicionado.com/tipos_aire_acondicionado/

http://es.wikipedia.org/wiki/Medicina_hiperb%C3%A1rica

<http://www.paginacis.com/ch/ohb.htm>

http://es.wikipedia.org/wiki/Medicina_hiperb%C3%A1rica

<http://www.renovetec.com/editorial/auditoriasdemantenimiento.pdf>

ANEXO "A"

MODELO DE LA AUDITORÍA

1. ORGANIZACIÓN GENERAL

	NO (0)	MAS BIEN NO (10)	MAS BIEN SI (25)	SI (30)
1.La organización y responsabilidades de la División de Mantenimiento está definida y aprobada por escrito por el jefe del departamento				
2. Se verifican las responsabilidades y tareas del departamento en forma periódica				
3.Las responsabilidades y tareas del Jefe de la División de mantenimiento están claramente definidas				
4.La jefatura de la división de mantenimiento está preparada para abordar nuevos procesos de mejora				
5. Existe un responsable para la planificación y coordinación de trabajos y realizar estudios de mejora y formación en la división.				
6. Todas las operaciones preventivas y correctivas se ejecutan con ordenes de trabajo				
7.Existen objetivos claros e indicadores de mantenimiento				
8. Hay reuniones periódicas y se realizan seguimientos periódicos al cumplimiento de los planes de mantenimiento de las diferentes secciones				

2. MÉTODOS Y SISTEMAS DE TRABAJO

	NO (0)	MAS BIEN NO (10)	MAS BIEN SI (25)	SI (30)
1.Existen procedimientos escritos para el desarrollo de las actividades de mantenimiento				
2. Se archivan las hojas de vida de los equipos y procedimientos				
3.La documentación está debidamente clasificada y fácilmente accesible				
4.hay priorización de las actividades en los planes de mantenimiento				
5.Dispone de un sistema de planificación y preparación para reparaciones mayores o importantes				
6.Hay documentación escrita para la realización de reparaciones mayores o importantes				
7.Existen protocolos de seguridad industrial en su sección para los diferentes trabajos				

3. CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS

	NO (0)	MAS BIEN NO (10)	MAS BIEN SI (25)	SI (30)
1.Existe un inventario de ubicación de los equipos de la sección				
2. Cada equipo tiene un número de identificación claramente señalado				
3.hay un registro de adecuaciones o equipos dados de baja				
4.Existe un archivo informático o en papel de cada equipo con sus historiales llevadas a cabo				
5. Se realizan análisis de criticidad de equipos y estudios de averías y modos de fallo(RCM, FMECA)				
6. Se dispone de información sobre las horas de funcionamiento, y repuestos utilizados en los equipos				
7.Existen un responsable del cuidado de los archivos de mantenimiento				
8. Se realizan auditorias periódicas a la sección				
9.los planes de mantenimiento se realizan teniendo en cuenta el manual del fabricante del equipo				
10. Se actualizan periódicamente los planes de mantenimiento de los equipos o se les realizan mejoras				
11. Se verifica periódicamente el cumplimiento de los planes de mantenimiento				

4. GESTION DE LA CARGA DE TRABAJO

	NO (0)	MAS BIEN NO (10)	MAS BIEN SI (25)	SI (30)
1.Tiene un plan de mantenimiento preventivo				
2. Existen check-list escritos del plan de mantenimiento				
3.Hay un responsable de cumplimiento del plan de mantenimiento				
4.Se tiene un registro de las solicitudes de mantenimiento				
5. Existe un responsable de la planeación de los trabajos				
6. Los trabajos se asignan según prioridades				
7.Se reúnen periódicamente todos los miembros de la sección para analizar el cumplimiento de las actividades del plan de mantenimiento				
8. Cuando un trabajo no se realiza existe un procedimiento o formato para reprogramarlo.				

5. COMPRA Y LOGISTICA DE REPUESTOS Y EQUIPOS

	NO (0)	MAS BIEN NO (10)	MAS BIEN SI (25)	SI (30)
1.Existe un stock de repuestos en la sección				
2. Hay procedimientos para la solicitud de repuestos o equipos				
3.Todos los repuestos están identificados y codificados				
4.Los procedimientos administrativos para solicitar un repuesto es ágil y amigable				

6. ORGANIZACIÓN Y HERRAMIENTAS DEL TALLER

	NO (0)	MAS BIEN NO (10)	MAS BIEN SI (25)	SI (30)
1.El espacio de su sección es suficiente para el desarrollo de los trabajo de mantenimiento				
2. Existe un cubículo para el almacenamiento de repuestos en la sección				
3.Están demarcados correctamente los espacios para las maquinas o equipos				
4.Se realizan labores de limpieza a los equipos utilizados durante el día				
5. hay un sitio definido para las herramientas utilizadas en el taller				
6. Hay un lugar para los elementos de aseo y limpieza de quipos e instalaciones de la sección				
7.Existe un inventario actualizado de herramientas y equipos de prueba				
8. Dispone con propiedad de herramientas y equipos especiales				
9. Cada técnico posee su caja de herramienta				
10.Existe un medio para la utilización de herramientas por parte de contratistas				

7. DOCUMENTACION TÉCNICA

	NO (0)	MAS BIEN NO (10)	MAS BIEN SI (25)	SI (30)
1. Dispone de documentación técnica suficiente para la ejecución de trabajos				
2. Se dispone de planos y esquemas eléctricos de los equipos y la sección				
3. se exige a los proveedores la documentación técnica de los equipos				
4. Existen medios para reproducir esta información				
5. Existen copias de manuales, planos e información de los equipos				
6. Existe registros de los trabajos de modificación de equipos o instalaciones				

8. PERSONAL Y FORMACIÓN

	NO (0)	MAS BIEN NO (10)	MAS BIEN SI (25)	SI (30)
1. El ambiente de trabajo es positivo				
2. Dirigen y supervisan correctamente los jefes los trabajo efectuados por el personal				
3. El personal se reúne periódicamente para analizar y solucionar sus problemas laborales				
4. Hay reuniones periódicas del jefe del departamento o división con el personal				
5. Existe un plan de capacitación técnica para el personal				
6. Hay iniciativa del personal por los trabajos diarios				
7. El personal recibe incentivos por los el cumplimiento a cabalidad de los trabajos				
8. Se realizan actividades de integración del personal				

ANEXO "B"
FORMATO PLANES DE MANTENIMIENTO

1. Motobombas con motor YANMAR

Nombre del Equipo:							
Marca:							
Modelo:							
Serie:							
Observaciones:							
Sistema	Observaciones	Diario	50h	250h/1año	500h (2 años)	1000h (4 año)	2000h
Medición nivel gasóleo	Medir	x					
Vaciado del deposito	verificar		x				
Vaciado del filtro y del separador de agua	Realizar		x				
Cambio del elemento del filtro	Realizar	x					
Medir el nivel del lubricante en el Carter añadir si hace falta	Medir	x					
Cambio del elemento del filtro	Verificar		x	x			

Limpieza del enfriador de lubricante	Limpiar						x
Cambio de lubricante	Realizar		x	x			
Revisión de la descarga de agua de refrigeración	Realizar	x					
Revisión y cambio del impulsor	Revisar					x	x
Limpieza del sistema de agua salada(incluyendo el enfriador de agua dulce y del lubricante)	Limpiar					x	x
Cambio de cinc anticorrosión	Realizar			x			
Medición del nivel de agua dulce y relleno	Medir	x					
Cambio de agua dulce	Realizar			x			
Limpieza del sistema de agua dulce (incluyendo el deposito termocambiador)	Limpiar						x
Ajuste de la sincronía de inyección	Realizar						x
Desmote y revisión de la bomba de inyección de gasóleo	Realizar						x
Ajuste de la presión de inyección y del estado de la pulverización	Realizar			x		x	
Ajuste del huelgo de la válvula de admisión y escape	Realizar			x		x	

Rectificación de la válvula de admisión/escape	Realizar						x
Revisión y ajuste del cable de mando a distancia	Realizar	x		x			
Revisión de los dispositivos de alarma	Realizar	x					
Revisión del volumen electrolítico de la batería	Realizar	x					
Graduación de la tensión de la correa de transmisión del alternador	Realizar				x		
Limpieza del soplador	Limpiar			x			
Revisión y limpieza del enfriador de lubricante							x
Revisión y limpieza de la malla del filtro de admisión de lubricante	Revisar /Limpiar		x	x			
Revisión de los cojinetes, placas de fricción y obturador	Revisar						x
Medición del nivel de lubricante	Medir	x					
Cambio de lubricante	Realizar		x	x			
Revisión de fugas del agua de refrigeración, lubricante, gasóleo y escape(incluyendo el codo mezclador)	Revisar/Verificar						

Precauciones

Inspección después de las primeras 50 horas de funcionamiento (cambio del lubricante del motor y el filtro de lubricante 1 vez), cambio del lubricante de la caja de cambios náutica y limpieza del filtro 1 vez

Inspección cada 50 horas (vaciado del depósito de gasóleo)

Inspección cada 250 horas (Cambio de lubricante de la caja de cambios náutica 2 vez)

Inspección después de las primeras 250 horas (Inspección y corrección del huelgo de la cabeza de la válvula de admisión y extracción)

Inspección cada 500 horas o 2 años (Inspección de la tensión de la correa en V del alternador)

Inspección cada 1000 horas o 4 años (Inspección de las piezas internas de la bomba de agua salada)

Inspección cada 2000 horas (Limpieza del sistema de refrigeración por agua e inspección y ajuste de las piezas)

1.1. Plan de mantenimiento Actual de Motobombas YANMAR

MAQUINA	Meses																																														
	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Sept.				Octub.				Nov.				Dic.		
MOTOBOMBAS CON MOTOR YANMAR	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1 Limpieza Motobomba y comprobación Pernos y Tuercas	P	X			X				X				X				X				X				X				X				X				X				X						
	C																																														

2. MOTOBOMBAS CON MOTOR PERKINS

Nombre del Equipo:						
Marca:						
Modelo:						
Serie:						
Observaciones:						
Sistema	Observaciones	20/40h	Diario/cada 8 días	200h (6 meses)	400h (1 año)	2000h
Refrigerante	Comprobar cantidad	x	x			
Refrigerante	Comprobar concentración				x	
Tensión y estado de la correa de accionamiento	Comprobar	x		x		
Cámara de decantación y colador de bomba de combustible	Limpiar/Verificar				x	
Comprobar si hay agua en el prefiltro o si el combustible está contaminado	Comprobar			x		
Filtro de Combustible	reemplazar				x	
Inyectores	Revisar					x

Régimen de ralentí	Comprobar	x				
Regulador de la bomba de inyección stanadyne	Verificar funcionamiento				x	
Cantidad de Aceite	Comprobar		x			
Presión de aceite indicada en el manómetro	Comprobar	x	x			
Aceite del motor	Cambiar	x			x	
Filtros de Aceite	Cambiar	x			x	
Filtros de Aceite(motores atmosféricos de 6 cilindros con un solo filtro)	Cambiar	x		x		
Ventilación del motor	Limpiar el sistema	x	x			x
Filtro de Aire	Verificar /Sustituir				x	
Impulsor del turboalimentador y carcasa del compresor del turboalimentador						x
Filtro de Aire del compresor	Limpiar			x		
Aspirador o compresor	Revisar					x
Holgura de las Válvulas	Comprobar/Ajustar					x
Holgura de las Válvulas (motores de alto régimen)	Comprobar/Ajustar	x			x	
Alternador	Revisar					x
Motor de Arranque	Revisar					x

Precauciones

El anticongelante se debe cambiar cada 2 años (concentración del refrigerante)

Para aplicaciones en las que el motor suele funcionar a plena carga durante periodos de más de 20 minutos, el aceite y los filtros se deben cambiar cada 250 horas o cada 12 meses

No se debe limpiar el separador de aceite del sistema de ventilación , sino que hay que sustituirlo cada vez que se revise el motor o cada 8000 horas de uso

No retire la tapa de llenado ni ningún componente del sistema de refrigeración mientras el motor este caliente y el refrigerante bajo presión

Cerciórese que la palanca de mando de la transmisión no esté en una posición de transmisión antes de poner en marcha el motor

Motores M65: use solamente un aceite de buena calidad, igual o superior a la especificación API CC o ACEA E1. También se pueden usar API CD o ACEA E2, pero no se recomienda hacerlo durante las primeras 25-50 horas de uso del motor ni para aplicaciones de carga ligera.

Motores M85T: use solamente un aceite de buena calidad, igual o superior a la especificación API CF4 o CG4, o ACEA E2/E3.

3. MOTOBOMBAS CON MOTOR LOMBARDINI

Nombre del Equipo:								
Marca:								
Modelo:								
Serie:								
Observaciones:								
Sistema	Observaciones	10h	200h	300h	600h	1200h	5000h	10000h
Nivel de aceite del Motor	Comprobar	X						
Nivel liquido para refrigeración	Comprobar	X						
Filtro de Aire a seco	Comprobar	X						
Filtro de Aire a baño de aceite	Comprobar	X						
Superficie de intercambio del radiador	Comprobar	X						
Tensión correa ventilador/alternador	Comprobar		X	X				
Mangueras	Comprobar		X	X				
Ajuste y limpieza de inyectores	Comprobar					X		

Tubos de Combustible	Comprobar	X						
Tubo de goma de admisión(filtro de aire-colector de admisión)	Comprobar		X	X				
Limpieza del interior del radiador	Comprobar					X		
Alternador y motor de arranque	Comprobar						X	
Aceite del motor	SUSTITUCION		X	X				
Filtro de aceite	SUSTITUCION		X	X				
Filtro de combustible	SUSTITUCION		X	X				
Correa ventilador/alternador	SUSTITUCION				X			
Líquido para refrigeración	SUSTITUCION					X		
Revisión parcial	SUSTITUCION						X	
Revisión general	SUSTITUCION							X
Tubos de combustible	SUSTITUCION					X		
Tubo de goma de admisión(filtro de aire-colector de admisión)	SUSTITUCION					X		
Mangueras	SUSTITUCION					X		

Cartucho externo del filtro de aire seco	Tras 6 inspecciones con limpieza
Cartucho interno del filtro de aire seco	Tras 3 inspecciones con limpieza

Precauciones

Antes de realizar cualquier operación, limpiar bien los grupos y/o los componentes y eliminar eventuales incrustaciones o residuos.
Lavar los componentes con los detergentes apropiados y evitar el uso de vapor o agua caliente.
Cubrir todas las superficies con una capa de lubricante para protegerlas de la oxidación.
Comprobar la integridad, el desgaste, los gripados, las hendiduras y/o los defectos de todos los componentes para asegurar el buen funcionamiento del motor
Para fijar correctamente los grupos y/o componentes, el operador debe apretar los elementos de fijación en cruz o de forma alternada.
El operador debe comprobar que las superficies de contacto estén en buen estado, lubricar las partes de acoplamiento y proteger las que están sujetas a oxidación.
El intervalo de tiempo que debe transcurrir antes de limpiar o sustituir el elemento filtrante depende del ambiente de funcionamiento del motor. En ambientes muy polvorientos el filtro de aire debe ser limpio y debe sustituirse más a menudo

4. MOTORES FUERA DE BORDA 4 TIEMPOS

Nombre del Equipo:						
Marca:						
Modelo:						
Serie:						
Ubicación:						
Sistema	Observaciones	10h	50h (3 meses)	100h (6 meses)	200h (1 año)	500h
Acoplamiento de la capota superior	Comprobar/Ajustar	Antes de cada uso				
Sistema de Combustible						
Junta de gasolina y tubos de combustible	Comprobar	Antes de cada uso				
Filtro de gasolina tipo desechable				x		
Filtro de gasolina separadores de agua	Limpiar/reemplazar				x	
Tanques de combustible	Limpiar				x	

Motor						
Aceite motor	Comprobar	Antes de cada uso				
Filtro de aceite motor	Cambiar				x	
Bomba de aceite	Comprobar					x
Correa de distribución	Comprobar/reemplazar				x	
Termostato	Comprobar				x	
Válvula de control de la presión del agua	Comprobar				x	
Bujías	comprobar/Limpiar/reemplazar			x	x	x
Exterior del motor	comprobar	Antes de cada uso				
Perdida de aceite	comprobar					
Tuerca de volante	Comprobar					
Conducto de agua refrigeración	Limpiar	Antes de cada uso				
	Sistema de Control					
Cable de acelerador	Comprobar/ajustar				x	
Cable del inversor	Comprobar/ajustar				x	
Conexión del acelerador	Comprobar/ajustar				x	

Distribución de encendido	Comprobar/ajustar	x			x	
Velocidad mínima				x		
Unidad de elevación y trimado						
Sistema ptt	Comprobar/Limpiar			x	x	
Funcionamiento de elevación y trimado			x	x	x	
Unidad inferior						
Aceite para engranajes	Cambiar	x		x		
Kit bomba de refrigeración	Reemplazar					x
Sellos de aceite	Cambiar			x		
Eje transmisión	Comprobar				x	
Hélice	Comprobar			x	x	

5. MOTORES FUERA DE BORDA 2 TIEMPOS

Nombre del Equipo:					
Marca:					
Modelo:					
Serie:					
Ubicación:					
Sistema	Observaciones	10h	50h (3 meses)	100h (6 meses)	300h (1 año)
Acoplamiento de la capota superior	Comprobar/Ajustar				x
Sistema de Combustible					
Conector de gasolina y tubos de combustible	Comprobar	x		x	x
Filtro de gasolina	Comprobar/ reemplazar		x	x	x
Tubos de Combustible	Limpiar				x
Motor					
Distribución del encendido	Comprobar				x
Bujías	Limpiar/ajustar/reemplazar	x	x	x	x

Termostato	Comprobar				x
Válvula de control de presión de agua	Comprobar				x
Tuerca del Volante	Comprobar	x			
Extintor del motor	Comprobar		x	x	x
Conducto de agua de refrigeración	Limpiar			x	
Sistema de Control					
Conexiones del carburador	Comprobar/ajustar				x
Cable del acelerador	Comprobar/ajustar				x
Cable del inversor	Comprobar/ajustar				x
Velocidad mínima	Comprobar/ajustar			x	
Unidad de elevación y trimado					
Sistema ptt	Comprobar/Limpiar			x	x
Unidad inferior					
Aceite para engranajes	Cambiar			x	x
Kit bomba de refrigeración	Reemplazar				x

Sellos de aceite	Cambiar			x	x
Eje transmisión	Comprobar				x
Hélice	Comprobar			x	x

6. SECCIÓN REFRIGERACIÓN

Nombre del Equipo:												
Marca:												
Modelo:												
Serie:												
Código:												
Ubicación:												
Observaciones:												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Limpieza del equipo			X		X				X		X	
Lubricación de rodamientos	X		X		X		X		X		X	
Lavado serpentín condensador	X		X		X		X		X		X	
Limpieza de rejillas difusoras	X		X		X		X		X		X	
Lavado serpentín evaporador	X		X		X		X		X		X	
Toma de lecturas y presiones			X		X		X		X		X	
Toma de lecturas de voltaje y amperaje			X		99 X		X		X		X	

Limpeza ajuste y verificación de sistemas eléctricos y electrónicos			X		X		X		X		X	
Revisión y ajuste de ducteria			X		X				X		X	
Rutina	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Nombre del Equipo :AAV (aire acondicionado de ventana / AAC (aire acondicionado central) / AAM (aire acondicionado mini Split) / CF (cuarto frío)

Limpeza del Equipo: Aseo general a la condensadora, manejadora y rejillas de suministro

Lubricación de rodamientos: Agregar aceite y grasa a las partes rodantes de los motores y chumaceras

Lavado serpentín condensador: Lavado con agua a presión no se utilizará desincrustante

Limpeza de rejillas difusoras: Desmonte y lavado

Lavado serpentín evaporador: Lavado con agua a presión en caso de ser necesario se utilizara desincrustante se exceptúa la soda cáustica

Toma de lecturas y presiones: Verificar carga de refrigerante del equipo.

Toma de lecturas de voltaje y amperaje: La toma se efectuará al compresor, motor ventilador del condensador, motor ventilador del evaporador, en caso de exceso consumo de amperaje se debe realizar megueo con el fin de verificar su estado.

Limpeza ajuste y verificación de sistemas eléctricos y electrónicos: Consiste en la limpeza de contactores, relays, borneras, termostatos, presostatos, capacitores, contactos, terminales y/o cambio de estos, tableros de control. Se aplicara ingredientes de protección y limpeza (limpiadores eléctricos, electrónicos y desplazador de humedad). Todos los ingredientes de limpeza y terminales serán suministrados por el contratista.

Revisión y ajuste de ducteria: Corrección de fugas de aire, reparación ducterias.

6.1. Plan Actual de Mantenimiento preventivo

AIRE ACONDICIONADO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DORMITORIO JDEBUSA												
LIMPIEZA EVAPORADOR	X			X			X			X		
LIMPIEZA CONDENSADOR	X			X			X			X		
LIMPIEZA FILTROS	X			X			X			X		
LIMPIEZA CONTACTOS	X			X			X			X		
RUTINA CORROSION						X						

7. Formatos estándar para todas las secciones (Formato de Registro de Mantenimiento)

Nombre del Equipo:				
Marca:				
Modelo:				
Serie:				
Código:				
Ubicación:				
Observaciones:				
Fecha de realización (DD/MM/AAA)		DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD REALIZADA	NOMBRE Y GRADO DEL TECNICO	FIRMA DEL JEFE DE LA SECCION
Mtto preventivo	Mtto correctivo			

8. Formato de horario de funcionamiento

Nombre Equipo:																									
Marca:																									
Modelo:																									
Código:																									
Serie:																									
Ubicación:																									
Observaciones:																									
	Ene	Feb.		Mar		Abr.		Muy		Jun.		Jul.		Ago.		Sep.		Oct.		Nov.		Dic.			
DIA	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
total																									

T: horas trabajadas diariamente por el equipo sin novedad

M: horas empleadas para mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, paradas imprevistas, tiempo de no funcionamiento del equipo.

9. Formato de Análisis de Fallas

Nº	INFORME DE ACCIÓN	CORRECTIVA
		PREVENTIVA
TEMA ASUNTO		Fecha inicio:
		Realizado por:
1.- Personas que participan en la acción y coordinador:	2.- Descripción del problema que se quiere eliminar o evitar:	
3.- Acciones precedentes o primeras acciones adoptadas:		
4.- Causa o causas que generan el problema o que lo pueden generar:		
5.- Soluciones que atacan la causa del problema, posibles acciones:		
6.- Acciones correctivas / preventivas finalmente realizadas, incluyendo fechas:		
7.- Acciones que se efectuarán para verificar la eficacia de las soluciones implantadas, fechas y responsables:		
8.- Resultados obtenidos, conclusión del expediente:		
<p>NO DEBE CONCLUIRSE UNA ACCIÓN HASTA QUE NO SE HAYA VERIFICADO LA EFICACIA DE LAS SOLUCIONES IMPLANTADAS O BIEN SE HAYAN ARGUMENTADO LAS CAUSAS DE SU CIERRE</p>		Firma Responsable de la acción: Fecha cierre:

10. MODELO DE FICHAS TECNICAS PARA MAQUINARIA Y EQUIPOS

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPOS SECCIÓN MOTORES FUERA DE BORDA	
	
Nombre del Equipo:	
Marca:	
Modelo:	
Serie:	
Código:	
Peso:	
Ubicación:	
Potencia Max:	
Sistema de Combustión:	
Sistema de Enfriamiento:	
Sistema de Encendido:	
Sistema de Lubricación:	
Dirección de rotación de la propela:	
Cilindros:	
Manual del Fabricante: SI: NO:	
Fecha de Adquisición:	
Nombre del Proveedor:	
Dirección y Teléfono del proveedor:	
Garantía:	Fecha de inicio:
	Fecha de terminación:

Nombre y Grado Jefe de División: _____

Nombre y Grado Jefe Sección: _____

FICHA TECNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPOS
SECCION REFRIGERACION



Nombre del Equipo:	
Marca:	
Modelo:	
Serie:	
Código:	
Ubicación:	
Capacidad:	
Consumo:	
Voltaje:	
Corriente:	
Refrigerante:	
Manual del Fabricante: SI: NO:	
Fecha de Adquisición:	
Nombre del Proveedor:	
Dirección y Teléfono del proveedor:	
Garantía:	Fecha de inicio:
	Fecha de terminación:

Nombre y Grado Jefe de División: _____

Nombre y Grado Jefe Sección: _____