

ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE

ALMIRANTE MIGUEL GRAU

PROGRAMA ACADÉMICO DE MARINA MERCANTE
ESPECIALIDAD MÁQUINAS



**“NIVEL DE CONOCIMIENTOS TEORICO DEL MANTENIMIENTO
PREDICTIVO EN LOS CADETES DE TERCER AÑO DE LA ESPECIALIDAD
MÁQUINAS DE LA ESCUELA NACIONAL DE MARINA MERCANTE
ALMIRANTE MIGUEL GRAU, 2020”**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE
BACHILLER EN CIENCIAS MARITIMAS

PRESENTADA POR:

WALTER LUIS CASTRO RIVERO

CALLAO, PERÚ

2020

DEDICATORIA

A **DIOS** por darme la vida, iluminarme en todo momento de mi vida, sorteando obstáculos y tomando decisiones acertadas guiándome por el sendero verdadero y ser agradecido por la fortaleza que me da para seguir batallando en la vida.

A mi querida familia por ser mi rumbo en la vida y por haberme acompañado en esta travesía, a mi amiga y verdaderos compañeros y amigos porque fueron el buen viento y buena mar que me impulso afrontar cualquier tempestad y tener buena navegación arribando a mi destino.

AGRADECIMIENTO

Siempre a DIOS en primer lugar a mi familia, amiga y compañeros, por su alto compromiso y valioso tiempo dedicado para el avance y desarrollo de mi trabajo de investigación.

A los cadetes de Tercer Año Especialidad de Maquinas por su colaboración en la realización del trabajo de investigación.

INDICE

| | |
|------------------------|-----|
| PORTADA Y TITULO | i |
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| INDICE | iv |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | ix |
| INTRODUCCION | x |

CAPITULO I: PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

| | |
|---|---|
| 1.1 Descripción de la realidad problemática | 1 |
| 1.2 Formulación del problema | 4 |
| 1.2.1 problema general | 4 |
| 1.2.2 problemas específicos | 4 |
| 1.3 Objetivos de la investigación | 4 |
| 1.3.1 Objetivo general | 4 |
| 1.3.2 Objetivos específicos | 4 |
| 1.4 Justificación de la investigación | 5 |
| 1.4.1 Justificación teórica | 5 |
| 1.4.2 Justificación metodológica | 5 |
| 1.4.3 Justificación practica | 5 |
| 1.4.4 Justificación de la investigación | 6 |
| 1.5 Limitaciones de la investigación | 6 |
| 1.6 Viabilidad de la investigación | 6 |

CAPITULO II: MARCO TEORICO

| | |
|---|----|
| 2.1 Antecedentes de la investigación | 7 |
| 2.1.1 Nacionales | 8 |
| 2.1.2 Internacionales | 10 |
| 2.2 Bases teóricas | 11 |
| 2.2.1 Definición de conocimiento | 11 |
| 2.2.2 Mantenimiento | 13 |
| 2.2.2.1 Evolución y historia del mantenimiento | 13 |
| 2.2.2.2 Clasificación del mantenimiento | 18 |
| 2.2.2.3 Filosofía del mantenimiento | 22 |
| 2.2.2.4 Normas Internacionales ISM al mantenimiento | 28 |
| 2.2.2.5 Administración del mantenimiento | 30 |
| 2.2.2.6 Tipos de mantenimiento aplicado en los buques | 37 |
| 2.3 Técnicas del mantenimiento Predictivo | 50 |
| 2.3.1 Análisis de Vibración | 50 |
| 2.3.2 Análisis Lubricante | 57 |

CAPITULO III: HIPOTESIS y VARIABLES

| | |
|--|----|
| 3.1 Formulación de la hipótesis | 76 |
| 3.1.1 Hipótesis general | 76 |
| 3.1.2 Hipótesis específicas | 76 |
| 3.1.3 Variable descriptora y dimensiones | 76 |

CAPITULO IV: DISEÑO METODOLOGICO

| | |
|---|----|
| 4.1 Diseño del trabajo de investigación | 77 |
| 4.2 población y muestra | 79 |
| 4.2.1 población | 86 |
| 4.2.2 Muestra | 86 |
| 4.3 Operacionalización de la variable descriptora | 80 |
| 4.4 Técnicas para la recolección de datos | 81 |
| 4.4.1 Técnica | 81 |
| 4.4.2 Instrumento | 81 |
| 4.4.3 Validez | 81 |
| 4.4.4 Confiabilidad | 82 |

FUENTES DE INFORMACION

| | |
|---|----|
| Referencias Bibliográficas y Electrónicas | 84 |
|---|----|

ANEXOS

| | |
|--|----|
| Matriz de Consistencia | 87 |
| Operacionalización de Variable Descriptora | 88 |
| Instrumento de Medición | 89 |
| Validación del Instrumento a criterio de Jueces Expertos | 95 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Nivel de Conocimiento Teórico del Mantenimiento Predictivo en los Cadetes del Tercer Año Especialidad de Maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020”, tiene como objetivo principal, permitir de una forma rápida y eficiente tener la confiabilidad que los cadetes de tercer año especialidad de máquinas tengan un nivel de Conocimiento teórico del Mantenimiento Predictivo, para de esta manera en sus prácticas profesionales puedan aplicarla y así complementar sus conocimientos teóricos - prácticos. Actualmente el Mantenimiento Predictivo es una técnica que se está llevando a nivel mundial en todos los sectores de las industrias y en el rubro de la industria marina no sería la excepción. Los cadetes al tener la competencia clara lograrán metas muy importantes como recomendar cuando y en qué momento dar un Mantenimiento Predictivo para predecir y solucionar problemas mecánicos que se presentan en los equipos de a bordo. La investigación es Descriptiva, para la elaboración de esta metodología se utilizaron conceptos de Mantenimiento Predictivo con sus técnicas: Análisis de Aceite y Análisis de Vibración. Este mantenimiento no solo va a ayudar a predecir futuros daños en los equipos los cuales se podrán evitar de una forma rápida sin poner en riesgo su operatividad y estructura, sino también reducirá costos y dará más vida útil a los equipos y sus accesorios. Por otra parte, estas técnicas no son suficientes si no se tiene una población conformada por los cadetes de la ENAMM con una muestra de cadetes del Tercer Año Especialidad de Máquinas, que brinde la posibilidad y que tengan unas prácticas exitosas y en un futuro cercano estarán a cargo de las operaciones de mantenimiento de los equipos y puedan cumplir eficiente. Gracias a tener una medición del nivel de conocimiento que lograrán en su Prácticas. Se realizó una técnica de encuesta y utilizo un instrumento de cuestionario a los cadetes Tercer Año Especialidad de Máquinas para determinar el Nivel de Conocimientos Teórico del Mantenimiento Predictivo con sus técnicas respectivas (Análisis de Aceite y Análisis de Vibración). Las cuales tuvieron como resultado el conocimiento Medio acerca de las técnicas Análisis Aceite y bajo la técnica Análisis de Vibración. Se recomienda a la ENAMM que contrate Docentes (Oficiales, Jefes de Maquinas con años en su función y experiencia en el Cargo), como también se encuentren involucrados con la Escuela.

Se realicen capacitaciones para de esta manera los cadetes tengan la información, competencia clara y en sus prácticas Pre Profesionales experimenten lo aprendido en el aula y en un futuro como oficiales puedan aplicarlo en el trabajo del Mantenimiento Predictivo por ser Técnicas muy importante y de punta en la actualidad. Dicha Competencia lograda será un factor muy importante para los futuros Oficiales porque conllevará a solucionar y predecir fallas mecánicas en los Equipos de A bordo y de esta manera demostrar una gran Capacidad de parte de los oficiales.

Palabras claves: Mantenimiento predictivo, análisis aceite y análisis vibración, vida útil, y fiabilidad.

ABSTRACT

The present research work entitled "Level of Theoretical Knowledge of Predictive Maintenance in Cadets of the Third Year Specialty of Machines of the National School of Merchant Marine Almirante Miguel Grau, 2020", has as its main objective, allow in a fast and efficient way to have the reliability that third-year cadets specializing in machines have the theory of Clear Competence, so that they can apply it in their professional practices and thus complement their theoretical - practical knowledge. Predictive maintenance is currently a technique that is being used worldwide in all sectors of the industries and in the marine industry it would not be the exception. The cadets, by having clear competence, will achieve very important goals such as recommending when and when to give predictive maintenance to predict and solve mechanical problems that arise in the on-board equipment. The research is descriptive, for the elaboration of this methodology Predictive maintenance concepts were used with their techniques: oil analysis and vibration analysis. This maintenance will not only help predict future damage to the equipment, which can be avoided quickly without putting its operation and structure at risk, but it will also reduce costs and give more useful life to the equipment and its accessories. On the other hand, these techniques are not enough if you do not have a population made up of ENAMM cadets with a sample of cadets from the third year specializing in machines, which offers the possibility and who have successful practices and in the near future will be in charge of the operations and maintenance of the equipment can fulfill it efficiently, thanks to having a measurement of the level of knowledge they achieved in their instruction. A survey technique was carried out and a questionnaire instrument was used for the third year cadets specializing in machines to know if they had knowledge of predictive maintenance techniques (oil and vibration analysis). Which resulted in Medium knowledge about oil analysis technique and low knowledge about vibration analysis technique. ENAMM is recommended to hire teachers with experience in the subject and carry out training so that the cadets have clear competence and in their practice they experience what they have learned in the classroom and then as officers they can apply Predictive Maintenance with their Techniques.

Keywords: Predictive maintenance, oil analysis and vibration analysis, service life, and reliability.

INTRODUCCION

Hoy en día es importante considerar en las grandes y medianas Compañías Navieras la implementación de una estrategia de mantenimiento predictivo para aumentar la vida de componentes del motor, aumentando así su disponibilidad, operatividad, fiabilidad y productividad. En esta investigación se tomará en consideración el Nivel de Conocimientos teóricos que tienen los cadetes de 3ro año especialidad maquinas con la técnica que se usara que es una encuesta y un instrumento de medición de un cuestionario con preguntas de la variable descriptora y sus dimensiones respectivas para saber el nivel que tienen los cadetes mencionados. También se describe brevemente la forma de uso de las técnicas actuales en la solución y detección rápida de fallas en los equipos, así como su utilidad en la búsqueda de las posibles causas que las puedan originar. En la actualidad y a la presión que se vive se tienen que cumplir con las técnicas y normas de calidad para mantener un buen nivel (performance), si deseamos mantenernos en la lucha de la competencia que es el mundo marítimo. Como consecuencia las navieras están presionando al personal que se encuentra involucrado directamente en los mantenimientos que son oficiales y cadetes de la especialidad máquinas, el personal debe tener una formación técnica de buen nivel para cumplir con las exigencias actuales y a las técnicas que están de punta, y de esta manera tener un departamento eficiente que contribuya y asegure un alto nivel de operatividad y productividad de todo el departamento ingeniería. En conclusión, el personal lo tiene que tener bien claro lo que significa la palabra “mantener”, para de esta manera llevar a cabo y de la mejor forma, usando las técnicas del mantenimiento predictivo pueda generar una mejor operatividad, fiabilidad, productividad y un buen funcionamiento de los equipos y con costos bajos. Donde se ha estructurado capítulos, estableciendo en el Primer Capítulo: Planteamiento del problema, formulación del problema, objetivos, justificación, limitaciones y viabilidad de la investigación. Segundo Capítulo: Marco teórico, antecedentes de la investigación, se hace referencia a las definiciones y conceptos sobre el Conocimiento y mantenimiento, evolución, tipos mantenimiento, mantenimiento predictivo y sus técnicas que se usan, importancia, ventajas, aplicaciones. El Tercer Capítulo: Hipótesis y Variables, por ser la investigación tipo descriptivo se define su variable descriptora con sus dimensiones e indicadores.

Cuarto Capítulo: Define el diseño, población y muestra, operacionalización de la variable descriptora, técnicas para recolección de datos y procesamiento y análisis de datos. Como anexos se presentan la matriz de consistencia, instrumentos para recolección de datos. Otros, referencias bibliográficas.

CAPITULO I: PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática.

PLANTAMIENTO PROBLEMA

A Nivel Mundial:

El mantenimiento en el mundo a través de los años a pasado por etapas que en su debido momento ha brindado un apoyo técnico a las diferentes industrias y en especial a las compañías navieras, gracias a la evolución del mantenimiento se pudo lograr tener equipos fiables en lo que respecta a su funcionamiento y operación.

La historia mundial del mantenimiento contempla tres generaciones:

Primera generación de 1930 a 1950, nace el Mantenimiento Correctivo cuyo objetivo era reparar en caso de avería y lo realizaban los operadores.

Segunda generación de 1950 a 1980, nace el Mantenimiento Preventivo con un objetivo muy diferente a la primera generación, mantener una mayor disponibilidad de la planta, mayor vida útil de los equipos y costos bajos.

Tercera generación de 1980 hasta el día de hoy, nace el Mantenimiento Predictivo, TPM y RCM, sus objetivos de esta generación, mayor disponibilidad y fiabilidad de los equipos, mayor seguridad y calidad en su funcionamiento, cuidar el medio ambiente, mayor vida útil y una mayor reducción de los costos.

En el mundo globalizado que vivimos la tecnología y equipos sofisticados han crecido enormemente y por lo tanto para dar un buen mantenimiento debemos contar con las técnicas de punta para evitar fallas, averías y paradas de plantas que traerían baja productividad y perdida económicas.

Es así como el mantenimiento predictivo con sus respectivas técnicas han entrado a tallar en el diagnóstico de futuras fallas-averías, usando sus técnicas como: análisis de aceite para detener conocimiento de la degradación del lubricación y detectar el desgaste de las piezas internas de los equipos, análisis de vibración todo equipo que vibra tendrá un serio problema, termografía tener conocimiento de las temperaturas de trabajo de los equipos y por ultimo ensayos NO destructivos para aplicación de la radiografía a soldaduras especiales, ultrasonido para calibración de espesores de tuberías y planchas del casco, líquidos penetrantes para detectar rajaduras en general.

El mantenimiento predictivo con sus técnicas nos predecirá futuras fallas en los equipos por tal razón mundialmente se está aplicando para mejorar la calidad de los equipos y no tener equipos inoperativos que traería paradas innecesarias y altos costos en la operatividad. Las compañías navieras deberán alinearse implementado este mantenimiento por sus bondades que nos ofrece y así conseguir un buque que este siempre operativo y disponible para cumplir su compromiso.

Los buques que tienen viajes internacionales al contar con este mantenimiento predictivo estarán siempre por encima de los buques que no lo tengan implementado. Según ISM (código internacional de gestión de seguridad), los buques tienen que tener un buen programa de mantenimiento y personal idóneo, para poder cumplir las metas y objetivos de la empresa, tener siempre un buque y todos sus equipos operativos.

En el Perú, se tiene que implementar para tener buques mantenidos bajo estándares de punta como es mantenimiento predictivo para de esta manera tener equipos operativos y con alta fiabilidad y productividad, los armadores tienen que tomar conciencia y alinearse de acuerdo a la tecnología de punta y de esta manera subir el nivel competitivo.

En la actualidad el incremento de buques en la flota mundial ha traído nuevas expectativas a las empresas navieras preocupados por el avance tecnológico que existe en este siglo implementar en los buques programas de mantenimiento de punta para ser monitoreados todos los equipos de a bordo para de esta manera obtener buenos resultados de performance de los equipos marinos en los buques cumpliendo eficientemente con sus objetivos operacionales y por ende tener personal calificado con esta competencia.

Los cadetes serán involucrados en tener esta competencia por planteamiento del STCW que nos indica las competencias que debe tener un Cadete de la Especialidad maquinas en el último año. El programa de Mantenimiento Predictivo que se está usando actualmente es un mantenimiento como su nombre lo dice predecir futuras fallas-averías basándose en sus diferentes técnicas usadas como el Análisis de Aceite y Análisis de Vibración y ciertos parámetros de trabajo de los equipos para dar un diagnostico oportuno y concreto y de esta manera corregir las fallas que pueda tener los equipos. En el ambiente internacional (Europa, Asia Norteamérica) están usando el mantenimiento predictivo para la detección de futuras fallas y de esta manera adelantarse y solucionar dichas fallas antes que suceda así dándole más vida útil al Equipo y reduciendo costos. Usando el Mantenimiento Predictivo y sus técnicas de Análisis de Aceite y Análisis de Vibración lograremos evitar las Averías, Desgate y Rotura de Piezas.

En el plano internacional las navieras están usando estas técnicas para lograr mejoras en sus programas de mantenimiento y así conseguir mejoras en la productividad del buque ahorrando costos. Bureau Veritas (Clasificadora Francesa) nos habla del origen y la actualidad del Mantenimiento Predictivo Mundial.

Teniendo este concepto del mantenimiento predictivo también es llevado a la industria marina más específico para los buques mercantes de la flota mundial con el fin detectar, diagnosticar y resolver fallas-averías en los motores de propulsión utilizando sus respectivas técnicas.

Las navieras Internacionales han optado según Bureau Veritas implementar el programa de Mantenimiento Predictivo para tener mejoras en la Fiabilidad del buen funcionamiento de los motores marinos por un buen monitoreo de los mismos. Obteniendo las navieras una mayor calidad en lo respecta a los mantenimientos de los motores y mejor productividad del buque.

En el ámbito Nacional las navieras están implantando el Mantenimiento Predictivo por estar de punta y contar con técnicas que darán una mejor performance a los equipos marinos y así conseguir metas y objetivos en lo que respecta mantener siempre monitoreados y evitar fallas-averías (desgaste, rotula de las piezas).

Usando las técnicas del Mantenimiento Predictivo en los buques como es el Análisis de Aceite y Análisis de Vibración aplicado a los equipos de a bordo se logrará conseguir alto Rendimiento y buen funcionamiento, con el análisis de aceite realizada por un laboratorio prestigioso lograremos tener siempre monitoreado el desgaste interior de los equipos y con un control y tendencias del análisis de vibraciones tendremos controlados a los equipos de futuras averías como roturas de piezas.

El cadete de Tercer año de Especialidad Maquinas estarán involucrados en el sistema Operativo de a bordo, para lo cual tendrán que tener un Conocimiento muy Consistente y Claro sobre el Mantenimiento Predictivo y sus técnicas usadas para estar a la altura de la tecnología de punta y cumplir con los retos de la tecnología de la misma forma tener la capacidad para desarrollarse profesionalmente de cadete y posteriormente como Oficial de la Marina Mercante Nacional e Internacional.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema general.

¿Cuál es nivel de Conocimiento Teórico del Mantenimiento Predictivo en los Cadetes del Tercer Año Especialidad Maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante, Almirante Miguel Grau, 20207

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es nivel de Conocimiento Teórico con respecto al Análisis de Aceite en los Cadetes del Tercer Año Especialidad Maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante, Almirante Miguel Grau, 20207

¿Cuál es nivel de Conocimiento Teórico con respecto al Análisis de Vibración en los Cadetes del Tercer Año Especialidad Maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante, Almirante Miguel Grau, 20207

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el Nivel de Conocimiento Teórico del Mantenimiento Predictivo en los Cadetes del Tercer Año Especialidad Maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, 2020.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar el Nivel de Conocimiento Teórico con respecto al Análisis de Aceite en los Cadetes del Tercer Año Especialidad Maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, 2020.

Determinar el Nivel de Conocimiento Teórico con respecto al Análisis de Vibración en los Cadetes del Tercer Año Especialidad Maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, 2020.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación teórica

Es cierto que existen investigaciones acerca de Mantenimiento en especial el Mantenimiento Predictivo y sus técnicas, pero en nuestra institución no hay este tipo de investigación por lo tanto se justifica esta investigación tomando como referencia la implementación del Mantenimiento Predictivo y sus técnicas en el ámbito internacional como son las industrias y navieras.

En navieras para su programación y aplicación en el mantenimiento predictivo a todos los equipos de a bordo de los buques y de esa manera conseguir mejorar su performance de los ellos.

Teniendo referencia internacional implementar en las navieras nacionales con el objetivo de tener programas de mantenimiento y lograr que los buques estén bien monitoreados con las tecnologías de punta

1.4.2 Justificación metodológica

Metodológicamente la presente contribuye a través del instrumento de medición documentada en forma de cuestionario con el cual se evaluó la variable de estudio, dimensiones y sus respectivos indicadores. En la presente investigación se seguirá los métodos y técnicas de estudio establecidos para obtener conocimientos válidos y confiables, y con estas técnicas conocer el Nivel de Conocimiento Teórico del Mantenimiento Predictivo en los Cadetes del Tercer Año Especialidad Maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante “Almirante Miguel Grau”, 2020.

Utilizaremos las pautas dadas por entidades científicas internacionales (APA).

1.4.3 Justificación practica

Esta investigación se sitúa dentro del nivel descriptivo de investigación, lo cual facilitara continuar con la investigación hasta poder encontrar posibles soluciones que aseguren y fomenten el desarrollo de competencias y capacidades formativas respecto a lo se exige en el convenio STCW.

Al determinar y establecer parámetros sobre un conocimiento que es requisito para una competencia establecida por el STCW en los cadetes de Tercer Año Especialidad Maquinas 2020, como futuros Oficiales se podría establecer sobre qué aspectos reforzar con miras a consolidar un desarrollo académico que contribuya con mejorar las capacidades como futuros Oficiales orientados a garantizar el cumplimiento de las prescripciones en un plan de Mantenimiento Predictivo.

1.4.3 Justificación de la investigación

La presente investigaciones se justifica en la necesidad de saber el Nivel de Conocimiento Teórico del Mantenimiento Predictivo con sus técnicas en los Cadetes del Tercer Año Especialidad Maquinas, 2020. Con la finalidad de obtener mejoras en la competencia y de esta manera contar con un cadete después Oficial, pueda aplicar las técnicas del Mantenimiento Predictivo y solucionar futuras Fallas-Averías mecánicas en los equipos de a bordo.

1.5 Limitaciones de la investigación

La investigación presento unas limitaciones con respecto a la situación que se está viviendo la Pandemia, se presentó el factor de disponibilidad de los cadetes para evaluación presencial con el instrumento que fue un cuestionario.

1.6 Viabilidad de la investigación

La investigación fue viable, se contó con el apoyo de la Jefatura Académica para realizar la toma de preguntas a los cadetes del Tercer Año Especialidad Maquinas 2020.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Nacionales

García (2015), realizó una investigación titulada, " Implementación del Mantenimiento predictivo en una Empresa Cementera en el Sur del Perú, 2013" (Universidad Católica de Santa María- Arequipa).

Objetivo implementar el mantenimiento predictivo para obtener mejorías en los equipos y detectando futuras fallas que podrían tener en un futuro, gracias a sus técnicas que usa. La investigación es descriptiva, no experimental teniendo como evaluación y resultado el problema planteado en la investigación, el instrumento una encuesta que será escrita y la población trabajadores de la empresa y la muestra todo el personal (diferentes cargos), de las diferentes áreas de mantenimiento, de esta manera se tendrá un estudio completo acerca de la gestión de mantenimiento que se está realizando en la empresa y como conclusión, poder implantar el mantenimiento predictivo que nos brindara buenos resultados en costos-beneficios para la empresa. Con una buena capacitación a su personal se logrará metas y objetivos como son una buena operatividad, fiabilidad y vida más útil a todos los equipos que están dentro de la productividad de la planta cementera.

Se tomaron 4 diagnósticos, donde intervenían los trabajadores de las áreas de mantenimiento y las conclusiones fueron que el personal se encontraba en desacuerdo con gestión de mantenimiento que se estaba dando, al implementar el mantenimiento predictivo con su capacitación se obtuvieron grandes beneficios en lograr equipos eficientes, disponibles con una alta fiabilidad de funcionamiento, operatividad y productividad y un alto ahorro en lo que respecta a gastos en mantenimiento.

En segundo lugar, Romero y Rubio (2019), realizaron una investigación titulada, "Mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones para reducir costos de mantenimiento en COPEINCA S A C (Universidad Cesar Vallejo)

El objetivo de la investigación es contar con el programa de mantenimiento predictivo como gestión y utilizando la técnica de análisis de vibración se logrará anticipar a fallas que podrían tener los equipos de la planta y de tal manera tener una reducción de costos significativos en el mantenimiento de los equipos de la empresa. Metodología descriptivo – correlacional, ver la relación que tiene el mantenimiento predictivo con su técnica análisis de vibración que es tener equipos eficientes con la reducción de costos por mantenimiento. Su población estaba conformada por los equipos de la planta y su muestra por los equipos que tuvieron fallas en el primer semestre del 2019.

Para la demostración de la investigación se basó en la técnica Pereto, como herramienta para analizar el programa de mantenimiento del primer semestre 2019, para implantar el mantenimiento predictivo con su técnica análisis de vibración se dio una inducción a todo el personal del área de mantenimiento, para el segundo semestre del 2019 se implanto el mantenimiento predictivo con su técnica análisis de vibración al término del segundo semestre 2019, al término de este segundo semestre se evaluó otra vez y se notó una mejora considerable al ser aplicado el análisis de vibración en la gestión de mantenimiento de la empresa.

La conclusión, al ser implantado el mantenimiento predictivo con su técnica análisis de vibración se pudo lograr reducciones considerables en los costos de gestión mantenimiento cerca de un 40% y menos paradas por averías.

En tercer lugar, Águila (2019), realizo una investigación titulada "Efecto de Técnicas de Mantenimiento Predictivo en la detección temprana de fallas en los equipos rotativos de la empresa Ambev Perú S A C (Universidad Nacional Trujillo-Perú).

El objetivo de la investigación es tener un programa de mantenimiento predictivo con sus respectivas técnicas, el análisis de vibración y la termografía que son técnicas que ayudan a detectar futuras fallas basándose en parámetros significativos de trabajo de los equipos de la planta y de esta manera tener equipos eficientes que tengan más vida útil, operatividad, fiabilidad en el funcionamiento y productividad. De esta manera logramos tener menos mantenimiento correctivo e incrementamos la operatividad de la planta.

La investigación es descriptiva – correlacional porque existe una relación estrecha entre mantenimiento predictivo y fallas. El instrumento que se uso es el análisis causa – efecto y Pereto, fue aplicado a diferentes áreas de mantenimiento donde hubo más fallas en los equipos, donde salió las áreas más críticas con sus equipos respectivos, los equipos se sometieron al análisis de vibración y a la termografía, encontrando diversos problemas de no haber sido corregidos en su momento habría ocasionado averías.

En conclusión, con el mantenimiento predictivo se logró incrementar la disponibilidad de la planta Huachipa con respecto años anteriores.

2.1.2 Internacionales

En cuarto lugar, Delgado (2019), "Mantenimiento Predictivo en el Mundo Marítimo" (Universidad de la Laguna, Tenerife-España).

El objetivo de la investigación es determinar las fallas en los equipos antes que ocurran, gracias a la instalación del programa de mantenimiento predictivo con sus respectivas técnicas en este mundo globalizado donde el aspecto tecnológico se desarrolla rápido y las industrias en este caso el mundo marítimo tiene que estar a la altura de la tecnología de punta de esta manera cumplir con las metas y objetivos de las empresas, investigación descriptiva, se comparó el mantenimiento tradicional con el mantenimiento predictivo reflejando este último buenos resultados en los buques logrando una gran productividad, operatividad, fiabilidad y reducción de los costos de mantenimiento. El mantenimiento predictivo ha conllevado a mejorar la performance de las máquinas y con una buena capacitación al personal se logrará conseguir grandes mejoras y de esta manera diagnosticar y detectar futuras fallas que sino habríamos aplicado el mantenimiento predictivo en su momento tendríamos grandes problemas que habrían dejado naves inoperativas por desconocimiento de la avería.

En quinto lugar, Buitrago (2019) "Ampliación y desarrollo de un Plan de Mantenimiento Predictivo para el análisis del estado de los motores asíncronos"

El objetivo de esta investigación es tener conocimiento del mantenimiento predictivo con sus respectivas técnicas que son análisis de vibración y la termografía

para poder ser implementadas en el programa de mantenimiento en los motores asíncronos de empresas generadoras de energía (Iberdrola), se usaron técnicas para predecir fallas de roturas ejes de rotores, fallas en las partes magnéticas, estatores y excentricidades. Investigación descriptiva, usando instrumentos de fallas de etapas anteriores y aplicando mantenimiento predictivo mejoro la operatividad, fiabilidad de funcionamiento de los motores asíncronos consiguiendo de esta manera una buena productividad de energía.

Paralelo al programa se elaborará una rutina de mantenimiento predictivo aplicando sus técnicas para lograr mejoras en los motores, disminuyendo fallas y reduciendo costos en el mantenimiento.

BASES TEORICAS

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Conocimiento

Conocimiento Teórico

El conocimiento teórico se refiere a objetos dados en la intuición sensible y, por ello, exige de la existencia y aplicación de los conceptos puros o categorías a lo dado en la intuición sensible. Según Kant, es muy inferior al conocimiento práctico

El conocimiento es el conjunto de información almacenada a través de la experiencia. Comienza con los sentidos, pasa de ellos a la comprensión y termina en la razón, es una apreciación de la posición de datos que en si mismos tienen un valor menos cualitativo Para Mario Bunge (1997), el conocimiento se define como un conjunto de conceptos, ideas y afirmaciones que pueden ser claros, ordenados, precisos, fundados, sobre la base de los cuales se especifican el conocimiento científico y el conocimiento vulgar u ordinario, en conclusión, el conocimiento se define como la información que un sujeto procesa o almacena a través de sus múltiples experiencias. Estos forman ideas que pueden ser buenas o malas.

Según Muñoz Seca y Rivarola (1997), el conocimiento es la capacidad de resolver un determinado conjunto de problemas con cierta eficiencia, es decir, es un conjunto de información, interpretaciones, reglas y conexiones ubicadas en una experiencia vivida dentro de una organización, en general o personalmente, este solo puede residir en una persona determinada que la internaliza racional o irracionalmente. Como se sabe en el campo de la investigación marítima orientado a la operación y mantenimiento de los buques, no existen definiciones concretas que expliquen los conceptos o variables, los cuales construyen el lado abstracto que determina los aspectos a ser analizados en los niveles de una investigación. Para explicar la variable de estudio es necesario construir un fundamento teórico en base de los términos que la componen y sean orientados al ámbito del conocimiento marítimo.

Conocimiento: Muchas teorías y definiciones se han construido en base al conocimiento, dependiendo de la perspectiva con la cual se la quiera analizar, por lo que, en un sentido general se entiende al conocimiento como la adquisición de información que experimenta un individuo en situaciones de aprendizaje.

Manrique y Ramírez (2017) señalan que el conocimiento teórico es la base de toda acción que involucra aplicación de conceptos y teorías las cuales llevan a un grado solido el desarrollo del conocimiento practico (pag. 31).

Vilela (2017) señala que el conocimiento teórico se construye en el pensamiento analítico y crítico del individuo en donde se esquematizan los procesos de aprendizaje para aplicarlos en una determinada tarea o acción (pag. 27).

En el ámbito de la formación marítima resaltan dos formas de conocimientos el teórico y el práctico. El conocimiento teórico es la adquisición de saberes a través de procesos analíticos y críticos que determina la asimilación de conceptos en un individuo para realizar una tarea o acción, por otro lado, el conocimiento practico se pone de manifiesto a través de las destrezas que un individuo plasma en su desempeño o tarea asignada. La base de toda competencia radica en el conocimiento practico que un individuo pueda desarrollar lo que a su vez dicha destreza será determinado por el conocimiento teórico que pueda poseer respecto a la tarea a realizar.

2.2.2 Mantenimiento

Definición Básica:

Son todas las actividades destinadas a mantener las instalaciones y los equipos de la empresa:

1. En buenas condiciones de operación
2. Para atender la producción de bienes o servicios



Definición Técnica:

Son aquellos trabajos que se realizan con el fin de conservar y preservar su buen funcionamiento y mejorar el desempeño de las máquinas en su operación y de esta manera dar vida más útil a los Equipos y reducir costos

2.2.2.1 Evolución del Mantenimiento

- Inicialmente existía sólo el **Mantenimiento correctivo**, que consistía en intervenir la máquina sólo cuando ya había fallado



- Como una técnica ventajosa, luego apareció el llamado **Mantenimiento Preventivo**, con el nuevo concepto de inspeccionar y cambiar las piezas, según intervalos de tiempo, y no esperar que se presenten las fallas



- Posteriormente apareció la técnica llamada **Mantenimiento Predictivo**, basada en conocer el estado de las piezas mediante la medición periódica de algún parámetro significativo



- Actualmente se cuenta con el **Mantenimiento Productivo Total (TPM)**, es un sistema de gestión que aplica el concepto de calidad total al mantenimiento, en el cual intervienen todos los niveles de la empresa



- Luego salió el **Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM)**, dicho mantenimiento se basa en el análisis de las fallas.

TPM: TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

(Mantenimiento Productivo Total)

Es un sistema que permite optimizar los procesos de producción de una organización, mejorando su capacidad competitiva con la participación de todos sus miembros desde la ALTA GERENCIA hasta el último miembro.

Involucra también un buen mantenimiento planificado más un mantenimiento de calidad.



RCM: RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE

(Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad)

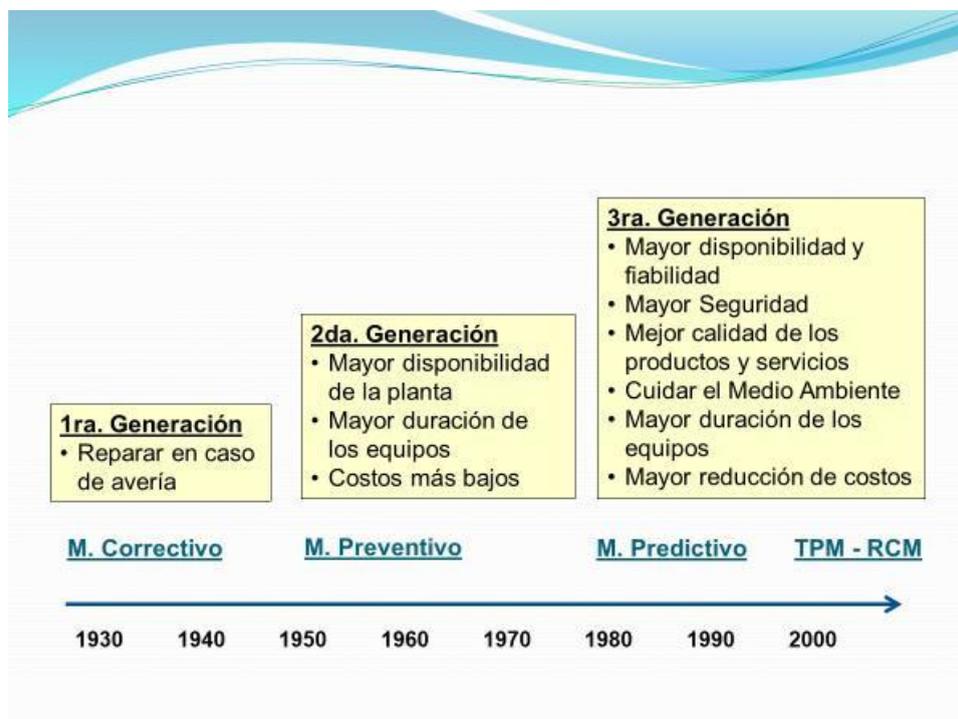
Es una metodología para el desarrollo de un plan de mantenimiento basado en el análisis de las fallas.

El objetivo está centrado en la implementación de un Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad.

RCM en una planta es aumentar la fiabilidad de la instalación es decir disminuir el tiempo de parada de una planta por Averías.



Evolución del Mantenimiento



Objetivos del Mantenimiento

| Objetivos del pasado | Objetivos actuales |
|---|---|
| Mantener los equipos en servicio, hasta que se presente una falla. | Mantenimiento programado: <ul style="list-style-type: none"> - Confiabilidad de los equipos, alargar su vida útil y prolongar su renovación. - Menores costos, se evitan paradas por fallas y reparaciones por averías. - Seguridad de los equipos y del personal. |
| No detener los equipos para realizar mantenimiento, ya que disminuye la producción. | Equipos bien mantenidos permiten: <ul style="list-style-type: none"> - Mejorar la Productividad - Brindar un servicio de calidad. |
| Trabajos de mantenimiento y reparación a cargo de los operadores de los equipos. | Personal de Mantenimiento calificado para realizar los trabajos en los equipos. |

2.2.2.2 Clasificación del Mantenimiento

1.-Mantenimiento Rutinario.

2.- Mantenimiento Correctivo.



3.- Mantenimiento Preventivo.

4.- Mantenimiento Predictivo.

5.- Mantenimiento Mixtos.

Mantenimiento Rutinario

Es aquel y/o aquellos trabajos que se realizan diariamente con un intervalo de tiempo adecuado. Este mantenimiento se lleva a cabo mediante un sistema organizado que es el sistema de GUARDIAS

Trabajos en un mantenimiento rutinario:

- Recibir las novedades. Equipos en SERVICIO
- Chequeo de niveles de Carter y Tanques en general.
- Chequeo de la temperaturas y presiones de los equipos.
- Verificar el normal trabajo de los equipos en SERVICIO.
- Llenar bitácoras con las novedades acontecidas en la guardia.
- Comunicar alguna novedad fuera de lo común al responsable del departamento.

Mantenimiento Preventivo

- 1.- Normas dadas por el Fabricante Experiencia.
- 2.- Revisiones y Reparaciones por acumulación de tiempo de servicio (horas de funcionamiento) de los equipos.
- 3.- Antecedentes e Importancia de la Maquina.
- 4.- Minimiza Averías Imprevistas.
- 5.- Revisiones – Inspecciones.



Mantenimiento Correctivo

- 1.- Corregir, Modificar o Cambiar los elementos o sistemas que lo requieran.
- 2.- Orienta a la formación de operadores de manejo, control y mantenimiento de los Equipos.

Son todos los trabajos que se realizaran para reparar las fallas y averías que se presenten en las Equipos.



Cambio de motor

Mantenimiento Predictivo

1.- Aplicar metodología de detección de anomalías.

2.- Vigilancia periódica de los Equipos.

a) Record de operación mantenimiento.

1.- Temperatura de Componentes.

2.- Presiones de fluidos.

3.- Auscultación de ruidos.

4.- Perdidas de fluidos.

5.- Frecuencia de reparaciones.

b) Análisis de Vibraciones



to.

Procesos del Mantenimiento

1.- Evaluar.

2.- Planear.

3.- Ejecutar.

4.- Registrar (Que, Cuando, Por Quien y uso Repuestos).

1.- Evaluar: Consiste en observar y analizar la falla-avería para diagnosticar causa o causas que habrían originado al equipo la falla-avería.

- 2.- Planear: Realizar la planificación para el mantenimiento si se cuenta con repuestos para el recambio, ver que no afecte a las operaciones y contar con el personal idóneo.
- 3.- Ejecutar: Programar el día y hora para el respectivo mantenimiento con el personal idóneo, desmontaje, cambio de piezas, montaje y prueba del equipo.
- 4.- Registrar: Terminado, registrar todos los procesos que se realizaron en el trabajo de mantenimiento indicando lo que se encontró, calibraciones, piezas cambiadas y se anotaran en su historial del equipo respectivo para quedar registrado.

Recomendaciones para un Buen Mantenimiento

Todo trabajo de mantenimiento siempre está involucrado la Seguridad del trabajador y del Equipo. Se recomienda realizar los siguientes pasos al presentarse una anomalía que puede generar una avería.

- 1.-Observar los síntomas que presenta.
- 2.-Verificar todas las partes del equipo para así diagnosticar la causa(s) de la avería.
- 3.-Reparar las averías con Seguridad del personal y de la máquina.

Condiciones como se realiza Mantenimiento

- a) Temperaturas adecuadas.
- b) Usando los manuales de mantenimiento del fabricante (operatividad, mantenimiento, reparación y repuestos).
- c) Usando herramientas adecuadas.
- d) Usar equipo personal de seguridad.
- e) Aislar del sistema de trabajo el equipo a reparar

Conclusiones sobre el Mantenimiento

- 1.- Una mala política de mantenimiento solo nos llevara a un deterioro de nuestros equipos.
- 2.- Deficiencia en nuestras labores, un peligro a nuestra Seguridad.
- 3.- Posibilidad de trasgredir alguna normativa de Seguridad Internacional.

Manuales usados en Mantenimiento

- 1.- Datos Técnicos y su Operación del Equipo.
- 2.- Mantenimiento.
- 3.- Desmontaje y Montaje.
- 4.- De partes y repuestos.

2.2.2.3 Filosofías del Mantenimiento

Filosofía del mantenimiento 1

Para poder realizar un adecuado Mantenimiento, la empresa debe contar con los siguientes recursos: **Personal** debidamente calificado, **Materiales** de buena calidad y **Equipamiento** adecuado para realizar los distintos trabajos.



Filosofía del Mantenimiento 1

PERSONAL

- **Tripulación**
 - Formación: Institución Prestigio en el Rubro Náutico (Mercante)
 - Entrenamiento: Aprendizaje abordó (Programa de Capacitación)
- **Talleres**
 - Representantes de Fabricantes:



- Personal de Astilleros: SIMAC, ASMAR, MEC Panamá
CDM Curazao
- Talleres especializados: Motores, Calderas, Bombas
Sistemas Hidráulicos
Equipos Eléctricos y
Electrónicos, etc.

MATERIALES

- **Repuestos**
 - Originales





- **Consumibles**
 - Lubricantes
 - Empaquetaduras
 - Rodamientos
 - Válvulas



EQUIPAMIENTO

- **Herramientas**



- **Instrumento Medición**



- **Herramientas Especiales**
 - Hidráulicas
 - Neumáticas
 - Electrónicas



Filosofía del Mantenimiento 2

El Programa de Mantenimiento debe contar con **Procedimientos** adecuados para la ejecución de los trabajos y la aplicación de buenas prácticas de ingeniería para mantener la **Fiabilidad** de los equipos y mejorar la **Productividad** de la Empresa.



PROCEDIMIENTOS DE TRABAJOS

- **Manuales de Fabricantes**
 - Guías de Mantenimiento
 - Cuadro de Tolerancias
 - Cartilla de Lubricación

- **Reglas de Clasificación**
- **Normas Internacionales**
- **Publicaciones especializadas**

CONFIABILIDAD

- **Capacidad de un equipo para efectuar su función específica durante un periodo de tiempo.**
- **Reliability:** ----- Fiabilidad = Máquinas
Confiabilidad = Personas

PRODUCTIVIDAD

Definición: Es la relación entre la producción y los insumos en un período determinado tomando en cuenta la calidad del producto.

Ejemplo: Fabricación de 4 Ejes con 2 personas en 3 días.

PRODUCTIVIDAD ABORDO

Ejemplo: Contrato en Time Charter

- Nave operativa en todo momento



- Cumplimiento de parámetros del contrato
- Navegación

Velocidad: 15 nudos

Consumo de Combustible: 30 Ton/día

Filosofía del Mantenimiento 3

Las actividades del Mantenimiento no deben circunscribirse sólo a tener los equipos operativos, sino que también deben estar orientadas a cumplir los objetivos de la empresa, tales como: Seguridad, Calidad, cuidados del Medio Ambiente y Salud Ocupacional.



SEGURIDAD: (S)

- Del Personal
- De la nave y los equipos

CALIDAD: (Q)

- Atención al Cliente
- Productividad y Mejora continua

MEDIO AMBIENTE: (E)

- Evitar la contaminación del Mar
- No contaminar el Aire

SALUD OCUPACIONAL: (H)

- Protección de la salud y prevención de accidentes
- Evitar enfermedades ocupacionales.

PREGUNTAS

- 1.- ¿Es necesario que las naves mercantes tengan un Programa de Mantenimiento?
2. ¿Por qué deben tenerlo?



2.2.2.4 Normas Internacionales



NACIONES UNIDAS





Código Internacional de Gestión de la Seguridad (IGS)

International Safety Management Code (ISM)

- Entrada en vigor: Julio-1998
SOLAS, Capítulo IX, Regla 1.
- Consiste en: Procedimientos de Gestión, abordaje y en tierra, para garantizar que las naves operen en buenas condiciones de seguridad.

Código ISM APLICABLE MANTENIMIENTO A BUQUES:

10. - Mantenimiento del Buque y los Equipos

10.1.- La empresa dispondrá en el manual IGS el mantenimiento que se deberá dar al buque cumpliendo con las normas y reglas establecidas



Programas de Mantenimiento

1.- Programas Estándar

- Desarrollo al interior de la empresa (in house)
- Programas Comerciales
 - SAP
 - EAGLE

2.- Programas Aprobados por la Clase

- Planes de Mantenimiento para Buques
 - SERTICA
 - SHIPNET
 - SHIPSURE
 - NOR 2000
 - AMOS

2.2.2.5 Administración y Organización del Mantenimiento

Historia del Estudio de la Administración

Frederick W. Taylor

(1856 - 1917)

- Llamado el Padre de la Administración Científica.
- Inicia los estudios en Administración, en la Epoca de la Revolución Industrial.
- Cómo hacer un trabajo de la mejor forma.
- Resultado de la supervisión: premio o castigo.
- Planear y controlar el trabajo.
- Inicio de la producción masiva.

Frederick W. Taylor

(1856 - 1917)

Cinco etapas para el mejoramiento del trabajo: (1911)

- 1.- Escoger personas con habilidad para un trabajo.**
- 2.- Estudiar las operaciones elementales del trabajo y la forma de hacerlas.**
- 3.-Tomar tiempos y seleccionar la forma más rápida de hacerla.**
- 4.- Eliminar movimientos innecesarios, lentos o falsos del trabajo.**
- 5.- Resumir la mejor forma de hacer el trabajo y en el menor tiempo posible.**

Henri Fayol

(1841 - 1925)

- **Escuela de administración clásica**
- **“General and Industrial Management” (1916).**
- **14 principios de Administración.**
- **6 elementos Básicos de la Organización.**
- **5 etapas de la Administración.**

Henri Fayol

(1841 - 1925)

14 Principios de la Administración:

- 1.- División del Trabajo**
- 2.- Autoridad y Responsabilidad**
- 3.- Disciplina**
- 4.- Unidad de Comando**
- 5.- Unidad de Dirección**
- 6.- Subordinación del interés personal al general**
- 7.- Remuneración del personal Centralización**
- 8.- Centralización**
- 9.- Línea de Autoridad**
- 10.- Orden**
- 11.- Equidad**
- 12.- Estabilidad del Personal**
- 13.- Iniciativa**
- 14.- Espíritu de cuerpo**

Henri Fayol

(1841 - 1925)

Seis Elementos Básicos de la Organización

- 1.- Técnico
- 2.- Comercial
- 3.- Financiero
- 4.- Seguridad
- 5.- Contabilidad
- 6.- Administración

Cinco Etapas de la Administración

- 1.- Planeamiento
- 2.- Organización
- 3.- Dirección
- 4.- Coordinación
- 5.- Control

Henri Fayol

(1841 - 1925)

La administración es el proceso de Planificar, Organizar, Dirigir, Coordinar y Controlar uso de los recursos y actividades de trabajo, con el propósito de lograr los objetivos o metas de la organización de manera Eficiente y Eficaz.

Eficiencia y Eficacia

EFICIENCIA

Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles.

Hacer las cosas bien.

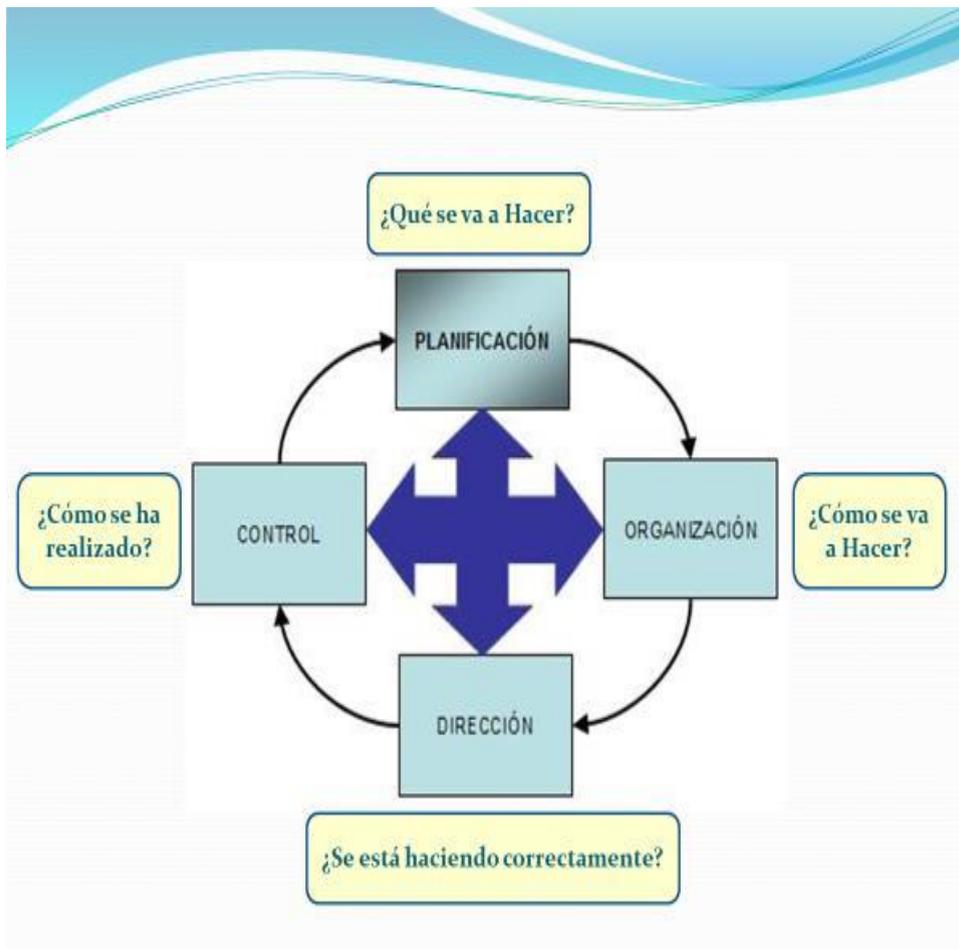
EFICACIA

Capacidad para obrar o para conseguir un resultado determinado.

Hacer las cosas correctas.

Ejemplo: Alcanzar los objetivos o metas de la empresa.

Administración del Mantenimiento



PLANIFICACION

¿Qué es lo que se quiere hacer?

- a) Realizar una gestión de mantenimiento en las naves, que permita alcanzar los objetivos de la empresa.

Ejemplo:

- Cero accidentes personales (5)
- Cero tasas de siniestros (5)
- Cero daños al medio ambiente (E)
- Cero reclamos de los clientes (Q)
- Cero enfermedades ocupacionales (H)

b) Establecer Estrategias:

- Contar con un Programa de Mantenimiento adecuado al tipo de servicio de las naves.
- Presupuesto anual de mantenimiento por nave.

c) Programa de actividades para controlar la gestión de mantenimiento:

- Auditorías Internas.
- Auditorías Externas.
- Visitas inopinadas de funcionarios de la empresa a las naves.
- Revisión del Programa de Mantenimiento.

d) Establecer políticas y procedimientos de la empresa, relacionadas con la gestión de mantenimiento:

- Manual del Sistema de Gestión.
- Manual de Organización y Funciones.
- Manual de Mantenimiento.

ORGANIZACIÓN

¿Cómo se va a hacer?

a) El Programa de Mantenimiento elegido debe considerar las labores a realizar en las naves basado en:

- Manuales de Fabricantes.
- Reglas de Clasificación.
- Normas Nacionales e Internacionales.
- Publicaciones especializadas.
- Tipo de servicio de las naves.

b) Establecer quiénes van a realizar los trabajos:

- Personal de la nave de acuerdo a los distintos cargos abordo.
- Personal externo: Fabricantes, Astilleros, Talleres especializados, etc.

c) La empresa debe disponer de los recursos necesarios para cumplir con el Programa de Mantenimiento:

Personal de la nave:

- Formación adecuada.
- Plan de capacitación

Presupuesto Anual en las naves:

- Compra de Repuestos.
- Apoyo por personal externo.
- Renovación de equipos en caso fuera necesario.
- Programa de Diques.
- Compra de nuevos equipos (nuevas regulaciones).

d) Documentación que se utiliza en el Programa de Mantenimiento:

Equipos y/o Sistemas:

- Planos y Manuales.
- Boletines técnicos de los fabricantes.
- Inventario de Repuestos.
- Sistema de Pedidos de Repuestos y Materiales.

Trabajos de Mantenimiento:

- Registro de los trabajos.
- Reporte de Dique.
- Planilla de Medición de Espesores.

DIRECCION

¿Se está haciendo correctamente?

Jefe de Ingeniería

Administra el Programa de Mantenimiento.

- Control de los trabajos a realizar en la nave.
- Reportes de los Trabajos realizados.
- Inventarios de Repuestos.

Solicita los recursos materiales:

- Repuestos de los equipos.
- Materiales varios: Lubricantes, Empaquetaduras, Rodamientos, Herramientas, etc.

Controla y Distribuye los trabajos:

- Ordenes de Trabajo para el personal de la nave, de acuerdo a sus cargos.
- Solicitudes de Trabajo para personal de apoyo externo.

Responsabilidades de acuerdo a los cargos abordo:

1er. Ingeniero

- Motor Principal y accesorios.
- Sistema Hidráulico y Maquinaria de Cubierta.
- Sistema de Gobierno y Gas Inerte.

2do. Ingeniero

- Grupos Electrógenos
- Compresores de Aire, Frigorífica y Aire Acondicionado.

3er. Ingeniero

- Caldera Auxiliar y Caldera de Gases de Escape.
- G/E Emergencia, Motor Botes Salvavidas, Bomba. C.I.
- Purificadores F.O., O.O. y L.O.
- Bombas Auxiliares.

CONTROL

¿Cómo se ha realizado?

a) Realizar la Performance de los equipos para monitorear su desempeño.

Ejemplo:

Toma de datos del Motor Principal en forma mensual para verificar su comportamiento.

b) Establecer indicadores para verificar si se están cumpliendo los objetivos de la empresa:

Ejemplo:

KPI = < 10% de trabajos programados no realizados.

(KPI: Key Performance Indicator)

c) Retroalimentación para corregir la frecuencia de algunos de los trabajos.

Ejemplo:

Limpieza de Filtros de Combustible a 3,000 horas de servicio, se observan con excesiva suciedad. Recomendación: Bajar la frecuencia a 2,500 horas.

Ejemplo:

Excesivo fango en un Tanque de Combustible produjo Blackout (apagón eléctrico).

Recomendación: Inspección y Limpieza anual del Tanque de Combustible.

2.2.2.6 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento Preventivo

El Mantenimiento Preventivo es aquel que se da a los diferentes equipos existentes a bordo en función al tiempo de funcionamiento y basándose en las horas de trabajo que nos especifican los fabricantes para poder tener el conocimiento sobre sus partes, accesorios u otros elementos como se encuentran o si requieren cambio con el fin de mejorar el performance de los equipos. Dicho Mantenimiento se lleva a cabo gracias a los diferentes programas que existen y que son reconocidas por las Sociedades Clasificadoras. Los programas son softwares que se instalan en CPU y es manejado por los oficiales para poder llevar a cabo todos los Mantenimientos Preventivos de una manera eficiente. En conclusión, el Mantenimiento Preventivo es darle al equipo más vida útil y de esta manera reducir costos.

Mantenimiento del Buque

El Código ISM, es Código Internacional de Gestión de La Seguridad abordo (IGS) y en capítulo 10 habla sobre los Mantenimientos del buque y equipos.

Programas de Mantenimiento

1.- Programas Estándar

- Desarrollo al interior de la empresa (in house)
- Programas Comerciales
 - SAP
 - EAGLE

2.- Programas Aprobados por la Clase (Sociedades Clasificadoras)

- Planes de Mantenimiento para Buques
 - SERTICA
 - SHIPNET
 - SHIPSURE
 - NOR 2000
 - AMOS
 - NSS

A continuación, se muestra un programa de Mantenimiento Preventivo del MÓtor Principal de un buque

| BIT "COLIBRI" - MAIN ENGINE | | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|----------------|------------------------|-------------------------|----------------------|
| POS. | NAME OF PART | LAST HRS DATE | ACTUAL HRS DATE | TOTAL HOURS | SCHEDULE HRS DATE | DEVIATION HRS DATE | REMARKS JULY 2002 |
| 001 | CRANKCASE CHECKING | 500 | 57 | 557 | MONTHLY | -57 | |
| 002.1 | CYLINDER LINER N° 1 | 7041 | 57 | 7098 | 15000 | 7902 | |
| 002.2 | CYLINDER LINER N° 2 | 7041 | 57 | 7098 | 15000 | 7902 | |
| 002.3 | CYLINDER LINER N° 3 | 7041 | 57 | 7098 | 15000 | 7902 | |
| 002.4 | CYLINDER LINER N° 4 | 7041 | 57 | 7098 | 15000 | 7902 | |
| 002.5 | CYLINDER LINER N° 5 | 7041 | 57 | 7098 | 15000 | 7902 | |
| 002.6 | CYLINDER LINER N° 6 | 7041 | 57 | 7098 | 15000 | 7902 | |
| 003.1 | CYL. LUBRIC. OIL STUD N° 1 | 7041 | 57 | 7098 | 15000 | 7902 | |
| 003.2 | CYL. LUBRIC. OIL STUD N° 2 | 7041 | 57 | 7098 | 15000 | 7902 | |
| 003.3 | CYL. LUBRIC. OIL STUD N° 3 | 7041 | 57 | 7098 | 15000 | 7902 | |
| 003.4 | CYL. LUBRIC. OIL STUD N° 4 | 7041 | 57 | 7098 | 15000 | 7902 | |
| 003.5 | CYL. LUBRIC. OIL STUD N° 5 | 7041 | 57 | 7098 | 15000 | 7902 | |
| 003.6 | CYL. LUBRIC. OIL STUD N° 6 | 7041 | 57 | 7098 | 15000 | 7902 | |
| 004.1 | CYLINDER COVER N° 1 | 6681 | 57 | 6738 | 9000 | 2262 | |
| 004.2 | CYLINDER COVER N° 2 | 7041 | 57 | 7098 | 9000 | 1902 | |
| 004.3 | CYLINDER COVER N° 3 | 7041 | 57 | 7098 | 9000 | 1902 | |
| 004.4 | CYLINDER COVER N° 4 | 7041 | 57 | 7098 | 9000 | 1902 | |
| 004.5 | CYLINDER COVER N° 5 | 7041 | 57 | 7098 | 9000 | 1902 | |
| 004.6 | CYLINDER COVER N° 6 | 7041 | 57 | 7098 | 9000 | 1902 | |
| 005 | SCAVENGING AIR TRUNK CLEAN | 258 | 57 | 315 | 2000 | 1685 | |
| 006.1 | EXHAUST VALVE N° 1 | 824 | 57 | 881 | 6000 | 5119 | |
| 006.2 | EXHAUST VALVE N° 2 | 675 | 57 | 732 | 6000 | 5268 | |
| 006.3 | EXHAUST VALVE N° 3 | 567 | 57 | 624 | 6000 | 5376 | |
| 006.4 | EXHAUST VALVE N° 4 | 567 | 57 | 624 | 6000 | 5376 | |
| 006.5 | EXHAUST VALVE N° 5 | 187 | 57 | 244 | 6000 | 5756 | |
| 006.6 | EXHAUST VALVE N° 6 | 126 | 57 | 183 | 6000 | 5817 | |

Mantenimiento Correctivo

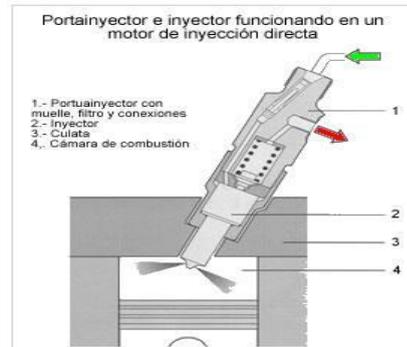
Es aquel que se realiza cuando existe una falla, defecto o una Avería en un equipo o sistema del buque.

El mantenimiento correctivo se clasifica en:

- Planificado:
 - La Falla es previsible.
 - Se cuenta con herramientas, materiales y repuestos.
 - Menos costoso.
- No Planificado
 - Falla o Avería imprevista o de Emergencia.
 - Normalmente no se cuenta con los repuestos.
 - Mayor magnitud y más costo

EJEMPLOS:

- **Mantenimiento Correctivo Planificado.**



Falla en el Inyector de combustible de un G/E NO pulveriza correctamente.

- **Mantenimiento Correctivo NO Planificado.**

Rajadura de la Carcaza de la Caja

Reductora de un Remolcador



Mantenimiento Correctivo

De acuerdo a lo indicado en el ISM, en cada nave se deberá llevar:

- Un registro de las fallas o defectos ocurridos en los Equipos V/o Sistemas de la nave.
- Las acciones correctivas llevadas a cabo para superar las fallas presentadas.
- Análisis de la causa raíz de la falla, para evitar su recurrencia.
- Evaluar la conveniencia de incluir estos trabajos en el Programa de Mantenimiento.

Ejemplos de Mantenimiento Correctivo Abordo

CALDERA AUXILIAR: Fallas más comunes.

a. Falla en el encendido de la Caldera.

- Revisión Sistema Encendido.

(Tobera, Electrodo, etc.)

b. Picadura en un Tubo de Agua.

- Anular el tubo de acuerdo al Manual del Fabricante (max. 10%)
- Programar el cambio del tubo.

c. Picadura en Tubo de Humo (Sunrod)

- Anular el tubo de acuerdo al Manual del Fabricante (max. 10%).

d. Deterioro del Aislamiento Térmico del Hogar

- Reparar el Aislante Térmico.

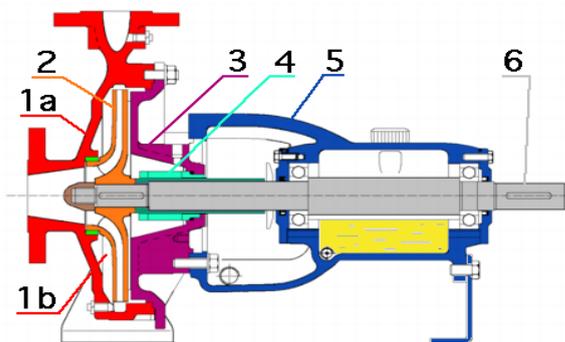
e. Falla en Sistema de Alarmas.

- Pruebas cada 3 o 6 Meses.



BOMBAS CENTRIFUGAS: Fallas más comunes

- a. Fuga por el Sello Mecánico.
 - Cambio del Sello Mecánico.
- b. Baja Performance de la Bomba.
 - Cambio Aros de Desgaste.
 - Revisión del Impelente.
- c. Calentamiento Caja de Rodamientos.



- Revisión de Rodamientos.
- Cambio si fuera necesario.

d. Vibración en la Bomba.

- Revisión integral.
- Verificar el alineamiento.

INTERCAMBIADORES DE CALOR:

a. Ensuciamiento lado Agua de Mar (Malaguas, Picos de Loro, etc.):

- Limpieza interior de Tubos de Agua de Mar.
- Limpieza de Filtros de Agua de Mar.

b. Picadura de Tubos de Agua Dulce:

- Anular el Tubo picado con tapones (Reparación provisional).
Cambio total de Tubos si el 10% está con tapones.
- Rellenar el Sistema A.D. si hubiera bajo nivel de agua.
- Reemplazar el A.D. si hubiera contaminación con A/Mar.
- Cambiar el Ánodo de Zinc si fuera necesario.



GRUPOS ELECTROGENOS

a. Contaminación del Aceite del cárter con combustible:

- Revisar Sistema de Combustible.

(Inyectores, Bomba. Inyección, Tuberías combustible, etc.).

b. Contaminación del Aceite con Agua Dulce:

- Revisar Sistema de Refrigeración A.D.
- Verificar Enfriador de Aceite por posible

tubo picado (Central Cooling).

c. Contaminación del Aceite con A/Mar:

- Revisión Enfriador de Aceite por posible tubo picado (Refrigeración x A/M).

d. Contaminación del Aceite con Hollín:

- Revisar el estado del Turbo Soplante.

e. Baja Temperatura de Gases de Escape en un Cilindro:

- Revisar Sistema de Combustible.
(Inyectores y Bomba. Inyección).
- Revisar Luces Válvulas de Admisión y Escape.

f. Alta Temperatura de Gases Escape:

- Revisar Sistema de Combustible.
- Verificar Presión Aire de Barrido.
- Revisar Temperatura. Aire de Barrido.
- Verificar el Enfriador de Aire.

Control de Caída de Presión.

g. Alta Temperatura de Aceite:

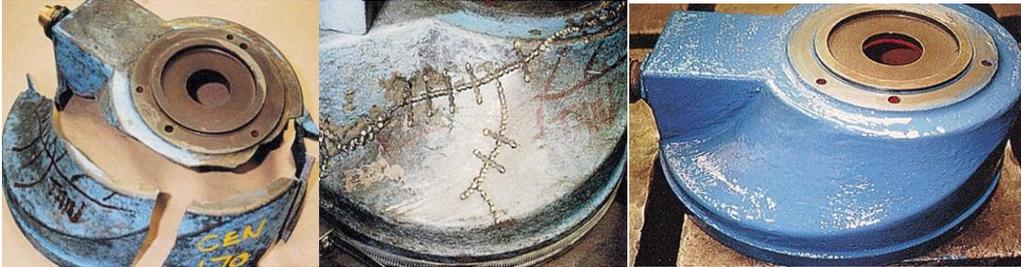
- Revisión Enfriador de Aceite.
- Verificar Bomba de Refrigeración.
- Inspección del cárter y partes móviles.



REPARACION DE SOLDADURA EN FRIO

Uno de los métodos más utilizados en los casos de roturas o fisuras de piezas es el denominado proceso Metalock, que consiste en una reparación en frío, sin la aplicación de calor, para evitar tensiones en las piezas dañadas.

La reparación de una pieza de fundición mediante el proceso Metalock, es superior al soldado de las rajaduras ya que es un material sensible de fácil alteración estructural.



Nota: Este método da muy buenos resultados, sin embargo, es recomendable considerarla como una reparación provisional, hasta la llegada de los repuestos originales.

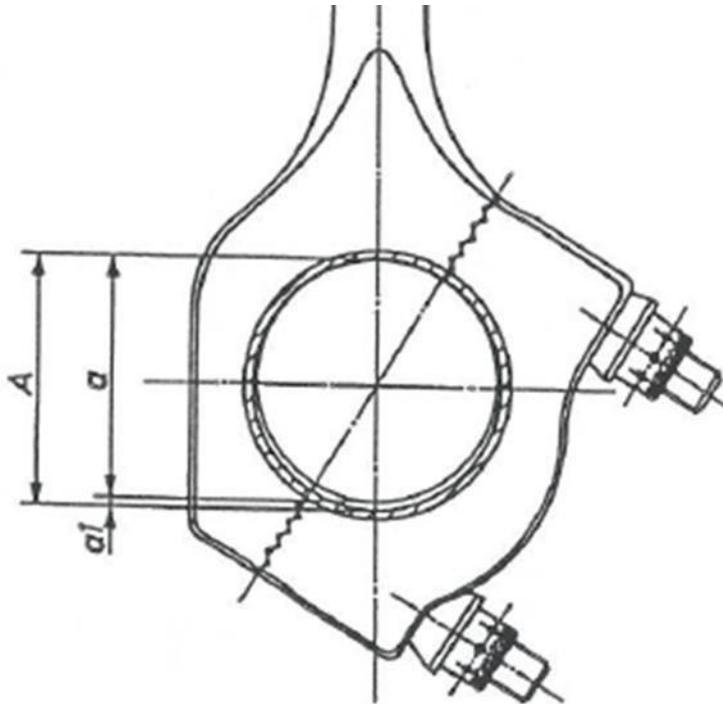
RECTIFICADO DE EJES CIGÜEÑALES

Cuando se observa un excesivo desgaste o una ovalidad en el diámetro exterior de los Puños de Biela del Eje Cigüeñal, se requiere efectuar un Rectificado del Eje a la medida más próxima recomendada por el Fabricante.

Ejemplo: Medición Puños de Biela

Diámetro: 170.00 mm

| N° | a-a | a'-a' | Diferencia | Luz de Aceite |
|----|--------|--------|------------|---------------|
| | | | Max 0 10 | Max 0 25 |
| 1 | 169 94 | 169 98 | 0 04 | 0 06 |
| 2 | 169 92 | 169 97 | 0 05 | 0 08 |
| 3 | 169 74 | 169 83 | 0 09 | 0 26 |
| 4 | 169 87 | 169 98 | 0 11 | 0 13 |
| 5 | 169 88 | 169 94 | 0 06 | 0 12 |
| 6 | 169 89 | 169 94 | 0 05 | 0 11 |



Descansos de Biela en Sobremedida

Undersize bearing shells

Should crankshaft pins have to be re-ground for any reason whatever, and therefore thicker (smaller bore) bearing shells be required, then the below mentioned table indicates to what diameter the journal has to be ground to suit standard undersize shells.

| Undersize in relation to the original diameter | Undersize pin diameter | Bearing shell thickness | Vertical bearing clearance |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 0.4 | 169.6 ⁰ _{-0.025} | 5.15 ⁰ _{-0.015} | 0.127 – 0.207 |
| 1.0 | 169.0 ⁰ _{-0.025} | 5.45 ⁰ _{-0.015} | 0.127 – 0.207 |
| 2.0 | 168.0 ⁰ _{-0.025} | 5.95 ⁰ _{-0.015} | 0.127 – 0.207 |
| 3.0 | 167.0 ⁰ _{-0.025} | 6.45 ⁰ _{-0.015} | 0.127 – 0.207 |
| 5.0 | 165.0 ⁰ _{-0.025} | 7.45 ⁰ _{-0.015} | 0.127 – 0.207 |
| 7.0 * | 163.0 ⁰ _{-0.025} | 8.45 ⁰ _{-0.015} | 0.127 – 0.207 |

* May only be fitted after consulting New Sulzer Diesel, Winterthur

Mantenimiento Predictivo

Son acciones y técnica que miden el estado de funcionamiento de los equipos para determinar fallas y su intervención solo cuando es absolutamente necesario.

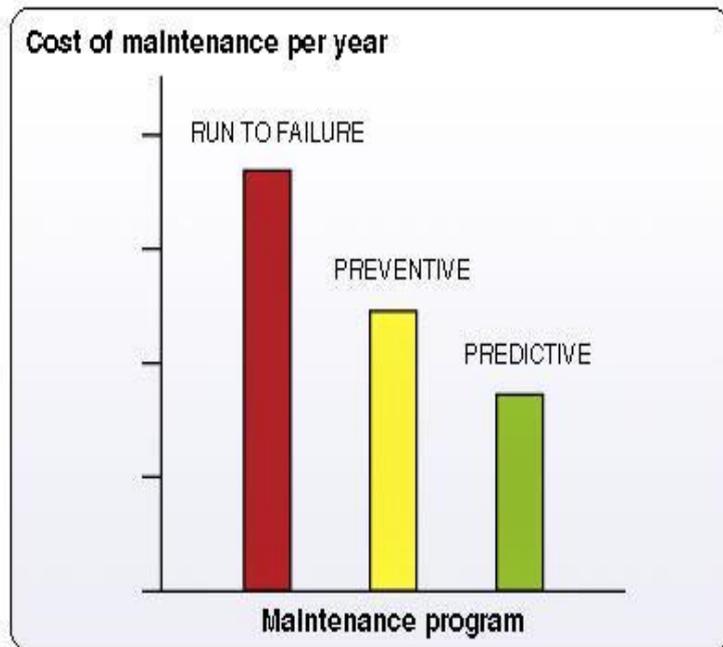
También se le conoce como el Mantenimiento Basado en la Condición (CBM), ya que está basado en el conocimiento del estado de un equipo por medición de algún parámetro significativo.

CBM = Condition Based Maintenance.



Beneficios del Mantenimiento Predictivo

- Maximiza la vida útil de los equipos.
- Optimiza el MP en: costo, eficacia y calidad.
- Minimiza las paradas improductivas de los equipos.
- Identifica problemas potenciales
- Predice con precisión cuándo y por qué intervenir una máquina.
- Aumenta la confiabilidad y la disponibilidad de la máquina.



Concepto de Falla

Falla: Pérdida de capacidad de un elemento, componente o equipo, para realizar la función requerida.

El 90% de las fallas están precedidas de ciertos signos que indican que estos se van a producir, si se utilizan estos signos para atender la máquina, entonces se dice que se practica una forma de mantenimiento.

Etapas: Las etapas que preceden a la falla final son:

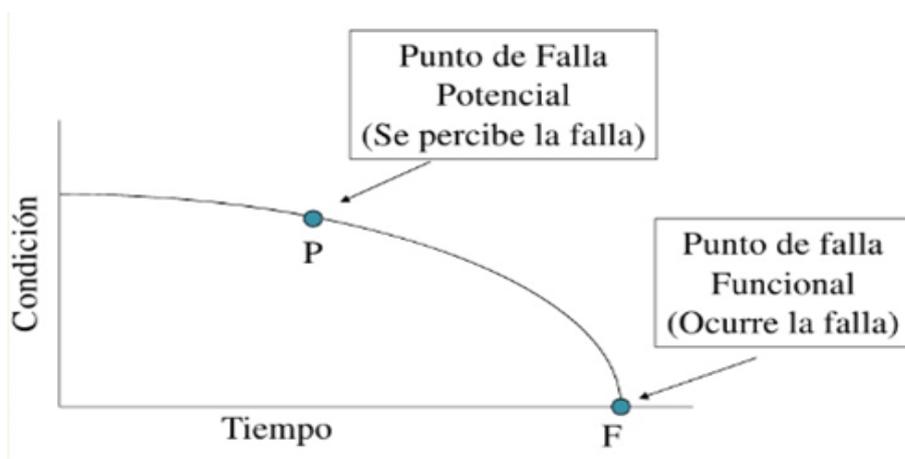
- Defecto incipiente.
- Daño incipiente.
- Malestar del equipo.
- Deterioro.
- Daño generalizado.



Curva P – F

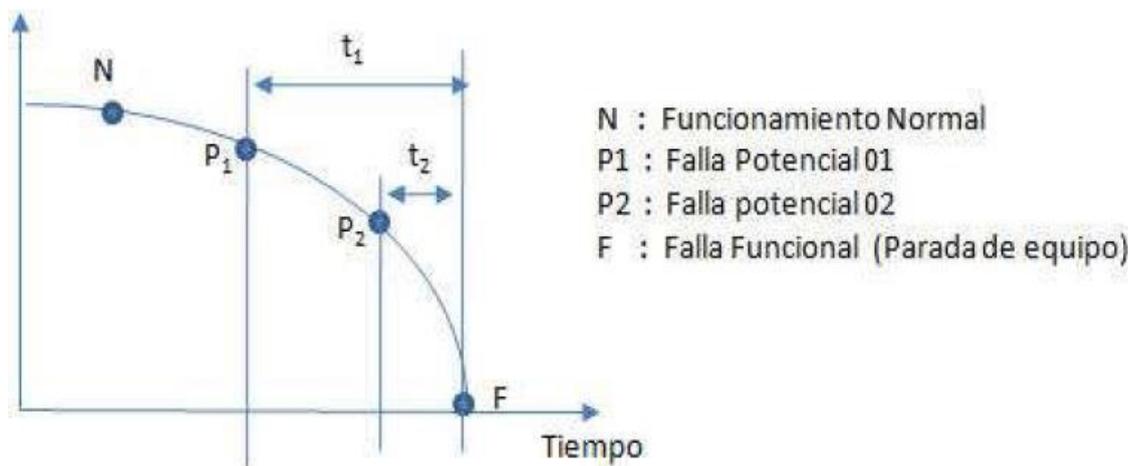
La gran mayoría de las fallas no se presentan de manera sorpresiva, en general fallas son el resultado de un período de desgaste en forma progresiva.

Una falla potencial P es una falla identificable, que indica que una falla funcional F está ocurriendo o está próxima a ocurrir.



Curva P – F

El objetivo del MP es detectar la falla en el punto P1, para contar con el tiempo t_1 , antes de que ocurra la falla funcional F. Esto va a permitir una planificación adecuada de reparación, ya que en el punto P2, se contará con un tiempo t_2 mucho menor y no permitirá una buena planificación, con el riesgo que ocurra la parada del equipo, afectando la producción.



2.3 Técnicas del Mantenimiento Predictivo

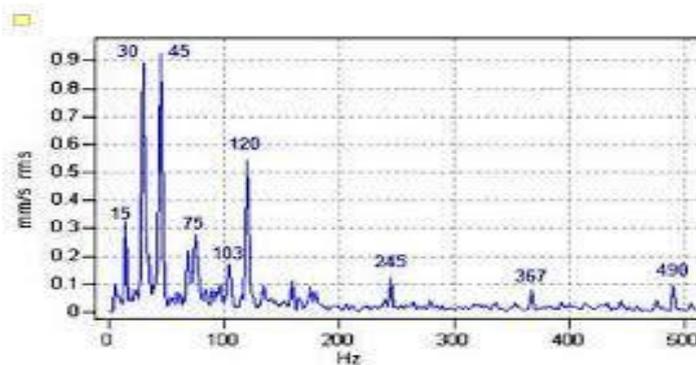
- Análisis de Vibraciones.
- Análisis de Aceites.
- Termografía.
- Ensayos No Destructivos.

2.3.1 Análisis de Vibración

El parámetro que ha permitido juzgar las condiciones dinámicas de una máquina, es la vibración; cuyo análisis se puede considerar como la piedra angular del Mantenimiento Predictivo.

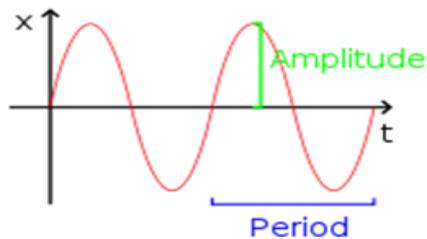
Nivel de Vibración

Si el límite crítico de vibración, no está indicado en el manual del fabricante, se debe aplicar las normas ISO o los valores Indicados por los fabricantes de los equipos de medición.



La medición de la vibración consiste en medir la amplitud de la onda, cuyo valor indica la severidad del problema y puede estar dada en las siguientes unidades:

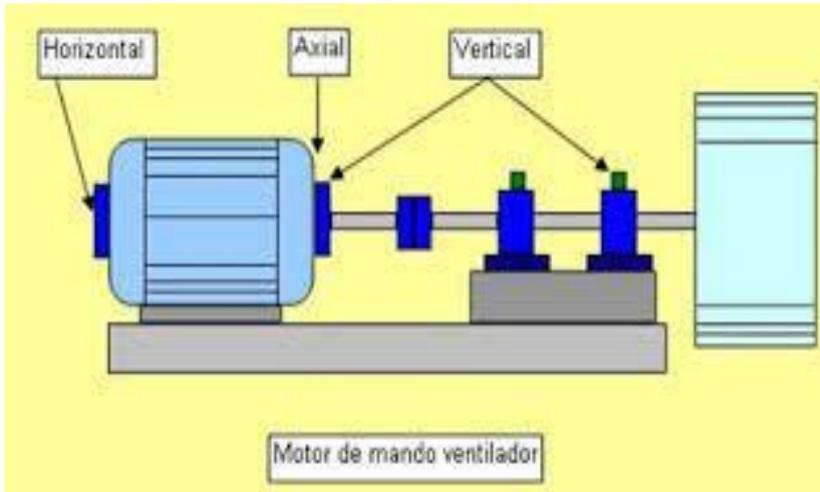
- Desplazamiento de onda: mm, pulgadas, etc.
- Velocidad de vibración: mm/s, pulg/s.
- Aceleración de la onda: m/s².



Mediante la medición de vibraciones se pueden detectar imperfecciones mecánicas de una máquina, tales como:

- Desalineamiento.
- Desbalance.
- Solturas mecánicas.
- Excentricidad de rotores.

- Desgaste de rodamientos.



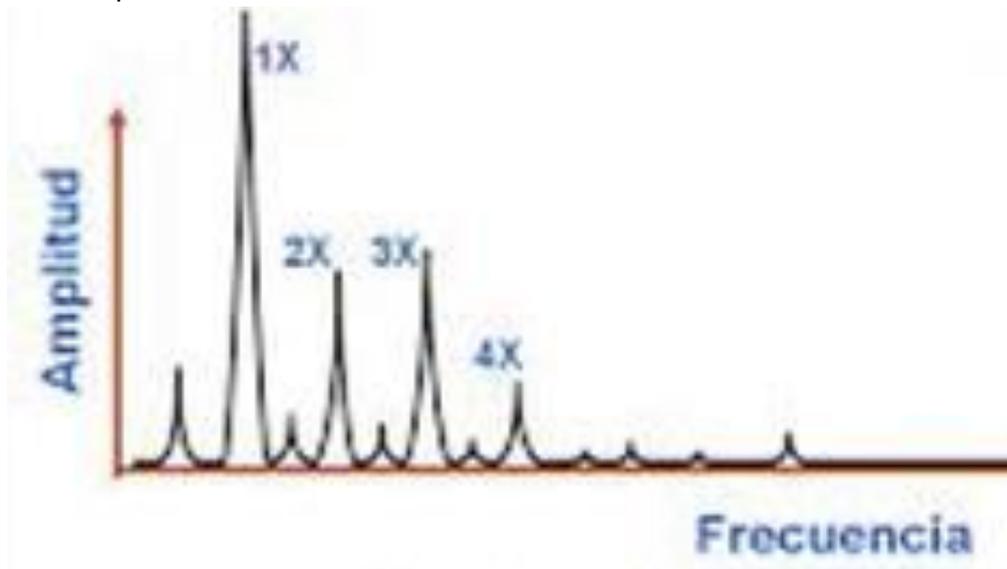
- Desgaste de cojinetes o descansos.

- Fallas de engranajes.

- Falta de rigidez del cimiento.

- Excesiva flexión en ejes.

Las imperfecciones de los equipos provocan pequeñas vibraciones, que aumentan cuando estas se agravan; por ello se dice que, medir la vibración es medir el estado de una máquina.



Gráfica que muestra el desalineamiento de un rodamiento en su eje. Se observan picos de vibración relacionados con las armónicas de las RPM del equipo. Al detectarse el problema, este debe resolverse, para evitar fallas futuras.

Principales normas de Vibraciones que se aplican en las naves mercantes:

- 1.- 150-6954 (2000) Norma Vibracional para Estructura de Barcos.
- 2.- 150-10816-6 (1995) Norma Vibracional para Motores Diesel.
- 3.- 150-2372: Norma Vibracional para Máquinas Rotativas.
- 4.- AN51 52.27 (2002) Norma Vibracional para Sistemas de Propulsión.

Guidelines for measurement and evaluation of vibration on passenger and merchant ships ISO 6954 (2000).

| | <i>Area Classification</i> | | | | | |
|--|----------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | <i>A</i> | | <i>B</i> | | <i>C</i> | |
| | <i>mm/s²</i> | <i>mm/s</i> | <i>mm/s²</i> | <i>mm/s</i> | <i>mm/s²</i> | <i>mm/s</i> |
| Values above which adverse comments are probable | 143 | 4 | 214 | 6 | 286 | 8 |
| Values below which adverse comments are not probable | 71.5 | 2 | 107 | 3 | 143 | 4 |

Note: The zone between upper and lower values reflects the shipboard vibration environment commonly experienced and accepted.

Area Classification A: Passenger Accommodations

B: Crew Accommodations

C: Work spaces

Norma Vibracional para Motores Diesel - ISO 10816-6 (1995)

| Vibrat ion Severi ty Grade | Maximum value of vibration | | | Machine vibration clasification number | | | | | | |
|--|----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Displace ment Mm | Velo city mm/ s | Acceler ation m/s ² | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1.1 | 17.8 | 1.12 | 1.76 | AI B | AI B | AI B | AI B | AI B | AI B | AI B |
| 1.8 | | | | | | | | | | |
| 2.8 | | | | | | | | | | |
| 4.5 | | | | | | | | | | |
| 7.1 | | | | | | | | | | |
| 11 | 113 | 7.07 | 11.1 | D | e | e | e | e | e | e |
| 18 | | | | | | | | | | |
| 28 | 283 | 17.8 | 27.9 | D | D | D | e | e | e | e |
| 45 | | | | | | | | | | |
| 71 | | | | | | | | | | |
| 112 | 710 | 44.6 | 70.1 | D | D | D | D | e | e | e |
| 180 | | | | | | | | | | |
| | 1125 | 70.7 | 111 | D | D | D | D | D | D | e |
| | 1784 | 112 | 176 | D | D | D | D | D | D | D |

Vibración mecánica de máquinas rotativas ISO 2372

| Velocidad (mm/s, rms) | Tipos de máquinas | | | |
|--------------------------|-------------------|----------|-----------|----------|
| | Clase I | Clase II | Clase III | Clase IV |
| 0,18 a 0,28 | A | | | |
| 0,28 a 0,45 | | | | |
| 0,45 a 0,71 | | | | |
| 0,71 a 1,12 | B | | | Clase IV |
| 1,12 a 1,8 | | | | |
| 1,8 a 2,8 | C | | Clase III | Clase IV |
| 2,8 a 4,5 | | | | |
| 4,5 a 7,1 | D | | | Clase IV |
| 7,1 a 11,2 | | | | |
| 11,2 a 18 | | | | |
| 18 a 28 | | | | |

Rango: Entre 600 a 1200 rpm

| Clase | Descripción |
|-----------|---|
| Clase I | Equipos pequeños hasta 15 kW. |
| Clase II | Equipos medios, de 15 a 75 kW o hasta 300 kW con cimentación especial. |
| Clase III | Equipos grandes, por encima de 75 kW con cimentación rígida o de 300 kW con cimentación especial. |
| Clase IV | Turbomaquinaria (equipos con RPM > velocidad crítica). |

Tabla 3: Clasificación de equipos en ISO 2372.

A: Buena B: Satisfactoria
 C: Insatisfactoria D: Inaceptable

Norma Vibracional para Sistemas de Propulsión ANSI S2.27 (2002)

| Propulsion Machinery | Limits (rms) |
|--|---------------------|
| Thrust Bearing and Bull Gear Hub | 5 mm/s |
| Other Propulsion Machinery eomponents | 13 mm/s |
| Stern Tube and Line Shaft Bearing | 7 mm/s |
| Diesel Engine at Bearing | 13 mm/s |
| Slow & Medium Speed Diesel Engine (over 1000 HP) | 18 mm/s |
| High Speed Diesel Engine (less 1000 HP) | 13 mm/s |

2.3.2 Análisis de Aceite

ACEITE Y LUBRICANTE

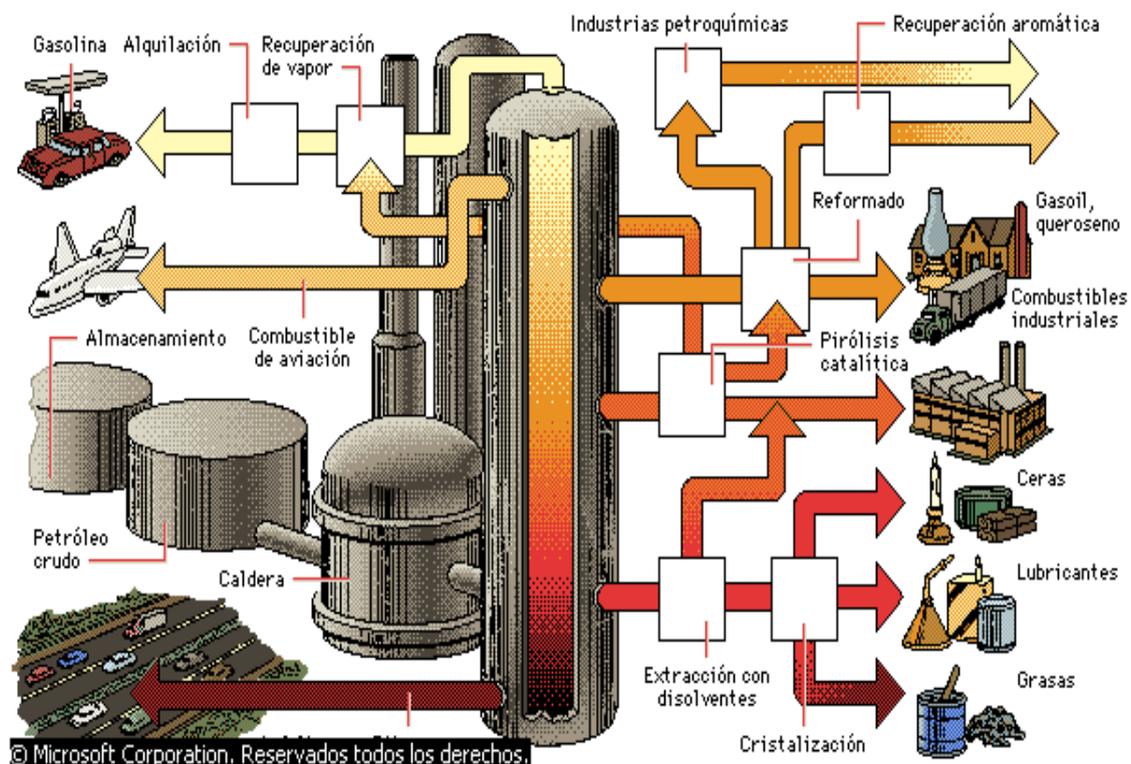
Lubricante

- › Los Aceites se obtienen del Crudo.
- › Lubricante = Aceite Base (78%) + Aditivos (22%).
- › Obtención de los Aceites Bases: <según las viscosidades las fracciones de Aceite obtenidas luego de la destilación al vacío.

Pueden ser:

- * Destilado Ligero o Lubricante Ligero.
- * Destilado Medio o Lubricante Medio.
- * Destilado Pesado o Lubricante Pesado.

Obtención del Aceite



LUBRICANTES

La obtención de estas fracciones de lubricantes es extraída del Petróleo Crudo y son de tres tipos:

- › **Parafínicas:** 85% base para realizar un aceite alto IV, buena calidad se usa en los motores.
- › **Nafticas:** Nafta (gasolina), base para el lubricante industrial (compresores frigoríficos), bajo IV, tratamiento más simple.
- › **Aromáticos:** Productos químicos, solventes, pinturas y aditivos. NO son deseables para el uso como Base del Lubricante.

Definición: Sustancia que esta entre dos superficies a fin de disminuir fricción y el desgaste. Los aceites lubricantes en general están conformados por una base más aditivos.

La Lubricación es tan importante para la industria como otra fase o proceso de la ingeniería ya que trata de lograr un óptimo rendimiento de las maquinas o equipos donde es posible su aplicación.

¿Para qué lubricamos?

- Para reducir fricción y desgaste.
- Para enfriar las partes mecánicas.
- Para proteger contra la herrumbre y la corrosión.
- Para provocar un movimiento libre.
- Para eliminar ruidos.
- Para prolongar la vida de los equipos.

Funciones de los Lubricantes

- Lubricar.
- Refrigerante.
- Protección contra la corrosión y anti desgaste.
- Limpieza.
- Sellado.
- Trasmisor de Potencia.
- Aislamiento.

TIPOS LUBRICACIÓN

- Lubricación Hidrodinámica.
- Lubricación Límite.
 - Lubricación Hidrostática.
 - Lubricación Mixta.
 - Lubricación Elasto-Hidrodinamica.

Propiedades de los Lubricantes

INDICE DE VISCOSIDAD:

Se entiende como IV, el valor que indica la variación de viscosidad del aceite con la temperatura. Siempre que se calienta un aceite este se vuelve más fluido su viscosidad disminuye por el contrario cuando el aceite se somete a temperaturas más bajas este se vuelve más espeso o sea su viscosidad aumenta.

DENSIDAD:

La Densidad de un Lubricante se mide por comparación entre los pesos de un volumen determinado de ese aceite y el peso de igual volumen de agua destilada cuya densidad es 1 a igual temperatura, normalmente se indica la densidad a 15°C.

PUNTO DE INFLAMACION:

El punto de inflamación de un aceite lo determina la temperatura mínima a la cual los vapores desprendidos se inflaman en presencia de una llama.

PUNTO DE CONGELACION:

Es la Temperatura a partir de la cual el aceite pierde sus características de fluido para comportarse como una sustancia sólida.

UNTUOSIDAD:

La Untuosidad es la propiedad que presenta mayor o menor Adherencia de los aceites a las superficies metálicas a lubricar y se manifiesta cuando el espesor de la película de aceite se reduce al mínimo, sin llegar a la Lubricación Limite.

ACIDOS ORGANICOS:

Solubles en el Aceite, que pueden usarse como indicadores de la oxidación del aceite y que son los que producen algunos tipos de sedimentos en el motor.

Está compuesto de: Acidez Débil.

Índice de Acidez Total (TAN).

ACIDOS INORGANICOS:

Solubles en el agua, que ocasionan grandes riesgos de corrosiones especialmente en elementos Férricos. Es denominada de los tipos observados en el aceite como Acidez Fuerte y corresponde en los métodos de análisis como: Índice de Acidez Fuerte (SAN).

DEMULSIBILIDAD:

Es la mayor o menor facilidad con que el aceite se separa del agua , esto es , lo contrario de Emulsibilidad.

Total Base Number (TBN):

Mide la reserva alcalina que realmente posee el aceite, expresada mediante el número de miligramos de KOH incorporados por gramo de aceite para neutralizar los ácidos que se forman en el seno del mismo como consecuencia del proceso de combustión.

(ejemplo: ácido sulfúrico).

ACEITE BASE

El API (Instituto Americano de Petróleo), ha generado una clasificación estándar para los aceites base con el objetivo de categorizar su calidad, esta clasificación se divide en Grupos, que son aceites bases de tipo mineral y están constituidas por tres tipos compuestos: Parafínicos, Naftenicos y Aromáticos.

CLASIFICACION DE ACEITE BASE

| CATEGORIA | ASUFRE (%) | SATURADOS (%) | INDICE VISCOSIDAD |
|-----------|--|----------------|-------------------|
| GRUPO I | MAYOR 0.03 | MENOR 90 | 80 A 120 |
| GRUPO II | MENOR 0.03 | MAYOR IGUAL 90 | 80 A 120 |
| GRUPO III | MENOR IGUAL 0.03 | MAYOR IGUAL 90 | MAYOR IGUAL 120 |
| GRUPO IV | | SINTETICA | |
| GRUPO V | SINTETICA TODOS LOS NO INCLUIDOS EN LOS GRUPOS I, II, III O IV | | |

LOS ADITIVOS

- Son sustancias químicas que se añaden a los aceites bases para formar diferentes tipos lubricantes
- Tenemos los aditivos retardadores de la degradación.
- Aditivos mejoradores de las cualidades físicas.

Tipos de Aditivos Utilizados

Aditivos Retardadores de la Degradación

- a.- Aditivos Detergentes Dispersantes.
- b.- Aditivos Anticorrosivos y Antioxidantes.
- c.- Aditivos Anti desgaste.
- d.- Agente Alcalinos.
- e.- Agentes Anti Emulsificadores.

Aditivos Mejoradores de las Cualidades Físicas

- f.-Aditivos Mejoradores de Índice de Viscosidad.
- g.-Aditivos de Extrema Presión.
- h.-Mejoradores del Punto de Fluidez y Congelación.
- i.-Aditivos Antiespumantes.
- j.-Aditivos Mejoradores de la Oleosidad.
- k.-Aditivos para Aumentar la Rigidez Dieléctrica.

Clasificación Lubricantes

- **Por Grado Viscosidad (SAE)**
El índice SAE (Society of Automotive Engineers) solo indica como es el flujo de los aceites a determinadas temperaturas.
Es decir, su viscosidad, esto no tiene que ver con la calidad del aceite, contenido de aditivos, funcionamiento o aplicación para condiciones de servicio especializado. La clasificación a SAE está basada en Viscosidad del aceite a 2 temperaturas en grados °F (Q°F y 21Q°F) equivalentes a -18°C y 99°C. Estableciendo 8 grados SAE para los Monogrados y 6 grados SAE para los Multigrados.

Monogrado:

Los aceites que tienen un solo IV, se les denominan monogrados y poseen una Viscosidad que permite la lubricación óptima en una limitada variación de la temperatura. Ejemplo: SAE 10, SAE 30, SAE 40.

Multigrado:

Los aceites multigrados son los que poseen una V elástica que permite una buena lubricación aun con una variación muy amplia de la temperatura, en donde a bajas temperaturas se comportan como un monogrado de baja viscosidad (SAE 10 por ejemplo) y como un monogrado de alta viscosidad a altas temperaturas (SAE 40 por ejemplo). Ejemplo: SAE SW-30, SAE 1SW-40, SAE 20W-50, 2SW-40, 10W-40.

| Grado SAE | Viscosidad Cinemática cSt @ 100°C |
|------------------|--|
| 0W | 3,8 |
| 5W | 3,8 |
| 10W | 4,1 |
| 15W | 5,6 |
| 20W | 5,6 |
| 25W | 9,3 |
| 20 | 5,6 - 9,3 |
| 30 | 9,3 - 12,5 |
| 40 | 12,5 - 16,3 |
| 50 | 16,3 - 21,9 |
| 60 | 21,9 - 26,1 |

- **Por el Tipo Servicio (API: Instituto Americano del Petróleo)**

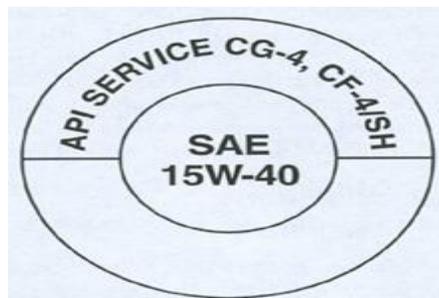
Se han clasificado a los aceites y lubricantes según la clase de servicio que prestaran. Y mide la Calidad y Cantidad de Aditivos que contiene.

Los aceites que comienzan con la letra e (eompression) son aceites para motores Diesel.

Los aceites que comienzan con la letra S (Spark) son aceites para motores Gasolineros.

La segunda letra determina la calidad del aceite donde mayor es la letra(en el alfabeto) mejor es la calidad del aceite.

| ACEITES MOTORES GASOLINA | | ACEITES MOTORES DIESEL | |
|--------------------------|------------|------------------------|------------|
| SA | ANTES 1950 | CA | ANTES 1950 |
| SB | 1950-1960 | CB | 1950-192 |
| SC | 1960-1970 | CC | 1952-1954 |
| SD | 1965-1970 | CD/CD II | 1955-1987 |
| SE | 1971-1980 | CE | 1987-1992 |
| SF | 1981-1987 | CF/CF-2 | 1992-1994 |
| SG | 1988-1992 | CF-4 | 1992-1994 |
| SH | 1993-1996 | CG-4 | 1995-2000 |
| SJ | 1997-2000 | CH-4 | 2001 |
| SL | 2001 | *4 = 4 Tiempos | |



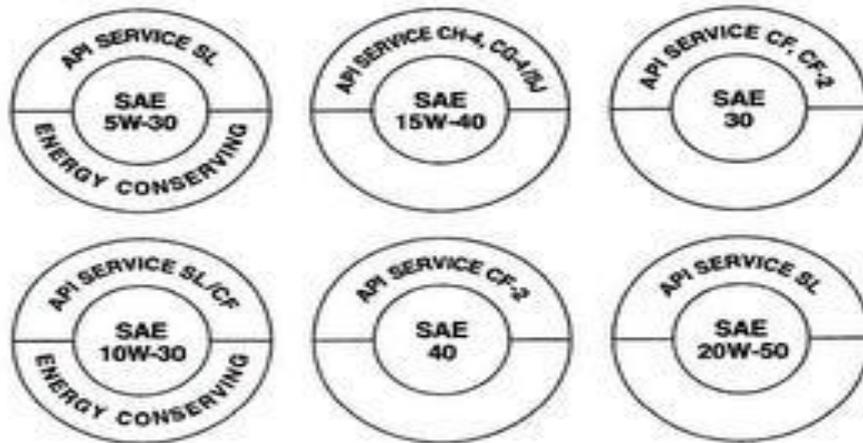
Interpretación del Símbolo API

Parte superior CG-4: C= Para motores diésel (compresión). G= Letra de orden alfabético según el desarrollo. 4= Motor de 4 tiempos.

Parte superior CF-4: C= Para motores diésel. F= Letra de orden alfabético según el desarrollo. 4= Motor de 4 tiempos.

Parte superior SH: S= Para motores de gasolina. H= Letra orden alfabético según el desarrollo.

Parte central 15W-40: Aceite Multigrado.



API OIL SERVICE RATINGS

CLASIFICACION DE LOS ACEITES LUBRICANTES POR SU ORIGEN

- › **ACEITES MINERALES:** Aceites obtenidos de la destilación del petróleo. Estos aceites están formados por diversos compuestos de diferente composición química que dependen del proceso de refinación, así como del petróleo crudo utilizado.
- › **ACEITES SINTETICOS:** Aceites preparados en laboratorio a partir de compuestos de bajo peso molecular para obtener compuestos de alto peso molecular con propiedades predecibles.

- * Mejor estabilidad térmica.
- * Mejor funcionamiento a bajas temperaturas.
- * Menor consumo.
- * Mas caro

Pueden clasificarse en: Oligómeros Olefinicos, Esteres Orgánico, Poliglicoles y Fosfato Esteres.

GRASAS:

Las grasas son aceites con agentes espesantes que les permiten mantenerse dentro de una cavidad, para que resistan la acción lavadora del agua y trabajen en condiciones de alta cantidad de polvo y residuos.

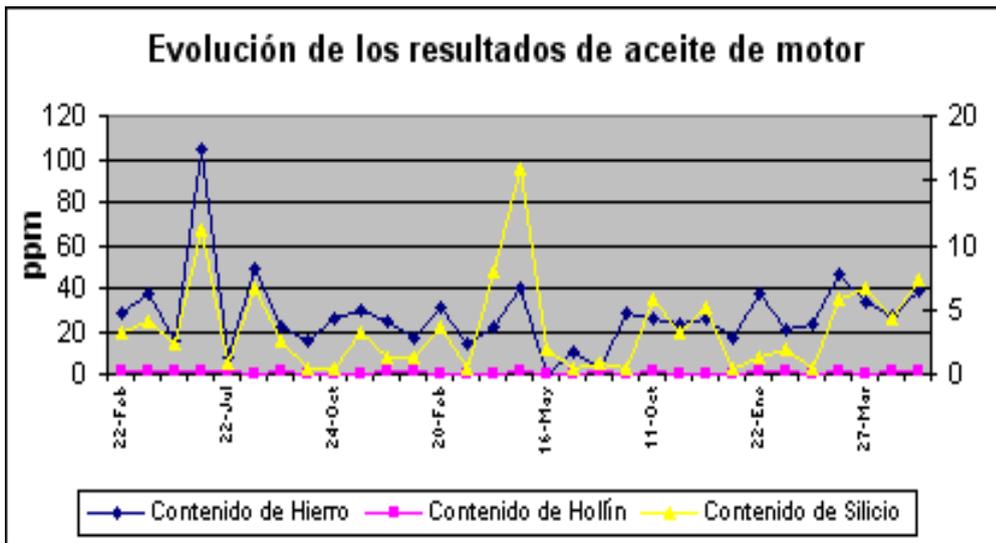




- › GRASAS CALCICAS.
- › GRASAS SODICAS.
- › GRASAS AL ALUMINIO.
- › GRASAS AL LITIO.
- › GRASAS AL BARIO.
- › GRASA BENTONITICAS.

ANALISIS DE LUBRICANTE

El monitoreo del aceite lubricante mediante los análisis, permite conocer el estado de sus propiedades, tales como la viscosidad, Acidez (TAN), Basicidad (TBN) o su grado de contaminación, si fuera aplicable. También permite detectar la presencia de partículas metálicas, para diagnosticar el desgaste de las partes internas del equipo, así como pronosticar la evolución de tal desgaste.



TRIBOLOGIA

La palabra Tribología proviene del término griego tribos, que significa frotamiento o rozamiento, por lo tanto, se le interpreta como la ciencia del rozamiento

La Tribología se centra en el estudio de:

- La Fricción entre dos cuerpos en movimiento.
- El Desgaste como efecto natural de este fenómeno.
- La Lubricación como el medio para evitar el desgaste.

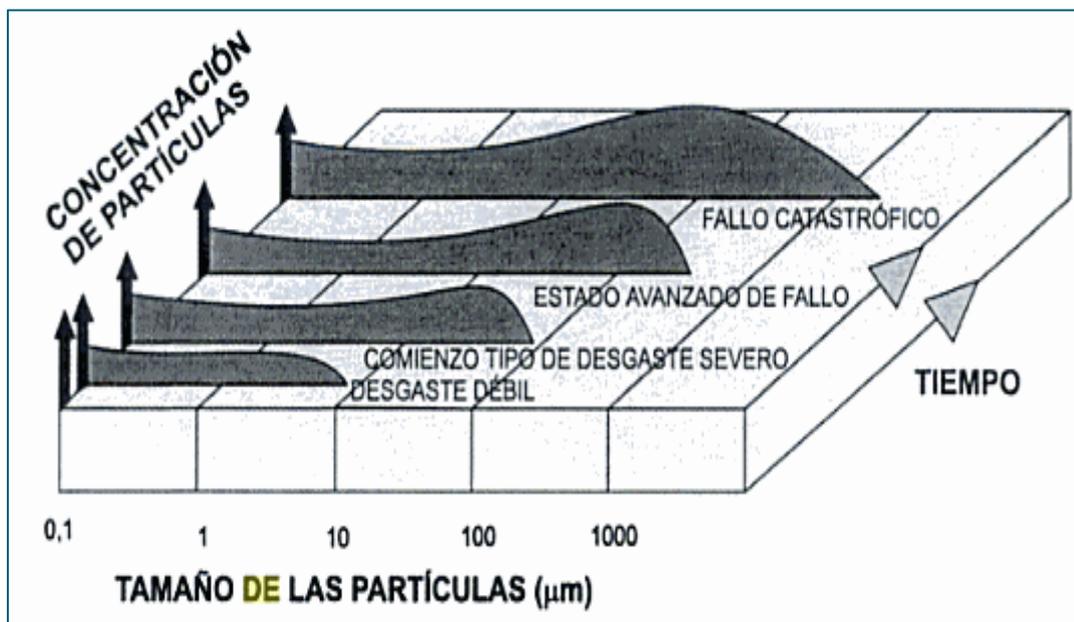




FERROGRAFIA

La Ferrografía consiste en la medición cuantitativa de la concentración de partículas ferrosas en una muestra de aceite, a través de la precipitación de dichas partículas, sometidas a un fuerte campo magnético, dentro de un tubo de vidrio.

Hasta 10 micras (μm) se consideran niveles normales de partículas en suspensión, por debajo de estos tamaños la ferrografía no suele ser útil y debe utilizarse la espectrometría.



ESPECTROMETRIA

Es la técnica que se basa en la interacción de la radiación electromagnética de los distintos materiales. Espectrofotómetro de Absorción Atómica: La muestra de aceite se calienta a una temperatura elevada a la cual los metales se transforman en gas y luego en plasma, entregando una cantidad de luz con distintas longitudes de onda, las cuales se comparan con el patrón, determinándose la cantidad de cada tipo de metal que contiene la muestra. Los metales encontrados son expresados en partes por millón (ppm), siendo los más usuales los siguientes: Potasio, Hierro, Aluminio, Cromo, Titanio, Cobre, Plomo, Estaño, Plata, Níquel, Molibdeno, Silicio, Sodio, Boro y Vanadio.

Análisis de Aceites

Principales parámetros que se analizan en los aceites lubricantes:

1.- Ensayos Físicos Químicos

- | | |
|-------------------|-------------|
| • Viscosidad | cSt a 100°C |
| • Acidez (TAN) | mg KOH/g |
| • Basicidad (TBN) | mg KOH/g |
| • Flash Point | °C |
| • Agua | % Vol. |

2.- Análisis Infrarrojo

- | | |
|---------------------|--------|
| • Hollín | % Wt. |
| • Oxidación | ABS/cm |
| • Diluyente | % Vol. |
| • Índice Viscosidad | |

3.- Análisis Espectrofotométrico - ppm (mg/kg)

- Hierro (Fe)
- Aluminio (Al)
- Cobre (Cu)
- Plomo (Pb)
- Estaño (Sn)
- Cromo (Cr)

4.- Elementos Contaminantes - ppm (mg/kg)

- Boro (B)
- Potasio (K)
- Sodio (Na)
- Silicio (Si)
- Vanadio (V)
-

Interpretación Análisis de Aceites



Expertos a la medida de su Empresa

Contaminantes y Metales de Desgaste.

Los **metales de desgaste** son partículas metálicas que se incorporan al aceite y cuyo origen es la fricción, presión o corrosión de los componentes internos.

Los **aditivos** se controlan para verificar la clasificación del aceite de una muestra, por ejemplo aceite hidráulico, de transmisión o de motor.

Los **elementos contaminantes** son partículas que se incorporan al aceite proviniendo del exterior, se analizan para determinar la utilidad del lubricante y para detectar las causas de problemas indicados en otras pruebas.

Metales de Desgaste.

• Fierro (Fe)

- Desgaste excesivo de los cilindros.
- Sistemas de válvulas.
- Ejes.
- Desgaste de engranajes.
- Guías de válvulas.

La presencia de este metal se debe generalmente al desgaste excesivo de los cilindros y anillos, esto se puede deber a una presencia de silicio, anillos pegados o a una gran holgura en las camisas, lo que genera que la película de lubricante se quemé. (menor lubricación)

Metales de Desgaste.

- Cobre (Cu)

- Aleaciones de bronce o latón.
- Tubos de enfriadores de aceite.
- Descansos.
- Bujes.
- Discos de fricción.

El cobre está normalmente asociado al plomo y al estaño.

Metales de Desgaste.

- Plomo (Pb)

- Descansos de cigüeñal y biela.
- Sellos.
- Soldaduras.
- Pinturas.

- Aluminio (Al)

- Descansos de cigüeñal, biela bomba de aceite.
- Descansos de empuje del cigüeñal.
- Pistones.
- Block Motor

Metales de Desgaste.

- Estaño (St)

- Descansos de ejes de levas.
- Descansos del cigüeñal.
- Bujes.

- Plata (Ag)

- Descansos.
- Soldadura de Plata.
- Etc.

Metales de Desgaste.

- Molibdeno (Mo)
 - Anillos de pistón.
 - Contaminación externa.
 - Aditivos del lubricante.
- Titanio (Ti)
 - Soporte de cojinetes.
 - Discos de compresor.
 - Alabes de turbinas.

Elementos Contaminantes.

- Silicio (Si)

El silicio tiene particular interés porque su presencia esta vinculada al polvo o tierra aspirado por un equipo, el cual produce un gran desgaste.

No hay que olvidar que las formulaciones de los lubricantes contienen aditivos con silicio (Silicona), principalmente los aditivos antiespumantes en proporciones de hasta 20 ppm.

Elementos Contaminantes.

- Sodio (Na)
 - Fugas de refrigerantes.
 - Contaminación con grasa.
 - Contaminación ambiental.
- Potasio (K)
 - Fugas de refrigerante.

Elementos Contaminantes.

- Boro (B)
 - Refrigerante.
 - Aditivo del lubricante.
- Vanadio (V)
 - Combustibles residuales.

Aditivos.

- Magnesio (Mg)
 - Depósitos y contaminación con agua de mar.
 - Aditivos del lubricante.
- Calcio (Ca)
 - Contaminación con grasa.
 - Aditivo del lubricante.

Aditivos.

- Fósforo (P)
 - Fugas de refrigerante.
 - Aditivos del lubricante.
- Zinc (Zn)
 - Cojinetes o descansos.
 - Fugas de refrigerante.
 - Contaminación con grasa.
 - Aditivo del lubricante.

Aditivos.

- **Bario (Ba)**
 - Contaminación con grasa.
 - Aditivo del lubricante.

Límites tentativos.

Límites tentativos de desgaste. ppm (Motor)

| Metales | Caterpillar | Cummins | Mack | General |
|----------|-------------|----------|-----------|-----------|
| Silicio | 16 - 20 | 16 - 20 | 16 - 20 | 16 - 20 |
| Hierro | 71 - 100 | 71 - 100 | 161 - 190 | 161 - 190 |
| Cobre | 16 - 30 | 31 - 50 | 36 - 55 | 31 - 50 |
| Plomo | 24 - 40 | 31 - 50 | 51 - 70 | 31 - 50 |
| Aluminio | 16 - 20 | 16 - 20 | 16 - 20 | 16 - 20 |
| Cromo | 11 - 15 | 11 - 15 | 16 - 20 | 11 - 20 |
| Estaño | 6 - 15 | 6 - 15 | 6 - 15 | 6 - 15 |

Límites tentativos.

Límites tentativos de desgaste. ppm (Otros componentes)

| Metales | Turbinas de vapor | Turbinas de gas | Sistemas Hidráulicos | Reductores | Sistemas de Circulación |
|---------|-------------------|-----------------|----------------------|------------|-------------------------|
| Silicio | 15 | 15 | 15 | 25 | 20 |
| Fierro | 30 | 15 | 50 | 150 | 50 |
| Cobre | >12 | 15 | >12 | >12 | >12 |

Conteo de partículas.

CUADRO ISO 4406

| Número de rango | Número de partículas por ml | |
|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| | Más de | Hasta e incluso |
| 24 | 80.000 | 160.000 |
| 23 | 40.000 | 80.000 |
| 22 | 20.000 | 40.000 |
| 21 | 10.000 | 20.000 |
| 20 | 5.000 | 10.000 |
| 19 | 2.500 | 5.000 |
| 18 | 1.300 | 2.500 |
| 17 | 640 | 1.300 |
| 16 | 320 | 640 |
| 15 | 160 | 320 |

| Número de rango | Número de partículas por ml | |
|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| | Más de | Hasta e incluso |
| 14 | 80 | 160 |
| 13 | 40 | 80 |
| 12 | 20 | 40 |
| 11 | 10 | 20 |
| 10 | 5 | 10 |
| 9 | 2,5 | 5 |
| 8 | 1,3 | 2,5 |
| 7 | 0,64 | 1,3 |
| 6 | 0,32 | 0,64 |

Conteo de partículas.

El conteo de partículas o código ISO 4406 es un sistema universal para representar la concentración de partículas de acuerdo a su tamaño en 1 ml de aceite y puede ser utilizado para definir el nivel de limpieza de un aceite.

Los resultados de se entregan de la siguiente manera:

- A: Partículas mayores o iguales a 2 μm
- B: Partículas mayores o iguales a 5 μm
- C: Partículas mayores o iguales a 15 μm

A/B/C

CAPITULO III: HIPOTISIS y VARIABLE

3.1 Formulación de la hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

Hi Existe el nivel de Conocimiento teórico del Mantenimiento Predictivo en los cadetes de 3ro año especialidad máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020 es Medio.

Ho No existe el nivel de Conocimiento teórico del Mantenimiento Predictivo de los cadetes de 3ro año especialidad máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020 es Medio

3.1.2 Hipótesis específicas

- Hipótesis específica 1

H1 Existe el nivel de Conocimiento teórico con respecto al Análisis de Aceite en los cadetes de 3ro año especialidad máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020 es Medio.

Ho No existe el nivel de Conocimiento teórico con respecto al Análisis de Aceite en los cadetes de 3ro año especialidad máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020.

- Hipótesis específica 2

H2 Existe el nivel de Conocimiento teórico con respecto al Análisis de Vibración en los cadetes de 3ro año especialidad máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020 es Medio.

Ho No existe el nivel de Conocimiento teórico con respecto al Análisis de Vibración en los cadetes de 3ro año especialidad máquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020.

3.1.3 Variable Descriptora

Nivel de Conocimiento Teórico del Mantenimiento Predictivo.

Dimensiones

Análisis de Aceite.

Análisis de Vibración.

CAPITULO IV: DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Diseño del trabajo de investigación

Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan que al realizar un estudio cuantitativo entendemos por aludido al lugar estadístico, donde se fundamenta dicho enfoque es en analizar una perspectiva objetiva mediante una serie de mediciones numéricas y análisis basados en los análisis estadísticos para comprobar predicciones o patrones de comportamiento del fenómeno o problema planteado. Este proyecto de investigación usa la recolección de datos para comprobar hipótesis donde se señala previamente al proceso metodológico con un enfoque cuantitativo se crea un problema y preguntas concretas de lo cual se derivan las hipótesis, otra de las características del enfoque cuantitativo es que se usan experimentaciones y análisis de causa con su respectivo efecto, a final del estudio se debe estimar una generalidad de resultados, predicciones, control de fenómenos y la posibilidad de elaborar replicas con dicha investigación. El enfoque utilizado en el desarrollo del proyecto de investigación permite describir de manera ordenada y cronológica mediante un procedimiento técnico, por tal motivo la motivo el proyecto de investigación adquiere un enfoque cuantitativo.

Nivel

El nivel del proyecto planteado es descriptivo. Descriptivo, porque se pretenden realizar una medición de la variable descriptora establecida con el fin de describirla en el aspecto requerida es decir en base a los hechos y hallazgos encontrados, describir la realidad del fenómeno y a partir de estos hallazgos plantear soluciones (Hernández 2010, pag. 327).

Tipo de investigación

Fernández, Hernández y Baptista (2014) El proyecto de la investigación esta basado en no experimental y de corte transversal, que lo definen como la investigación que se realiza sin modificar la variable.

4.2 Población y muestra

4.2.1 Población

Para Chávez (2007), la población significa el total de los individuos de un determinado estudio, es decir, representa el universo de la investigación, del cual se desea generalizar los resultados estando formada por características que le diferencian a los individuos unos de otros, de esta manera, este autor señala el término de población se refiere a un conjunto de individuos o unidades que establecen a los mismos del total del conjunto de individuos o unidades que establecen a los mismos del total del conjunto quienes van a ser sometidos a estudio, representado al tamaño total de la investigación, es decir la población a ser estudiada es como el universo investigado, sobre el cual se busca extender los resultados, clasificando las poblaciones como finitas e infinitas de acuerdo con la cantidad de personas que integren la investigación. Por otra parte, Hernández, Fernández y Baptista (2014), definen a la población como el agregado de casos que coinciden con algunas de sus descripciones y suelen estar conformadas por personas, organizaciones, eventos o situaciones entre otros que constituyen el foco de la investigación. Por lo tanto, para el presente proyecto de investigación el universo estará comprendido por los cadetes de la ENAMM 2020 (260 cadetes).

4.2.2 Muestra

Carrasco (2009), señala que la muestra es un Fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población (pag. 237). Arias (2006), la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible, escogidos al seguir ciertos criterios de selección, por lo tanto, la muestra refleja las similitudes y diferencias encontradas en la población, es decir, debe reunir aproximadamente las características de estas, que son importantes para la investigación, tomando en cuenta los objetos, eventos o fenómenos en el estudio. Por lo tanto, la muestra es de tipo censal constituida por 21 cadetes del tercer año de la ENAMM de la especialidad de máquinas del año 2020.

4.3 Operacionalización de la variable descriptora

| Variable Descriptora | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores |
|--|---|--------------------|--|
| Nivel de Conocimiento Teórico del Mantenimiento Predictivo | <p>EL Mantenimiento Predictivo con sus respectivas técnicas y midiendo parámetros de funcionamiento nos indicara las fallas que ocurrirán en un tiempo futuro. Usando sus técnicas como el Análisis de Aceite del equipo sabremos el desgaste de sus partes internas que tiene y de esa manera monitorear y tener conocimiento y avance del desgaste de los materiales que está constituido sus partes internas logrando tener un equipo controlado. Con la técnica de Análisis Vibración y sus pruebas se tendrá el conocimiento de los equipos que tengan mayor vibración, porque una vibración que es anormal en el equipo nos refleja un gran problema y por consiguiente futuras fallas.</p> | Análisis de Aceite | <ul style="list-style-type: none"> -Definiciones Mantenimiento-Tipos. -Conocimientos de Pruebas. -Equipo para Diagnostico. -Ventajas. -Métodos Diagnostico. -Interpretación de Resultados. -Tendencias y Monitoreo de resultados. |
| | | Análisis Vibración | <ul style="list-style-type: none"> -Definiciones. -Equipo para Diagnostico. -Equipos a Diagnosticar. -Ventajas. - Método para Diagnostico. -Prueba. -Interpretación Resultados. -Tendencias y Monitoreo de resultados. |

4.4 Técnicas para la recolección de datos

4.4.1 Técnicas

Para continuar la presente investigación, la cual corresponde mediante la observación y aplicación de un determinado instrumento para la variable descriptora. Según Alvira (2011), señala que una determinada encuesta es el principio para la vinculación de intereses de acuerdo a requerimientos o en dado caso de necesidades que sirvan para la recolección de data con información obtenida de una manera directa del individuo entrevistado, siguiendo un proceso planificado y de una manera metodológica.

4.4.2 Instrumento

Chávez (2007), manifiesta que los instrumentos que usa el tesista para evaluar cómo se comporta la variable descriptora, son instrumentos como los cuestionarios, test y entrevistas. Una vez validados los instrumentos por los expertos se procedió aplicar los test relacionados a las dimensiones y variable.

4.4.3 Validez

Chávez (2007), mide a la validez como la eficacia con que un instrumento mide lo que pretende el investigador, es decir, la validez de una escala va estar relacionadas con la confiabilidad del instrumento. Hernández (2006), señala que la validez es simplemente grado de tal manera que el instrumento expresa un predominio característico con un contexto de lo que se desea medir, es importante resaltar que antes de ser aplicado el instrumento debe cumplir con un conjunto de requisitos para su validación. La validez de los instrumentos puede expresarse cuantitativamente mediante la apreciación de expertos, el cual se estimó de manera subjetiva o intersubjetiva empleando el denominado juicio de expertos, se recurrió a ella para conocer la probabilidad de error probable en la configuración de instrumentos.

Validez según juicio de expertos

| EXPERTOS | Pertinencia | Precisión | Claridad |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| José Antonio Begazo Bedoya | 100% | 100% | 100% |
| Zenaido Abraham Soldevilla Guerra | 100% | 100% | 100% |
| Alfredo Alvaro Levano | 100% | 100% | 100% |
| Duilio De Vettori Flores | 100% | 100% | 100% |
| Total | 100% | 100% | 100% |

Elaboración propia

4.4.4 Confiabilidad

La confiabilidad como señala Hidalgo (2005), depende de procedimientos de observación para describir detalladamente lo que está ocurriendo en un contexto determinado, tomando en cuenta para ello el tiempo, el lugar y contexto objeto de investigación o evolución, para poder así intercambiar juicios con otros observadores sean estos investigadores o evaluadores, de allí que la confiabilidad representa el grado de similitud de las respuesta observadas entre el contexto del investigados o evaluador y el investigado o evaluado. En este sentido, Rusque (2003), afirma: La fiabilidad designa la capacidad de obtener los mismos resultados de diferentes situaciones, la fiabilidad no se refiere directamente a los datos sino a las técnicas de instrumentos de medida y observación es decir al grado en que las respuestas son independientes de las circunstancias accidentales de la investigación (pág. 134).

Para evaluar la confiabilidad o de las preguntas se empleó el coeficiente de alfa de Cronbach, cuando se trata de alternativas de respuestas politómicas, en este sentido se empleó la formula del Alfa de Cronbach para establecer la confiabilidad del instrumento, en el cual se determinó el coeficiente mediante el siguiente procedimiento.

- Primero se determinó una muestra piloto de 10 cadetes.
- Se aplico el instrumento para determinar la confiabilidad.
- Se procedió a estimar la confiabilidad por la consistencia interna de Cronbach, Mediante el software SPSS versión 23.
- Según la bibliografía, se compara el resultado de la confiabilidad con los siguientes criterios, tal como se expresa en la tabla.

Resultado de la Estadística de la Fiabilidad del Instrumento (Conocimiento teórico de Mantenimiento Predictivo)

| ALFA DE CRONBACH | NUMERO DE ITEMS |
|------------------|-----------------|
| 0.786 | 33 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla de Valores de los niveles de confiabilidad

| VALORES | NIVEL DE CONFIABILIDAD |
|-------------|------------------------|
| -1 a 0 | No es confiable |
| 0.01 a 0.49 | Baja confiabilidad |
| 0.5 – 0.75 | Moderada confiabilidad |
| 0.76 a 0.89 | Fuerte confiabilidad |
| 0.9 a 1 | Alta confiabilidad |

Fuente: Hernández, R., et.at (2014, pag 438)

FUENTES DE INFORMACION

Referencias Bibliográficas

- DOUNCE, E. la productividad del mantenimiento industrial. México D.F, CECSA. 1998.
- KELLY, A. y HARRIS, M. J. Gestión del mantenimiento industrial. Madrid, España. Fundaciones REPSOL 1998.
- NEWBROUG, E. administración de mantenimiento industrial, México, Diana.
- Management of Industrial Maintenance. A. Kelly.
- <http://www.mantenimiento/mundial>.
- http://www.solomantenimiento.com/m_predictivo.htm.
- MOUBRAY John. RCM ii Reability- Centered Maintenance and TPM. Second edition.
- RENOVETEC con RCM y TPM integrado. info@renovetec.com
- WOWK Víctor. Machinery Vibración Measurement and Análisis. Mc Graw Hill 1995.
- PALOMINO MARIN EVELIO. La Medición y el Análisis de Vibraciones en el Diagnostico de Maquinas Rotatorias. División de INGENIERIA DE LAS VIBRACIONES Y DIAGNOSTICO. Cuba, 1997.
- [http://: Mantenimientomundial.com](http://Mantenimientomundial.com). (Notas de Interés).
- Minor de Mantenimiento industrial. módulo de mantenimiento industrial. Universidad Tecnológica de Bolívar.
- Análisis de Vibración según ISO:
ISO 6954 (2000) -Norma Vibracional para estructuras de buques
ISO 10816 (1995) -Norma Vibracional para Motores Diesel
ISO 2372-Norma Vibracional para Maquinas Rotativas
ANSI S.227 (2002)-Norma Vibracional para Sistemas de Propulsión
- Técnicas de Mantenimiento Predictivo, Ana Sánchez (2014)
- Análisis de Aceite ALS. www.alsglobal.
- Interpretación de los resultados del análisis de aceite. www.movil.com.mx
- Procedimientos para el análisis de muestra de un aceite usado. www.repositorio.usac.edu.gt.

- Técnicas de Mantenimiento Predictivo, Ana Sánchez (2014)
- Análisis del rendimiento de un lubricante para motores Diesel Deutz
- Análisis de Aceite ALS. www.alsglobal.com
- Interpretación de los resultados del análisis de aceite. www.movil.com.mx
- Análisis de aceite. www.vibratec.net
- Procedimientos para el análisis de muestra de un aceite usado. www.repositorio.usac.edu.gt
- Águila (2019), Efecto de técnicas de mantenimiento predictivo en la detección temprana de fallas en los equipos rotativos de la empresa AMBEV PERU SAC.
- Delgado (2019), Mantenimiento Predictivo en el Mundo Marítimo
- Romero y Rubio (2019), Mantenimiento Predictivo por análisis vibracionales para reducir costos de mantenimiento en COPEINCA SAC
- García (2015), Implementación del Mantenimiento Predictivo en una empresa cementera en el sur del Perú, 2013
- OMI-STCW, competencias que deben tener los egresados
- Normas Internacionales, ONU, IMO, SOLAS, STCW y ISM gestión mantenimiento buques
- Friedrich W. Taylor (1856-1917), Administración y Organización
- Henri Fayol (1841-1925), Libro de la escuela de administración clásica
- Programas de mantenimiento que reconocen las Sociedades Clasificadoras
- Usher y Bryant libro de Conocimiento Practico
- Carrasco (2009), Metodología de la investigación científica. Lima, Editorial San Marcos
- Chávez (2007), Introducción la investigación educativa, tercera edición en español. Maracaibo-Venezuela, Editorial, La Columna
- Hernández, Fernández y Baptista (2014), Metodología de la investigación científica. México, Editorial Mc Graw Hill
- Hernández, Fernández y Baptista (2006), Metodología de la investigación, Cuarta edición, México, Editorial Mc Graw Hill
- Hidalgo (2005), Confiabilidad y Validez en el contexto de la investigación.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “NIVEL DE CONOCIMIENTO TEORICO DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN LOS CADETES DE TERCER AÑO ESPECIALIDAD MAQUINAS DE LA ESCUELA NACIONALDE MARINA MERCANTE ALMIRANTE NIGUEL GRAU, 2020”

| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLE DESCRIPTORA | METODOLOGIA |
|--|--|---|---|---|
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPOTESIS GENERAL | | |
| <p>¿Cuál es el nivel de conocimiento teórico del Mantenimiento Predictivo en los cadetes del tercer año especialidad maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>1.- ¿Cuál es el nivel de Conocimiento teórico con respecto al Análisis de Aceite en los cadetes de tercer año especialidad maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020?</p> <p>2.- ¿Cuál es el nivel de Conocimiento teórico con respecto al Análisis de Vibración en los cadetes de tercer año especialidad maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020?</p> | <p>Determinar el nivel de Conocimiento teórico del Mantenimiento Predictivo en los cadetes del tercer año especialidad maquinas de la Escuela de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>1.- Determinar el nivel de Conocimiento teórico con respecto al Análisis de Aceite en los cadetes del tercer año especialidad maquinas de la Escuela de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020</p> <p>2.- Determinar el nivel de Conocimiento teórico con respecto al Análisis de Vibración en los cadetes del tercer año especialidad maquinas de la Escuela de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020</p> | <p>El nivel de conocimiento teórico del Mantenimiento Predictivo en los cadetes del tercer año especialidad maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020 es Medio</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <p>1.- El nivel de conocimiento teórico con respecto al Análisis de Aceite en los cadetes del tercer año especialidad maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020 es Medio</p> <p>2.- El nivel de conocimiento teórico del Análisis de Vibración en los cadetes del tercer año especialidad maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020 es Medio</p> | <p>Nivel de Conocimiento Teórico del Mantenimiento Predictivo</p> <p>DIMENSIONES</p> <p>1.- Análisis de Aceite</p> <p>Indicadores</p> <p>a.- Definiciones Mantenimiento tipos</p> <p>b.- Conocimientos Técnicos</p> <p>c.- Equipos a Diagnosticar</p> <p>d.- Métodos de Diagnostico</p> <p>e.- Interpretacion</p> <p>f.- Monitoreo Resultados</p> <p>2.- Análisis de Vibración</p> <p>Indicadores</p> <p>a.- Conocimientos Técnicos</p> <p>b.- Equipo de Diagnostico</p> <p>c.- Pruebas y Resultados</p> <p>d.- Tendencias Vibracionales</p> <p>e.- Monitoreo de Resultados</p> | <p>Diseño Descriptivo</p> <p>De Corte Transversal</p> <p>Enfoque Cuantitativo</p> <p>Tipo No Experimental</p> <p>Población Cadetes de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020</p> <p>Muestra Cadetes del Tercer Año Especialidad Maquinas de la Escuela Nacional de Marina Mercante Almirante Miguel Grau, 2020 (21 cadetes)</p> |

Operacionalización de Variable Descriptora

| Variable Descriptora | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores |
|--|---|--------------------|--|
| Nivel de Conocimiento Teórico del Mantenimiento Predictivo | <p>EL Mantenimiento Predictivo con sus respectivas técnicas y midiendo parámetros de funcionamiento nos indicara las fallas que ocurrirán en un tiempo futuro. Usando sus técnicas como el Análisis de Aceite del equipo sabremos el desgaste de sus partes internas que tiene y de esa manera monitorear y tener conocimiento y avance del desgaste de los materiales que está constituido sus partes internas logrando tener un equipo controlado. Con la técnica de Análisis Vibración y sus pruebas se tendrá el conocimiento de los equipos que tengan mayor vibración, porque una vibración que es anormal en el equipo nos refleja un gran problema y por consiguiente futuras fallas.</p> | Análisis de Aceite | <ul style="list-style-type: none"> -Definiciones Mantenimiento-Tipos. -Conocimientos de Pruebas. -Equipo para Diagnostico. -Ventajas. -Métodos Diagnostico. -Interpretación de Resultados. -Tendencias y Monitoreo de resultados. |
| | | Análisis Vibración | <ul style="list-style-type: none"> -Definiciones. -Equipo para Diagnostico. -Equipos a Diagnosticar. -Ventajas. - Método para Diagnostico. -Prueba. -Interpretación Resultados. -Tendencias y Monitoreo de resultados. |

Preguntas para el Instrumento

1.- ¿Qué entiende por Mantenimiento?

- a) Son aquellos trabajos que se realizan con el fin de conservar y preservar el buen funcionamiento de los Equipos.
- b) Son aquellos trabajos que se realizan con el fin de conservar y preservar el buen funcionamiento de los Equipos y de esta manera dar más vida útil y reducir costos.
- c) Son aquellos trabajos que se realizan para que los Equipos operen bien.
- d) N.A

2.- Defina que es un Mantenimiento Predictivo?

- a) Son trabajos que se realizan basándose en conocer el estado de las piezas mediante la medición periódica de algún parámetro significativo.
- b) Son trabajos que se realizan antes del mantenimiento Preventivo.
- c) Son trabajos que se realizan para mantener el Equipo operativo.
- d) N.A

3.- ¿Cuáles son las Ventajas del Mantenimiento Predictivo?

- a) Aumenta la performance de los equipos y los costos bajan.
- b) Mayor disponibilidad, fiabilidad de los equipos y una mayor reducción de los costos.
- c) Mayor duración de los equipos y reducción de los costos.
- d) N.A

4.- ¿Qué Técnicas usa el Mantenimiento Predictivo?

- a) Termografía, Análisis de Aceite, Radiografía y Ultrasonido.
- b) Análisis de Vibración, Termografía, Ensayos No destructivo.
- c) Análisis de Aceite, Análisis de Vibración, Termografía y Ensayos No destructivos.
- d) N.A

S.- Marque que respuesta NO son los Beneficios del Mantenimiento Predictivo.

- a) Maximiza la vida útil de los equipos y Optimiza en costo, eficacia y calidad.
- b) Minimiza paradas improductivas de los equipos e identifica problemas potenciales.
- c) Predice con precisión cuando y porque intervenir un equipo y aumenta su fiabilidad.
- d) N.A

6.- ¿Cuáles son las etapas que preceden a una Falla?

- a) Defecto insipiente, deterioro, avería, daño generalizado y rotura.
- b) Defecto incipiente, daño incipiente, malestar del equipo, deterioro y daño general.
- c) Daño incipiente, parada del equipo, rotura, avería.
- d) N.A

7.- Marque la respuesta correcta acerca de la interpretación del diagrama.

- a) Si la falla P1 estaría por debajo de la falla P2 sería mejor.
- b) Si la falla P1 estaría antes de N tendría más tiempo para detectar la falla.
- c) Si la falla P1 se detecta con anticipación se tendría un mayor t1.
- d) N.A

8.- ¿Qué entiende por un Lubricante?

- a) Es un derivado del petróleo.
- b) Son aceites que se obtienen destilación en vacío.
- c) Es un aceite base más aditivos.
- d) N.A

9.- Mencione las funciones que tiene un Lubricante

- a) Lubricar y Refrigerar
- b) Limpieza, Sellado y Protección contra la corrosión
- c) Transmisor de Potencia y Aislamiento
- d) Todas son correctas

10.- Marque la respuesta correcta, de acuerdo a las Reglas básicas para seleccionar un Lubricante.

- a) A Mayor Velocidad – Mayor Viscosidad
- b) A Mayor Temperatura – Menor Viscosidad
- c) A Mayor Carga – Mayor Viscosidad
- d) Todas son correctas

11.- Defina la Propiedad de Untuosidad

- a) Propiedad que depende de la Viscosidad
- b) La Untuosidad es la propiedad que presenta mayor o menor Adherencia de los lubricantes a las superficies metálicas a lubricar

- c) Con esta propiedad se llega a la lubricación límite
- d) N.A

12.- ¿Qué es TBN de un lubricante?

- a) Es Total Base Number
- b) Mide la reserva de la acidez en un lubricante
- c) Se expresa en gramos de KOH
- d) N.A

13.- ¿Cuál es la clasificación de los Aditivos?

- a) Aditivos Mejoradores del Índice de Viscosidad
- b) Aditivos Anticorrosivos y Antioxidantes
- c) Aditivos Detergentes Dispersantes
- d) Aditivos Retardadores de la Degradación y Mejoradores cualidades Físicas

14.- Marque la respuesta correcta clasificación del lubricante por su grado Viscosidad

- a) Sintéticos
- b) CF-4
- c) SH-6
- d) Monogrados y Multigrados

15.- En un análisis de lubricante cuales son los parámetros que se monitorean?

- a) Densidad, Peso específico, viscosidad, contenido hollín y agua en %
- b) Viscosidad, TAN, TBN, Flash Point, Agua, Hollín y Índice viscosidad
- c) Viscosidad, TAN, TBN, Flash Point, Agua, Hollín, Índic. Viscosidad y Desgaste metales
- d) Todas son correctas

16.- Defina que es la Técnica de la Ferrografía?

- a) La Ferrografía consiste en la medición cuantitativa de la concentración de partículas ferrosas en una muestra de aceite
- b) Hasta 20 micras (μm) se consideran niveles normales de partículas en suspensión en la muestra de aceite
- c) La Ferrografía no es usado en un Análisis de Aceite
- d) N.A

17.- ¿Que entiende por Espectrometría?

- a) Es una técnica que se usa para detectar espectros diferentes medidas
- b) Es una técnica que se usa en laboratorio para el Análisis de Aceite
- c) Es la técnica que se basa en la interacción de la radiación electromagnética de los distintos materiales (metales en ppm) que están presentes en una muestra Aceite
- d) N.A

18.- Que Instrumento es usado para detectar partículas de metales por debajo de 10 micras en un Análisis de Aceite.

- a) La Tribología con sus técnicas
- b) El Ferrografo
- c) El Espectrógrafo
- d) Todas son Correctas

19.- ¿Por qué es importante usar la técnica de la Espectrometría?

- a) Para tener conocimiento de los Aditivos que tiene una muestra Aceite
- b) Para tener conocimiento del desgaste metales de piezas interiores del Equipo
- c) Para tener conocimiento de la Calidad que tiene una muestra Aceite
- d) N.A

20.- Es importante tener un monitoreo del Análisis de Aceite y cada cuanto tiempo se envía a laboratorio para sus respectivas pruebas

- a) Si, aproximadamente cada 2 meses
- b) No es necesario, cada 6 meses
- c) Si, cada 4 meses
- d) Si, cada 3 meses

21.- En que caso se cambiaría el aceite de un motor sin necesidad de un análisis de laboratorio

- a) Bajo su TBN
- b) Contiene un % mínimo de agua
- c) Contaminado con combustible
- d) N.A

22.- Porque es importante realizar un Análisis de Aceite

- a) Para saber cómo se encuentran sus componentes
- b) Para determinar si existe desgaste(metales) de sus partes interiormente
- c) Para determinar la calidad de aceite
- d) N.A

23.- De donde se toma la muestra de aceite para envió al laboratorio

- a) Del cárter de equipo
- b) Después del filtro
- c) Salida del equipo
- d) Descarga de la bomba

24.- Que elementos son contaminantes en el resultado de un Análisis de Aceite

- a) Aluminio, Cobre, Zinc, Sodio y Silicio
- b) Potasio, Boro, Vanadio, Cromo y Fierro
- c) Estaño, Plomo, Cobre, Sodio y Potasio
- d) Boro, Potasio, Silicio, Vanadio y Sodio

25.- Defina que entiende por Vibración

- a) Movimiento que tiene una frecuencia
- b) Movimiento armónico de muy pequeña amplitud
- c) Movimiento que oscila una onda durante un segundo
- d) Propagación de ondas elásticas produciendo deformaciones

26) Que entiende por Análisis de Vibración

- a) Es una técnica utilizada para identificar y predecir anomalías mecánicas en maquinas
- b) Son procesos que se realizan para determinar máxima vibración de una maquina
- c) a y b son correctas
- d) N.A

27.- ¿Cómo se llama el Sensor que se utiliza para el Análisis de Vibración en carcaza?

- a) Velocímetro
- b) Sonda de Desplazamiento
- c) Acelerómetro
- d) a y b son correctos

28.- ¿Cómo se llama el sensor que mide el Desplazamiento?

- a) Regleta
- b) Calibrador
- c) Proximetro
- d) a y b son verdaderos

29.- ¿Qué mediciones nos da un Analizador de Vibración?

- a) Velocidad de vibración y Desplazamiento de onda
- b) Aceleración onda y Desplazamiento de onda
- c) a y b correctas
- d) Desplazamiento de onda, Aceleración onda y Velocidad de vibración

30.- ¿El Sensor envía la vibración al CPU y este lo transforma en espectros que parámetro nos da la Severidad del problema que tiene la maquina?

- a) El Periodo de Onda
- b) La Frecuencia
- c) La Amplitud de la Onda

31.- El Analizador que mediante la medición de vibraciones que fallas puede detectar?

- a) Desalineamiento y Excesivo Flexión en Ejes
- b) Excentricidad de Rotores y Solturas Mecánicas
- c) Desbalance y Falta de Rigidez del Cimiento
- d) a, b y c son correcto

32.- Marque la respuesta correcta acerca de normas principales de Análisis de Vibración que se aplican para buques?

- a) 150-6950 (2000) Norma Vibracional para Estructura de Barcos
- b) 150-10816-6 (1995) Norma Vibracional para Motores Diesel
- c) 150-2072: Norma Vibracional para Máquinas Rotativas
- d) AN51 52.25 (2000) Norma Vibracional para Sistemas de Propulsión

33.- ¿Porque se monitorean los resultados de Análisis de Vibración de un equipo?

- a) Tener conocimiento de su vibración
- b) Conocer la tendencia de vibración
- c) Como historia simplemente
- d) N.A

VALIDACIÓN DE JUECES EXPERTOS

FICHA DATOS DE EXPERTO

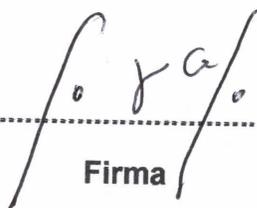
Nombre Completo: José Antonio Begazo Bedoya

Profesión: Oficial de Marina Mercante

Grado Académico: Doctor en Ciencias Marítimas

Características que lo determinan como experto

- Doctor en Ciencias Marítimas.
- Jefe de Máquinas.
- Experiencia como Jefe de Máquinas en Buques Petroleros en diferentes Empresas Navieras.
- Jurado de Sustentación de Tesis



Handwritten signature of José Antonio Begazo Bedoya, written in black ink over a horizontal dashed line.

Firma

DNI: 25540235

Fecha

**FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION POR CRITERIO DE
JUECES EXPERTOS**

| | CRITERIOS | INDICADORES | SI | NO |
|-----------|------------------------|--|-----------|-----------|
| 1 | Claridad | Esta formulado por lenguaje comprobable. | x | |
| 2 | Objetividad | Esta adecuado a las normas y principios descriptivos. | x | |
| 3 | Actualidad | Esta adecuado a los objetivos y necesidades reales de la investigación. | x | |
| 4 | Organización | Existe una organización lógica. | x | |
| 5 | Eficiencia | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales. | x | |
| 6 | Intencionalidad | Esta adecuado para valorar la variable de la hipótesis. | x | |
| 7 | Consistencia | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | x | |
| 8 | Coherencia | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores. | x | |
| 9 | Metodología | La estrategia responde a una metodología y diseño aplicado para lograr probar las hipótesis. | x | |
| 10 | Pertinencia | El instrumento muestra relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método descriptivo. | x | |

FICHA DATOS DE EXPERTO

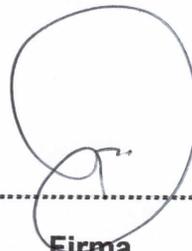
Nombre Completo: Zenaído Abraham Soldevilla Guerra

Profesión: Oficial de Marina Mercante

Grado Académico: Maestría en Administración Marítima, Portuaria

Características que lo determinan como experto

- 12 años de Experiencia como Jefe de Máquinas a bordo de Buques Tanques, buques Containeros y Buques de carga General.
- Ingeniero Mecánico Electricista CIP 44227.
- Director de Capacitación y Entrenamiento.
- 7 años de experiencia Docente en Universidades Nacionales y Privadas de Pregrado y Posgrado.
- 40 años de experiencia Profesional en diversos sectores, como Naviero, Hidrocarburos y Portuario.
- Jurado de Sustentación de Tesis



Firma

DNI: 08723814

Fecha

**FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION POR CRITERIO DE
JUECES EXPERTOS**

| | CRITERIOS | INDICADORES | SI | NO |
|-----------|------------------------|--|-----------|-----------|
| 1 | Claridad | Esta formulado por lenguaje comprobable. | x | |
| 2 | Objetividad | Esta adecuado a las normas y principios descriptivos. | x | |
| 3 | Actualidad | Esta adecuado a los objetivos y necesidades reales de la investigación. | x | |
| 4 | Organización | Existe una organización lógica. | x | |
| 5 | Eficiencia | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales. | x | |
| 6 | Intencionalidad | Esta adecuado para valorar la variable de la hipótesis. | x | |
| 7 | Consistencia | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | x | |
| 8 | Coherencia | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores. | x | |
| 9 | Metodología | La estrategia responde a una metodología y diseño aplicado para lograr probar las hipótesis. | x | |
| 10 | Pertinencia | El instrumento muestra relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método descriptivo. | x | |

FICHA DATOS DE EXPERTO

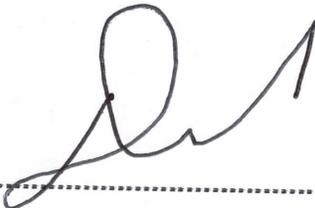
Nombre Completo: Duilio Edi De Vettori Flores

Profesión: Oficial de Marina Mercante

Grado Académico: Jefe de Maquinas

Características que lo determinan como experto

- Egresado de la ENAMM en 1980
- Jefe de Máquinas.
- Experiencia en Compañías Navieras Nacionales y extranjeras.
- Experiencia en tipos de Buques de Carga General, Graneleros, Petroleros, quimiqueros y Gaseros.
- Actualmente me desempeño como Jefe de Máquinas en la Compañía Transgas.



A handwritten signature in black ink, consisting of a large loop followed by a series of smaller loops and a final upward stroke, positioned above a horizontal dashed line.

Firma

DNI: 25620865

Fecha

**FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION POR CRITERIO DE
JUECES EXPERTOS**

| | CRITERIOS | INDICADORES | SI | NO |
|-----------|------------------------|--|-----------|-----------|
| 1 | Claridad | Esta formulado por lenguaje comprobable. | x | |
| 2 | Objetividad | Esta adecuado a las normas y principios descriptivos. | x | |
| 3 | Actualidad | Esta adecuado a los objetivos y necesidades reales de la investigación. | x | |
| 4 | Organización | Existe una organización lógica. | x | |
| 5 | Eficiencia | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales. | x | |
| 6 | Intencionalidad | Esta adecuado para valorar la variable de la hipótesis. | x | |
| 7 | Consistencia | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | x | |
| 8 | Coherencia | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores. | x | |
| 9 | Metodología | La estrategia responde a una metodología y diseño aplicado para lograr probar las hipótesis. | x | |
| 10 | Pertinencia | El instrumento muestra relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método descriptivo. | x | |

FICHA DATOS DE EXPERTO

Nombre Completo: Alfredo M. Álvaro Lévano

Profesión: Oficial de Marina Mercante

Grado Académico: Maestría en Administración Marítima, Portuaria y Pesquera

Características que lo determinan como experto

- Experiencia a bordo de Buques Tanques por 12 años, buques Containeros y Buques de carga General.
- Director Académico de Pregrado.
- Director de Capacitación y Entrenamiento.
- Docente de Pregrado y de Oficiales.
- Jurado de Sustentación de Tesis



Firma

DNI: 10636789

Fecha

**FICHA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION POR CRITERIO DE
JUECES EXPERTOS**

| | CRITERIOS | INDICADORES | SI | NO |
|-----------|------------------------|--|-----------|-----------|
| 1 | Claridad | Esta formulado por lenguaje comprobable. | x | |
| 2 | Objetividad | Esta adecuado a las normas y principios descriptivos. | x | |
| 3 | Actualidad | Esta adecuado a los objetivos y necesidades reales de la investigación. | x | |
| 4 | Organización | Existe una organización lógica. | x | |
| 5 | Eficiencia | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales. | x | |
| 6 | Intencionalidad | Esta adecuado para valorar la variable de la hipótesis. | x | |
| 7 | Consistencia | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | x | |
| 8 | Coherencia | Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variable e indicadores. | x | |
| 9 | Metodología | La estrategia responde a una metodología y diseño aplicado para lograr probar las hipótesis. | x | |
| 10 | Pertinencia | El instrumento muestra relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método descriptivo. | x | |