



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA FUNCIÓN MANTENIMIENTO EN EL SECTOR PESQUERO EN EL NORTE PERUANO

Carlos Sáenz-Torrico

Piura, octubre de 2016

FACULTAD DE INGENIERÍA

Departamento de Ingeniería Mecánico-Eléctrica

Sáenz, C. (2016). *Diagnóstico del estado de la función mantenimiento en el sector pesquero en el norte peruano* (Tesis de pregrado en Ingeniería Mecánico-Eléctrica). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Mecánico-Eléctrica. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una [licencia](#)
[Creative Commons Atribución-](#)
[NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](#)

**UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



“Diagnóstico del estado de la función mantenimiento en el sector pesquero en el norte peruano”

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Mecánico – Eléctrico

Carlos Joel Sáenz Torrico

Asesor: Mgtr. Ing. Jorge Yaksetig Castillo

Piura, Octubre 2016

Prólogo

Las empresas de todos los sectores económicos que están presentes en el Perú y el mundo se ordenan bajo estándares y políticas propias para alcanzar una alta competitividad.

Son muchas las formas de competir y lograr ser la mejor empresa en el sector económico al que pertenece y para alcanzar este objetivo todos los trabajadores de todas las áreas tienen que trabajar en conjunto. El área de mantenimiento desempeña un papel importante en la empresa, al igual que las demás áreas, pero hay un gran desconocimiento acerca de las labores que realiza e incluso muchos creen que actúa sólo cuando existe algún desperfecto.

Uno de los motivos que llevó a seleccionar este tema de tesis, es proporcionar información sobre la función del área de mantenimiento y su aporte en el beneficio de aumentar la rentabilidad en las empresas pesqueras de la Región Norte del Perú. Este diagnóstico se elaboró en el mes de enero de 2015 recopilándose información que revela el grado de desarrollo de las actividades de mantenimiento. Se escogió el sector pesquero por la importancia que reviste para esta región del país en cuanto al aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos del mar peruano.

Para concluir quisiera agradecer de manera especial al Mgtr. Jorge Yaksetig Castillo, en su calidad de asesor de mi tesis; al Ing. Ismael Sánchez por su apoyo con el uso de herramientas estadísticas. A los jefes del área de mantenimiento de las empresas que formaron parte de esta investigación y a mis amigos Guillermo Benites, Francisco Timaná y Tatiana Ordinola quienes me ayudaron en la recopilación y ordenamiento de datos.

Resumen

El mantenimiento es considerado uno de los últimos pilares sobre los cuales se sostiene la empresa para conseguir rentabilidad y competitividad. La falla de un activo crítico en una organización puede impactar negativamente en los indicadores técnico-económicos, hasta puede hacer cerrar sus actividades. Por esta razón la función mantenimiento debe ser considerada como una unidad de negocio en la organización y ser tratada como tal.

Para ello es necesario planificarla estratégicamente. El primer paso en este proceso es el compromiso de la dirección para, una vez logrado, conocer su estado actual a través de un cuestionario de evaluación de la gestión, en este caso, diseñado por Terry Wireman en Estados Unidos (2004) y traducido con ayuda del asesor, para finalmente ser validado mediante una prueba piloto realizada en el área de mantenimiento de la Universidad de Piura.

Posteriormente se aplicó dicho instrumento a los representantes del área de mantenimiento de una muestra de empresas del sector pesquero. Analizadas las respuestas, se obtuvo un gráfico radial promedio que reflejó el estado del área de dicho sector. Finalmente se ajustaron los datos mediante el método de Anderson-Darling, lo que permitió detectar: las fortalezas del mantenimiento y aquellos aspectos que requieren mejoras.

Índice

Introducción	1
Capítulo 1. El mantenimiento y su gestión	3
1.1. Breve historia del mantenimiento.....	3
1.2. La gestión del mantenimiento	7
1.3. Planeamiento estratégico del mantenimiento	7
1.3.1. Diagnóstico	7
1.3.2. Visión de Mantenimiento.....	7
1.3.3. Misión de Mantenimiento	8
1.3.4. Estrategias de Mantenimiento.....	8
1.3.4.1. Mantenimiento Correctivo	8
1.3.4.2. Mantenimiento Preventivo.....	9
1.3.5. Indicadores	12
1.3.5.1. Tiempo promedio de reparación (MTTR)	12
1.3.5.2. Tiempo promedio entre fallas (MTBF).....	12
1.3.5.3. Tiempo medio para falla (MTTF).....	12
1.3.5.4. Disponibilidad.....	12
1.3.6. Filosofías del mantenimiento	13
1.3.6.1. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)	14
1.3.6.2. Mantenimiento productivo total (TPM).....	15
Capítulo 2. Establecimiento de una línea base para la función mantenimiento	17
2.1. Tipos de diagnóstico.....	17
2.1.1. Diagnóstico de gestión:.....	17
2.1.1.1. Cuadro FODA	18
2.1.1.2. Cuestionario	18
2.1.2. Diagnóstico técnico:.....	19
2.2. Metodología.....	19
2.2.1. Preparación de cuestionarios.....	19
2.2.2. Validación de cuestionarios	20
2.3. Descripción del cuestionario	20

Capítulo 3. Diagnóstico de Mantenimiento	27
3.1. Cálculos previos.....	27
3.1.1. Universo o Población	27
3.1.2. Muestra.....	27
3.1.3. Cálculo de intervalo de confianza	28
3.1.4. Prueba de Anderson–Darling	29
3.1.5. Desigualdad de Tchebycheff	30
3.2. Resultados.....	31
3.2.1. Gráficas de probabilidad	31
3.2.2. Cuadro resumen.....	44
3.3. Aplicación de la encuesta	46
3.4. Resultados de la encuesta (Radar)	46
3.5. Análisis de los resultados.....	49
Capítulo 4. Situación actual del área de mantenimiento	51
Conclusiones	55
Recomendaciones	57
Palabras claves	59
Bibliografía	61
Anexos	65
Anexo N° 1: Cuestionario.....	67

Índice de figuras

Figura 1	: Organigrama hasta la década de los 1930	4
Figura 2	: Organigrama después de 1930	4
Figura 3	: Organigrama después de 1950	5
Figura 4	: Organigrama después de 1966	5
Figura 5	: Organigrama después de 1980	6
Figura 6	: Gráfica de probabilidad de OM.....	32
Figura 7	: Gráfica de probabilidad de PC.....	33
Figura 8	: Gráfica de probabilidad de las OTMs.....	34
Figura 9	: Gráfica de probabilidad de P&S.....	34
Figura 10	: Gráfica de probabilidad de Mprev.....	35
Figura 11	: Gráfica de probabilidad de IM.....	36
Figura 12	: Gráfica de probabilidad de CMMS.....	36
Figura 13	: Gráfica de probabilidad de CO.....	37
Figura 14	: Gráfica de probabilidad de RM.....	38
Figura 15	: Gráfica de probabilidad de Mpred.....	39
Figura 16	: Gráfica de probabilidad de IC.....	40
Figura 17	: Gráfica de probabilidad de PG.....	40
Figura 18	: Gráfica de probabilidad.....	41

Figura 19	: Gráfica de probabilidad de MCCA.....	42
Figura 20	: Gráfica de probabilidad de CM.	43
Figura 21	: Gráfica de probabilidad de GD.....	43
Figura 22	: Puntuación promedio de todas las empresas.	46
Figura 23	: Puntuación de cada una de las 6 empresas comparada con el promedio total.....	47
Figura 24	: Intervalo de confianza de los 16 aspectos.	48
Figura 25	: Puntuación de los 16 aspectos en porcentaje.....	49

Índice de Tablas

Tabla 1	:	Ejemplo de un cuadro FODA del área de mantenimiento.	18
Tabla 2	:	Parámetros estadísticos establecidos.	28
Tabla 3	:	Parámetros estadísticos seleccionados.	28
Tabla 4	:	Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para OM.	31
Tabla 5	:	Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para PC.	32
Tabla 6	:	Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para OTM.	33
Tabla 7	:	Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para P&S.	34
Tabla 8	:	Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para Mprev.	35
Tabla 9	:	Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para IM.	35
Tabla 10	:	Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para CMMS.	36
Tabla 11	:	Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para CO.	37
Tabla 12	:	Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para RM.	38
Tabla 13	:	Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para Mpred.	38

Tabla 14	: Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para IC.	39
Tabla 15	: Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para PG.	40
Tabla 16	: Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para OEF.....	41
Tabla 17	: Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para MCCA.	42
Tabla 18	: Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para CM.	42
Tabla 19	: Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para GD.	43
Tabla 20	: Datos obtenidos, cálculo de desviación, prueba de Anderson-Darling y nivel de confianza para los 16 aspectos.....	45
Tabla 21	: Criterios de calificación.	49
Tabla 22	: Actitud de la gestión corporativa.....	51
Tabla 23	: Estado organizacional de mantenimiento	52
Tabla 24	: Solución de problemas de mantenimiento.....	52
Tabla 25	: Calificación y entrenamiento del personal de mantenimiento.....	53
Tabla 26	: Informaciones de mantenimiento y desarrollo de acciones	54
Tabla 27	: Resumen de la posición de mantenimiento dentro de la empresa	54

Introducción

Desde al año 2009 hasta el año 2013 la economía nacional tuvo tasas de crecimiento destacables. Sin embargo durante los dos últimos años (2014-2015) las tasas de crecimiento han sido menores. El Departamento de Piura ha sido uno de los motores de este crecimiento, debido a que cuenta con variedad de recursos (hidrocarburos, minería, pesca y agricultura). Especialmente el sector pesquero ha sido liderado por Piura. Según datos de la Cámara de Comercio y Producción de Piura se ha obtenido la más alta producción de productos pesqueros y harina de pescado a nivel nacional, valorizado en US\$ 140 y US\$ 130 millones respectivamente.

Sin embargo, a pesar de estos indicadores la producción en el sector pesquero de Piura sigue siendo reducida, es de escasa calidad y presenta poco valor agregado. Las industrias del sector tienen la oportunidad de realizar eficientes procesos con el objetivo de obtener mayor valor agregado y elevar la calidad.

Una de las oportunidades de mejora es el uso eficiente de sus activos. En ello se enfoca la función mantenimiento cuyo objetivo es alcanzar la máxima disponibilidad al mínimo costo de los equipos durante periodos de extracción.

Con el fin de encaminarse hacia un mantenimiento adecuado y oportuno, la empresa debe conocer la situación actual de sus activos en el aspecto técnico y la situación administrativa del proceso de mantenimiento. Ésta premisa, que es punto de partida para un planeamiento estratégico fue clave para inducir al autor a llevar a cabo un “Diagnóstico del estado de la función de mantenimiento en el sector pesquero en el norte peruano”, específicamente en Piura, en enero del 2015.

Para ello se aplicó una encuesta a una muestra de empresas del sector pesquero cuyo resultado permitió emitir recomendaciones para la mejora de la función mantenimiento. Ciertamente mejorando el mantenimiento mejorará la rentabilidad empresarial.

Capítulo 1.

El mantenimiento y su gestión

El mantenimiento es el medio que tiene toda empresa para conservar operable con el debido grado de eficiencia y eficacia sus activos. Sus actividades deben estar alineadas con la misión, visión y objetivos de la empresa. Sus objetivos son:¹

- Asegurar que la fracción de tiempo de la planta en operación sea el adecuado (Disponibilidad).
- Garantizar que la planta no tenga fallas inesperadas (Confiabilidad).
- Garantizar que cuando ocurra una falla esta sea solucionada lo más rápido posible (Mantenibilidad).
- Asegurar que la vida útil de los activos sea lo más larga posible.
- Optimizar los recursos que le asigna la empresa.²

Uno de los pilares más importantes para disminuir las interrupciones imprevistas de los activos es la planeación y control de las tareas de mantenimiento. Esta influye directamente en la disponibilidad y confiabilidad, y mejora la productividad, optimiza los tiempos de la cuadrilla de mantenimiento y reduce colas de espera de los equipos que aguardan mantenimiento³.

1.1. Breve historia del mantenimiento

En los comienzos de la industria, el objetivo era obtener la máxima rentabilidad para una inversión. Con el paso del tiempo, la demanda empezaba a ser mayor. Los productos eran requeridos bajo ciertos estándares de calidad.

El mantenimiento tuvo que organizarse de una manera diferente, surgió la necesidad de formar equipos de trabajo para efectuar reparaciones en máquinas en servicio en el menor tiempo posible. Se implementó un órgano subordinado a operaciones para realizar trabajos de mantenimiento básico, conocido como “mantenimiento correctivo”. En la figura N°01 se muestra el mantenimiento como un área subordinada a operaciones.

¹ (Muñoz Abella, s.f)

² (Knezevic, 1996)

³ (Pérez López, 2013)



Figura 1. Organigrama hasta la década de los 1930⁴.

Fuente: (Tavares & Bernal, Administración moderna de mantenimiento).

Luego de la década de 1930 las industrias necesitaban aumentar enormemente la producción. La alta administración empezó a preocuparse, no solamente de corregir fallas sino también de evitar que ocurran, razón por la cual el personal técnico de mantenimiento comenzó a desarrollar el proceso de prevención de averías que, juntamente con la corrección, completaban el cuadro general de Mantenimiento, formando una estructura tan importante al nivel de operación. En la figura N°02 se muestra la estructura antes mencionada.



Figura 2. Organigrama después de 1930⁴.

Fuente: (Tavares & Bernal, Administración moderna de mantenimiento).

Después de la década de 1950 los gestores de mantenimiento observaron que, en muchos casos, el tiempo empleado para diagnosticar las fallas era mayor que el tiempo empleado en la ejecución de la reparación, y seleccionaron grupos de especialistas para conformar un órgano asesor que se llamó ingeniería de mantenimiento y recibió las funciones de planificar y controlar el mantenimiento preventivo analizando causas y efectos de las averías. En la figura N°03 se muestra la estructura antes mencionada.⁴

⁴ (Tavares & Bernal, Administración moderna de mantenimiento)

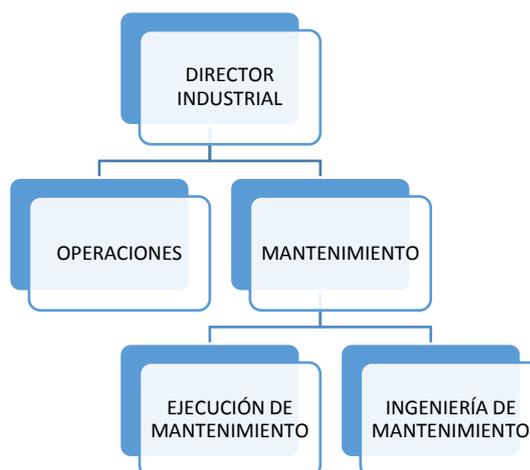


Figura 3. Organigrama después de 1950⁴.

Fuente: (Tavares & Bernal, Administración moderna de mantenimiento).

A partir de 1966 irrumpió la computación y se fortalecieron las Asociaciones de mantenimiento. La ingeniería pasó a desarrollar criterios de predicción, conocido como “mantenimiento predictivo”, con el objetivo de optimizar el desempeño de los grupos de ejecución del mantenimiento. Asimismo se implementaron métodos de planificación y control de mantenimiento (PCM), reduciendo las tareas burocráticas de los ejecutantes del mantenimiento y se implementó grupos de trabajo que estudiaban fallas crónicas. En la figura N°04 se muestra la estructura antes mencionada.



Figura 4. Organigrama después de 1966⁴.

Fuente: (Tavares & Bernal, Administración moderna de mantenimiento).

Después de 1980 mantenimiento desarrolla y procesa sus propios programas computacionales que permiten procesar la información a través de una computadora central, interconectada e integrada con las demás áreas.

Muchas empresas competitivas consideran a la función planificación y control del Mantenimiento (PCM), como un área de asesoramiento a la supervisión general de producción, ya que influye también en el área de operación. En la figura N°05 se muestra la estructura antes mencionada.



Figura 5. Organigrama después de 1980⁴.

Fuente: (Tavares & Bernal, Administración moderna de mantenimiento).

Estas etapas evolutivas del Mantenimiento Industrial se caracterizaron por la Reducción de Costos y por la Garantía de la Calidad (a través de la confiabilidad y la productividad de los equipos) y cumplimiento de los tiempos de ejecución (a través de la disponibilidad de los equipos).⁴

Los profesionales de mantenimiento son cada vez más exigidos, en la atención adecuada de los activos, quedando claro que las tareas que desempeñan, se manifiestan como impacto directo o indirecto en el producto o servicio que la empresa ofrece a sus clientes.⁵ Por ello las exigencias actuales del mercado requieren personal: especializado para cada una de las tareas de mantenimiento y comprometido con las labores que desempeñan.⁶

⁵ (Navarro, 2004)

⁶ (Muñoz Abella, s.f)

1.2. La gestión del mantenimiento

La gestión moderna del mantenimiento incluye todas aquellas actividades técnicas y administrativas cuyo objetivo es alcanzar la máxima disponibilidad al mínimo costo⁷ dentro del marco de la prevención de accidentes y el respeto al medio ambiente.

El camino apropiado para el éxito de la gestión de mantenimiento es la planificación estratégica, la programación y el control de la ejecución del mantenimiento, además de la mejora continua.⁸

1.3. Planeamiento estratégico del mantenimiento

El mantenimiento al estar inmerso en la estructura empresarial debe alinearse con los objetivos de la empresa; en efecto una mala decisión en mantenimiento tendrá impacto en los objetivos empresariales. Por ello esta función debe planearse estratégicamente, proceso que tiene una serie de etapas, las cuales son: compromiso de la Dirección, diagnóstico, declaración de la visión y misión, implementación de estrategias y establecimiento de controles. Dichas etapas las describiremos a continuación

1.3.1. Diagnóstico

En toda actividad que se desee mejorar lo primero es saber su estado actual, entonces hay que establecer los mecanismos para medirlo, esto es, hay que hacer un diagnóstico.

Evaluar la gestión de mantenimiento en una empresa es un proceso de análisis del estado actual de tal función para identificar sus fortalezas y debilidades. El resultado permitirá: validar estrategias internas y establecer oportunidades de mejora, asimismo servirá como estímulo y compromiso para todas las áreas, disminuirá los conflictos entre ellas y mejorará la comunicación entre los técnicos, supervisores y directivos.⁹ Esto es posible aplicando diversas herramientas, una de las cuales se aplicará en este estudio.

1.3.2. Visión de Mantenimiento

Visión es “el camino al cual se dirige la empresa a largo plazo y sirve de rumbo y aliciente para orientar las decisiones estratégicas de crecimiento junto a las de competitividad”.¹⁰

⁷ (Standardization), 2001)

⁸ (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, & Crespo, 2013)

⁹ (SPM Ingenieros S.A., 2015)

¹⁰ (Fleitman, 2000)

Un gestor de mantenimiento deseará que su área sea reconocida como la mejor y más confiable, esto se logrará paso a paso en el tiempo al objeto de ayudar a la empresa a mantener la competitividad en el mercado, mejorando continuamente su calidad, con los más altos estándares de seguridad y respeto al medio ambiente.

1.3.3. Misión de Mantenimiento

Misión es considerado como “un importante elemento de la planificación estratégica” porque a partir de ésta se formulan objetivos detallados que son los que guiarán a la empresa u organización.¹¹

Para el gestor de mantenimiento su misión es mantener los activos operando con un servicio de calidad que permita incrementar la productividad, promueva el trabajo en equipo en todas las áreas, mantenga un ambiente saludable, que no atente con el medio ambiente y respeto a la legislación vigente para cumplir los objetivos organizacionales.

1.3.4. Estrategias de Mantenimiento

Una estrategia de mantenimiento es el conjunto de acciones para identificar, recopilar, desarrollar e implementar una adecuada gestión del mantenimiento en una empresa desde la concepción de un activo hasta su enajenación, es decir durante todo su ciclo de vida y ello implica una serie de tareas básicas y especializadas.¹²

La estrategia de mantenimiento señala el rumbo a seguir para garantizar el buen funcionamiento de los activos. Esto implica corregir, minimizar o en el mejor de los casos eliminar, las fallas, averías o defectos en máquinas o sistemas. Las estrategias que se describirán son: Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Proactivo.

1.3.4.1. Mantenimiento Correctivo

Este tipo de mantenimiento se activa cuando aparece de forma imprevista la falla o avería, con el fin de que el sistema averiado recupere su funcionalidad lo más pronto posible. Las actividades que se realizan en el mantenimiento correctivo típicamente son:

- Detección de la falla.
- Localización de la falla.
- Desmontaje del sistema.
- Recuperación o sustitución de la pieza averiada.
- Montaje del sistema.
- Prueba del sistema.
- Verificación del sistema.

¹¹ (Kotler & Armstrong, 2004)

¹² (García Garrido, Ingeniería del mantenimiento, 2015)

Este tipo de mantenimiento es más usado cuando el costo de la parada del sistema es menor que costo total de las acciones preventivas, tratando que sea lo más rápido posible para que la producción no se vea afectada. (Knezevic, 1996, pág. 52)

Tiene la ventaja de aprovechar al máximo la vida útil de los equipos, pero si la falla no se detecta a tiempo, el daño causado es no solo a la máquina sino también a la producción. Otro inconveniente, y uno importante, es que se debe tener repuestos de piezas importantes, lo cual normalmente no se da, para que no se vea afectada la producción. (Navarro, 2004, pág. 9)

1.3.4.2. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es el conjunto de actividades necesarias para reducir la probabilidad de falla de los sistemas o instalaciones, disminuir tiempos muertos, disminuir costos de reparación; así como maximizar la vida útil de los equipos y aumentar el beneficio operativo. Las actividades típicas de un mantenimiento de este tipo son:

- Desmontaje del sistema.
- Recuperación o sustitución del elemento o elementos con probabilidad de falla, o con alto grado de desgaste.
- Montaje del sistema.
- Pruebas del sistema.
- Verificación del funcionamiento del sistema.
- Documentación histórica detallada de toda actividad realizada en el sistema.

A estas actividades típicas debemos agregar otras como: revisiones periódicas, a intervalos fijos (cada cierto número de horas o cierto número de eventos que puedan generar un desgaste o falla), para evitar tiempos de parada y daños a los activos, con el objetivo de reducir: (Knezevic, 1996, pág. 53)

- Los costos de mantenimiento, como mano de obra o materiales, entre otros.
- La probabilidad de falla en el sistema.

El mantenimiento preventivo, así como el mantenimiento correctivo, tienen sus ventajas y desventajas. Una de las principales ventajas es:

- La reducción de paradas imprevistas del sistema, que pueden afectar a otras áreas, como el área de producción principalmente.

Las principales desventajas son:

- Se puede realizar sustituciones o cambios antes de que un elemento del activo alcance su vida útil.
- Al desmontar, cambiar el elemento de falla y montar de nuevo el sistema, se puede generar inestabilidad o irregularidades, por lo que se tienen que hacer pruebas.
- Aumento del inventario.
- Gastos de mano de obra, cuando el personal propio no está capacitado para operar con maquinaria o realizar pruebas requeridas. (Navarro, 2004, pág. 10)

a) Mantenimiento preventivo basado en el calendario:

El mantenimiento preventivo tiene dos variantes, una de ellas es el mantenimiento basado en el calendario, también llamado mantenimiento basado en el tiempo o mantenimiento periódico, consta de las actividades o tareas fijadas en un intervalo regulado por ciertos “relojes” que pueden ser:

- Tiempo (horas, semanas, días, etc).
- Eventos de encendido/apagado (interruptor termomagnético).
- Kilómetros recorridos (Neumáticos).
- Volumen de producción (Numero de barriles producidos).

Para realizar un reemplazo o reacondicionar los elementos de un sistema, independiente a su estado actual. La ventaja de este tipo de mantenimiento es que previene las fallas del sistema y sus consecuencias pero aumenta el costo de mantenimiento, pues a pesar de aumentar la vida útil de sistema, el elemento que se reemplaza o sustituye puede no llegar a su vida útil. (Knezevic, 1996, pág. 77)

b) Mantenimiento preventivo basado en la condición:

Tiene como objetivo, prevenir las fallas en elementos de un activo, mediante monitoreo, medición o análisis de parámetros para:

- Garantizar el buen funcionamiento del activo.
- Minimizar el tiempo muerto.
- Aumentar de la vida útil del sistema.

Este tipo de mantenimiento necesita de personal capacitado y adiestrado y hay un riesgo de falla entre el intervalo de monitoreo. (Knezevic, 1996, pág. 55)

Consiste en **predecir la ocurrencia de la falla (por eso se le conoce también como Mantenimiento Predictivo)** mediante el uso de un conjunto de técnicas y/o análisis para medir los aspectos específicos de deterioro. Estas técnicas o análisis son por ejemplo: ¹³

- **Análisis de vibraciones**, que consta de dos etapas: adquisición e interpretación de datos, los datos obtenidos a través de las mediciones realizadas al sistema, una vez obtenidos se identifica la causa y se busca solucionar el problema o falla de la forma más eficiente. ¹⁴
- **Termografía infrarroja**, sirve para detectar fallas sintomáticas, a través de herramientas como cámaras termográficas, sincronizador, lámparas, etc, midiendo la variación de temperaturas entre el sistema a analizar y el entorno. Tiene la ventaja de detectar fallas sin afectar la continuidad operativa del equipo. ¹⁵
- **Análisis de aceites**, se trata de un estudio a un sistema cuyo funcionamiento requiere de un lubricante, se realiza periódicamente con el objetivo de identificar y controlar los desgaste por fricción entre elementos del sistema. ¹⁶

Un complemento importante de esta estrategia es el uso de alarmas (sonoras, ópticas, etc), cuya activación determinará el momento de intervenir un activo. ¹⁷

- Alarmas fijas: Consiste en un nivel absoluto de referencia.
- Alarmas de cambio: Consiste en un nivel relativo de cambio en relación al histórico de referencia.

c) **Mantenimiento Proactivo:**

Es una estrategia basada en desarrollar métodos analíticos para identificar la causa raíz de las fallas en los sistemas. Esto no lo hace solo el gestor de mantenimiento sino un grupo de trabajo donde además están los operadores, los de seguridad, los abastecedores de repuestos, todos ellos comprometidos en solucionar de manera definitiva un problema que puede tener características crónicas. La solución puede llegar incluso a un rediseño del activo o del sistema lo cual permite aumentar el desempeño y vida del sistema y también aumentar el tiempo entre fallas. ¹⁸

¹³ (Harasin, 2013)

¹⁴ (Torres, Royo, & Rabanaque)

¹⁵ (Comunidad de Madrid, 2011)

¹⁶ (Altmann, s.f)

¹⁷ (Lorenzo Araujo, s.f.)

¹⁸ (SINAIS, 2013)

1.3.5. Indicadores

Un indicador es un parámetro cuya función es valorar una gestión. Para un gestor de mantenimiento es clave manejar indicadores para su departamento, que le permitan reevaluar las estrategias utilizadas en la operación de la planta.

En la gestión de mantenimiento existen tres indicadores claves de desempeño que deben manejarse para determinar el estado de sus equipos, estos son el Tiempo promedio de reparación (MTTR Mean Time To Repair), Tiempo Promedio entre fallas (MTBF Mean Time Between Failures) y Tiempo medio hasta la falla (MTTF Mean Time To Failure) y disponibilidad:

1.3.5.1. Tiempo promedio de reparación (MTTR)

Este indicador mide el tiempo que demora en restituir un elemento o elementos fallados del sistema que se encuentra fuera de servicio. Si el tiempo es largo, aumenta el costo de instalación debido a la inactividad del sistema. Este indicador representa la mantenibilidad del sistema que es la relación de horas que el sistema no está disponible y el número total de fallas.¹⁹

1.3.5.2. Tiempo promedio entre fallas (MTBF)

Este indicador es el más usado e indica la vida útil de un sistema, por eso es considerado el más importante en las empresas. Se entiende por MTBF a la relación entre el tiempo de operación de un sistema y el número de paradas del sistema (fallas), es decir, representa indirectamente la confiabilidad del sistema.²⁰

1.3.5.3. Tiempo medio para falla (MTTF)

Este indicador es de uso estadístico y está relacionado con los sistemas no reparables, pues indica el tiempo disponible u operativo, es decir el tiempo de operación total para que aparezca la primera falla. (Stanley, 2011)

1.3.5.4. Disponibilidad

Resume cuantitativamente el perfil de funcionalidad de un activo. La disponibilidad relaciona la mantenibilidad y la confiabilidad:²¹

¹⁹ (Stanley, 2011)

²⁰ (Pauro, s.f)

²¹ (Jimenez, 2011)

- **Disponibilidad operacional**, se define como la capacidad de un activo para que pueda realizar las funciones que el operador requiere por un determinado tiempo, asumiendo que los recursos dados sean los necesarios. En resumen es la relación porcentual entre el tiempo de funcionamiento y el tiempo total²². Se expresa de la siguiente manera:

$$A_{op} = \frac{UT}{UT + DT}$$

Donde:

- Up-Time (UP): Tiempo en que el sistema está disponible para el funcionamiento.
 - Down-Time (DT): Tiempo fuera de servicio imputable a causas técnicas.
- **Disponibilidad esperada o intrínseca**, se define como la disponibilidad donde sólo el efecto de la falla está presente. En general, el tiempo fuera de servicio de una instalación industrial durante cierto periodo es el resultado de la suma del tiempo debido a las intervenciones de mantenimiento preventivo y del tiempo debido a las operaciones de mantenimiento correctivo.²³

$$A_{esperada} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

1.3.6. Filosofías del mantenimiento

Son metodologías que se implantan para optimizar el mantenimiento. Se mencionará dos de estas: RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad) y TPM (Mantenimiento productivo total), los cuáles son distintas pero no opuestas, sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas.

Existe una diferencia fundamental entre éstas filosofías. El TPM considera a las personas y la organización como el centro del proceso y el RCM se basa en la función de un sistema, el análisis de fallas y en las medidas que se adoptarán para evitarlas.

El jefe de mantenimiento debe ser muy prudente en la elección de la filosofía a aplicar, tanto en el aspecto de oportunidad, como de adaptabilidad a las condiciones de la empresa, ya que puede ser la diferencia de éxito o fracaso en el proceso de gestión de activos en mantenimiento.

²² (Arata Andreani, 2009)

²³ (Arata Andreani, 2009)

1.3.6.1. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

El RCM es una filosofía de gestión de mantenimiento, en la cual un grupo multidisciplinario de trabajo se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento, en función de la criticidad de los activos de dicho sistema.

Con el RCM se consigue un conocimiento profundo de un sistema lo que permite preservar su funcionamiento, asegurando que el mantenimiento se realice en el momento correcto, por el personal capacitado y de la manera correcta. Con esto se logra además calidad del producto y servicio al cliente. Ésta técnica es más fácil de aplicar si los activos que están bajo control estén bien identificados, tanto en los aspectos de adquisición, montaje y ubicación, como respecto a los cambios, y que el historial para cada uno tenga los datos del tipo y duración de cada mantenimiento.²⁴

Con el RCM se logra además conservar la vida de los equipos críticos, fomentar la motivación del personal y el trabajo en equipo.

Existen siete preguntas básicas que se debe hacer en el RCM enfocadas en el sistema:

1. ¿Cuáles son las funciones?
2. ¿De qué forma puede fallar?
3. ¿Qué causa la falla?
4. ¿Qué sucede cuando falla?
5. ¿Cuáles son las consecuencias de la falla?
6. ¿Qué puedo hacer para prevenir o predecir la falla?
7. ¿Qué puedo hacer si no se puede predecir o prevenir la falla?

Estas preguntas son los pasos para aplicar el RCM, las cuatro primeras preguntas permiten identificar el problema, establecer objetivos y buscar información básica del equipo. La quinta pregunta muestra las consecuencias que podrían originar la falla y las dos últimas preguntas permiten realizar las estrategias de mantenimiento.²⁵

²⁴ (Tavares L. , Gestión de activos para el mantenimiento, 2011)

²⁵ (Paredes, Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, s.f)

1.3.6.2. Mantenimiento productivo total (TPM)

Esta filosofía está orientada a crear un sistema operativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, para prevenir pérdidas en todas las operaciones de la empresa.²⁶ Se introduce la idea de que los operarios de producción se ocupen de algunas tareas de mantenimiento tales como limpieza, lubricación, ajustes, reaprietes de tornillos y pequeñas reparaciones. Se pretende conseguir con ello que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina, siendo el objetivo último de conseguir cero averías. Por lo tanto se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano, en lugar de la tecnología.²⁷

El TPM presenta un concepto de “eficiencia operacional”, obtenida por el producto de tres indicadores: disponibilidad de equipos, rendimiento de los profesionales de operación y mantenimiento y la calidad de los servicios y productos. Este concepto es muy útil y utilizado para comparar las técnicas de mantenimiento entre empresas y sectores.²⁸

Los objetivos principales son:

- **Mejora de efectividad de equipos**, que está relacionada con los indicadores, pues desea aumentar el tiempo medio entre fallas, disminuir el tiempo medio para reparar, mejorar las habilidades de operación y reparación y reducir costos de mantenimiento.
- **Mejora de efectividad del sistema productivo**, también relacionada con los indicadores, pues busca lo mismo en el sistema productivo, busca mejorar la tecnología del mantenimiento, aumentar el trabajo en equipo de manera que aumente la productividad de las personas.
- **Mejora de la efectividad de la empresa**, Mantener los logros del MTBF altos, mejorar la capacidad innovadora de la empresa con una gestión integral del área de trabajo, mejorar la capacidad de autogestión y organización.

El TPM se basa en pilares para lograr esos objetivos, con el fin de lograr cero averías, cero defectos y cero accidentes. Los pilares son:²⁹

- Mejora Focalizada.
- Mantenimiento Autónomo.
- Mantenimiento Planeado.
- Capacitación.
- Control inicial.
- Mejoramiento para la calidad.
- TPM en los departamentos de apoyo.
- Seguridad, Higiene y Medio Ambiente.

²⁶ (Martínez Sánchez, 2009)

²⁷ (García Garrido, ¿Qué es el Mantenimiento Industrial?, 2013)

²⁸ (Tavares L. , Gestión de activos para el mantenimiento, 2011)

²⁹ (Paredes, Ingeniería del Mantenimiento e indicadores técnicos KPI - IDIA)

Capítulo 2.

Establecimiento de una línea base para la función mantenimiento

Cuando se empieza a implementar la planificación estratégica, después del compromiso de la dirección sigue la etapa en la cual es necesario conocer cómo está la gestión. Aquí cabe mencionar el paradigma: “Si no sabemos en donde estamos; cómo sabremos cuánto debemos gestionar”.

En la actualidad existen herramientas para evaluar toda gestión, incluida la de mantenimiento. Una de ellas es el diagnóstico que permita revelar aspectos claves y niveles de desempeño de la gestión y compararla con las mejores prácticas de acuerdo a los objetivos estratégicos.

El diagnóstico en gestión del mantenimiento contempla un conjunto de elementos medibles para identificar de manera detallada y objetiva el estado de madurez y capacidad de una compañía en el manejo de sus activos físicos sin importar su tamaño o actividad económica, convirtiéndose en una herramienta estratégica que define el éxito de una empresa. Identifica también las oportunidades de mejora y establece la línea base para la implementación de un programa de mantenimiento excelente.

El diagnóstico debe dar como resultado un conjunto de acciones que se deben priorizar y consolidar en un plan de trabajo. La Dirección debe proveer los recursos necesarios para desarrollarlas.

2.1. Tipos de diagnóstico

2.1.1. Diagnóstico de gestión:

El diagnóstico de gestión permite determinar el grado de excelencia de un departamento de mantenimiento y de su forma de gestionar.

Existe más atención en este tipo de diagnóstico, debido a la necesidad de obtener una alta productividad de los equipamientos de alto costo.

Identifica las causas por las que se ha llegado a un problema técnico determinado.³⁰ Las herramientas que suelen utilizarse son: El cuadro denominado Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) y la del cuestionario, que será la utilizada en este análisis.

2.1.1.1. Cuadro FODA

La sigla FODA, es una herramienta que analiza las fortalezas (factores críticos positivos con los que se cuenta), oportunidades, (aspectos positivos que podemos aprovechar utilizando nuestras fortalezas), debilidades, (factores críticos negativos que se deben eliminar o reducir) y amenazas, (aspectos negativos externos que podrían obstaculizar el logro de nuestros objetivos).³¹ Identificamos algunas fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas en la tabla N° 01.

Tabla 1. Ejemplo de un cuadro FODA del área de mantenimiento de las empresas pesqueras del norte peruano.

Fortalezas	Debilidades
F1: Personal experimentado F2: F3:	D1: Falta de presupuesto D2: D3:
Oportunidades	Amenazas
O1: Cursos de capacitación O2: O3:	Permanentes AP1: Services de mantenimiento AP2:
	Circunstanciales AC1: Repuestos para importar AC2:

Fuente: Elaboración propia.

Esta matriz es aplicable a una empresa, que desea mejorar su gestión, es una fotografía de un momento determinado del tiempo. Esta información permite "priorizar" las inversiones y colocar los mejores esfuerzos en aquellas áreas que representan las mejores oportunidades del negocio.

2.1.1.2. Cuestionario

El cuestionario es un instrumento utilizado para recopilar información; debe ser diseñado para poder cuantificarla y universalizarla y estandarizar el procedimiento del diagnóstico.

³⁰ (García, 2009)

³¹ (Arias, 2007)

Es un conjunto de preguntas acerca de la gestión del mantenimiento cuya finalidad es obtener un registro porcentual de satisfacción en cada uno de los aspectos en los que el área de mantenimiento interviene, es decir permite recibir del gestor de mantenimiento o del personal que trabaja al lado de la máquina (operadores) información valiosa que ayudará a mejorar la eficiencia, optimizar los recursos, economizar energía (agua, electricidad, gases y vapor) y emprender acciones de mejora³². Las respuestas a estas preguntas reflejan el estado actual del mantenimiento en una empresa.

Esta herramienta ha sido seleccionada para el diagnóstico de Mantenimiento en este estudio.

2.1.2. Diagnóstico técnico:

Es la evaluación del estado de una instalación. Es una fotografía técnica instantánea que permite estimar su desempeño en el futuro y la posibilidad de que sufra determinados percances. (Diaz Navarro, 1999). Su eficacia depende de la habilidad de la persona que lo realiza para encontrar puntos débiles (desgastes, averías, etc). Tiene en cuenta los puntos que se han degradado en la instalación, es decir identifica fallas potenciales. (García, 2009)

2.2. Metodología

Una vez determinada la metodología (cuestionario) se debe tener en cuenta dos aspectos importantes para llevarla a cabo: la preparación del cuestionario y su validez. A continuación se señala los criterios a tener en cuenta en cada uno de estos aspectos.

2.2.1. Preparación de cuestionarios

El cuestionario es un formulario que contiene preguntas y en el que se registran las repuestas de los encuestados. No es lo mismo hacer preguntas que hacer buenas preguntas. Las preguntas deben estimular el interés del encuestado, ser sencillas de responder, no ser redundantes y deben ser discretas, es decir que no ofenda al encuestado. Asimismo debe usar los términos adecuados al área que se está investigando.

Antes de aplicar un cuestionario se debe tener claro qué es lo que se quiere medir y para ello es importante tener conocimientos exactos y consultar con especialistas. En este caso se utilizará el cuestionario desarrollado por Terry Wireman en su libro *Benchmarking best practices in maintenance management*.

³² (Tavares L. , Gestión de activos para el mantenimiento, 2011)

El cuestionario a usar en este estudio tiene 16 aspectos³³, estos son:

- 1.- Organización del mantenimiento.
- 2.- Programas de capacitación en el mantenimiento.
- 3.- Órdenes de trabajo de mantenimiento.
- 4.- Planificación y programación de mantenimiento.
- 5.- Mantenimiento preventivo.
- 6.- Inventario de mantenimiento y compras.
- 7.- Mantenimiento asistido por computador.
- 8.- Compromiso (participación) de operaciones/servicios.
- 9.- Reportes de mantenimiento.
- 10.- Mantenimiento predictivo.
- 11.- Ingeniería de confiabilidad.
- 12.- Mantenimiento – Prácticas generales.
- 13.- Optimización económica financiera.
- 14.- Mejoramiento continuo en el cuidado de los activos.
- 15.- Contratación de mantenimiento.
- 16.- Gestión documental.

Cada aspecto contiene un conjunto de preguntas que exigen respuestas **dicotómicas** (2 valores posibles): Sí/No, Verdadero/Falso o **policotómicas** (adquiere más de 3 valores): Excelente/Bueno/Pobre/Muy pobre.³⁴

2.2.2. Validación de cuestionarios

El cuestionario fue traducido al español y validado, a través de una prueba piloto de manera tal que brindara información confiable acerca del estado del área de mantenimiento en las empresas donde se aplique. La aplicación del cuestionario fue realizada por un equipo de trabajo liderado por el suscrito. Previamente se capacitó a los miembros de equipo de trabajo para que tengan suficiente conocimiento de los conceptos técnicos y las preguntas fluyan naturalmente sin convertir el cuestionario en un interrogatorio.

2.3. Descripción del cuestionario

El cuestionario utilizado tiene 16 aspectos, cada uno de estos aspectos libera 10 preguntas, cada pregunta tiene una puntuación máxima de 4 y mínima de 0, donde 4 es perfecto, 3 es bueno, 2 es regular, 1 es pobre y 0 es inadecuado. La puntuación máxima por aspecto es de 40 puntos, pero se ha creído conveniente usar una escala de 0% a 100%. A continuación describimos lo que se busca investigar a través del cuestionario:

³³ (Wireman, 2010)

³⁴ (Arribas, 2004)

a) Organización de mantenimiento

Este aspecto muestra la estructura orgánica del mantenimiento, la descripción y asignación de tareas. Asimismo indaga acerca de ciertos ratios importantes como: supervisores/técnicos, planificadores/técnicos. Se pregunta acerca de la ubicación y disposición de áreas y la cantidad y calidad de las herramientas y equipos. Finalmente permite conocer si hay personal vinculado a salario con incentivos por producción.

b) Programas de capacitación

Este aspecto resalta la importancia del entrenamiento en el área de mantenimiento e identifica a la persona responsable de los programas de capacitación. Permite conocer la calidad y nivel de habilidad de los supervisores para determinar el tipo de entrenamiento que deben recibir. Además, de la formación de planificadores (planner) y detalla los temas de su entrenamiento. Se indaga acerca de la calidad y el nivel de habilidad de la cuadrilla de mantenimiento para establecer el tipo y la frecuencia con la que deben recibir entrenamiento.

c) Órdenes de trabajo de mantenimiento

OTM, es el documento usado para cualquier tipo de trabajo, de cada operación de mantenimiento y tiene un procedimiento específico. (Lorenzo Araujo, s.f.)

En este aspecto se conocen los porcentajes de horas-hombre de mantenimiento y los materiales que se requieren en cada OTM. Asimismo pregunta acerca del total de tareas realizadas por mantenimiento que están cubiertas por las OTMs y cuantas de ellas están vinculadas a un número de equipo / activo. Se identifica el porcentaje de las OTMs solicitadas como urgentes, además del plazo en que se cierran y cuantas se generan a partir de las inspecciones de mantenimiento preventivo. Las OTMs deben ser inspeccionadas por una persona calificada y tomadas en cuenta para el análisis de datos históricos.

d) Planificación y programación de mantenimiento.

Este aspecto identifica qué porcentaje de OTM que no sean solicitadas de manera urgente, son realizadas en las cuatro semanas siguientes a la fecha del requerimiento. Además, el porcentaje de OTM que presentan retrasos debido a planes pobres o incompletos. También, se pregunta acerca de la persona responsable de la planificación de las órdenes de trabajo y de la relación de subordinación entre los planificadores y supervisores.

Asimismo, indaga acerca de la frecuencia con la que se realiza la programación de los trabajos de mantenimiento y de las reuniones de coordinación entre mantenimiento y producción/servicios. Además, de las veces en las que se comparan las medidas reales con las estimaciones para monitorear la efectividad de la planificación. De igual forma, se dará a conocer para quienes está disponible la cartera de trabajos “backlog” de mantenimiento y el responsable en reportar el tiempo real, material, tiempo de inactividad y otro tipo de información cuando el trabajo ha sido completado.

e) Mantenimiento Preventivo

Este aspecto dará a conocer los elementos que incluye la estrategia de Mantenimiento Preventivo y el responsable en realizarla. Se indaga que porcentaje de los “Check List” de inspecciones/tareas son verificadas y qué porcentaje de órdenes de trabajo de acción correctiva se generan a partir del programa de inspección de Mantenimiento Preventivo. Asimismo, se pregunta sobre el porcentaje del equipamiento crítico de la planta que está cubierto por un programa de Mantenimiento Preventivo y qué proporción del programa de Mantenimiento Preventivo se verifica con el historial anual de un equipo para asegurar una buena cobertura. Además, se investiga el tiempo en el que se completa la estrategia de Mantenimiento Preventivo y si estos son revisados anualmente en lo que concierne al tiempo y estimación de material.

Permite conocer los aspectos que se toman en cuenta para determinar la frecuencia de una inspección de Mantenimiento Preventivo y el porcentaje de las inspecciones que incluyen información de seguridad, instrucciones detalladas de inspección, necesidades de material y las estimaciones de trabajo.

f) Inventario de mantenimiento

Este aspecto indaga acerca del porcentaje de veces que se encuentran en almacén los materiales cuando son requeridos por mantenimiento y la ubicación de este espacio. También examina que porcentaje de los artículos del inventario aparecen en el catálogo de mantenimiento, cómo es la denominación y distribución de los artículos; y qué área es responsable del stock de almacén. Asimismo, se consulta qué cantidad de artículos (nivel mínimo y máximo) del almacén están asociados a una OTM. Finalmente, permite conocer la periodicidad con la que se actualiza el stock del almacén.

g) Mantenimiento asistido por computadora

Un sistema CMMS es una plataforma Informática “Software”, que permite la gestión de mantenimiento de la empresa. Básicamente es una base de datos que contiene información sobre la empresa y sus operaciones de mantenimiento. Esta información sirve para que todas las tareas de mantenimiento se realicen de forma más segura y eficaz.³⁵

Este aspecto da a conocer qué porcentaje de las operaciones y actividades de mantenimiento usan CMMS. Asimismo si este sistema es usado para realizar las compras del inventario de almacén. También averigua la relación que guarda el sistema CMMS con: El sistema de programación de la producción, el sistema de planilla y el sistema financiero/contable. Finalmente se consulta acerca del porcentaje del personal de mantenimiento que usa el CMMS para realizar sus funciones con un alto nivel de eficiencia. Los datos CMMS están estructurados para facilitar el reporte, la toma de decisiones costo-efectivas además de verificar el progreso del retorno de la inversión (ROI).

³⁵ (Alulema, 2015)

h) Compromiso de operaciones/servicios.

En este aspecto se averigua el porcentaje del personal de operaciones y servicios que generan solicitudes de OTMs. La frecuencia con la que mantenimiento fija las OTMs de operaciones y las OTMs de servicios (instalaciones). Asimismo, se consulta si los Operadores y el personal del área de servicios son responsables del cuidado de los activos, de realizar el seguimiento de la OTM solicitada y firman la conformidad cuando esta finaliza. También se conocerá si el área de mantenimiento es invitada a participar de las reuniones de programación de producción. Finalmente se identificará el estado de la comunicación enfocada en los activos entre mantenimiento, operaciones, ingeniería y personal de servicios.

i) Reportes de mantenimiento

Este aspecto indaga acerca de la distribución de los informes de mantenimiento: la persona responsable de distribuirlos y en que momento del día lo realiza. Además del tipo de información que contiene: mantenimiento preventivo, personal, planificación, programación, inventario, compras y administrativo.

j) Manteniendo predictivo

En este aspecto se averigua las pruebas que debe realizar el área de mantenimiento como: el análisis de vibraciones, la termografía, el análisis de aceite y las técnicas de alarma para todos los activos (críticos y no críticos). Asimismo, se pregunta si la información obtenida se incluye en el historial y se vincula al Sistema Computarizado de Gestión de mantenimiento CMMS, además si esta sirve para mejorar el rendimiento y la vida útil de los activos. Se conocerá si el monitoreo basado en condición está incluido en este aspecto. Finalmente, se pregunta si los datos de mantenimiento predictivo son utilizados para generar órdenes de trabajo correctivas, si el trabajo predictivo se incluye como parte de la agenda de trabajo semanal y si se cuenta con el personal capacitado para la recopilación de estos datos.

k) Ingeniería de confiabilidad

Este aspecto indaga sobre la importancia que le da la organización a la ingeniería de confiabilidad, si se considera al RCM como una actividad que genera valor agregado y se identificará la presencia de métodos para medir su eficacia. Se investiga si el RCM se lleva a cabo en todos los activos y si esta metodología se utiliza para refinar el Programa de Mantenimiento Preventivo y Predictivo. Además, identifica que herramientas usa el RCM para realizar el análisis de fallas y poder identificarlas con precisión y consistencia. También, pregunta si el historial de órdenes de trabajo (OTMs) se considera en la identificación de la causa de fallas y si la organización cuenta con personal permanente para mantener ese programa.

l) Prácticas generales

En este aspecto se conocerá si la organización está enfocada en la optimización de los activos (equipos), las áreas que consideran la función de mantener en buen estado los activos como un valor agregado y el uso que se le da al sistema de recolección de datos de mantenimiento. Asimismo se indaga el porcentaje de la disponibilidad total del equipamiento, sobre las decisiones operacionales teniendo en cuenta la confiabilidad del equipo y acerca de la presencia de operadores que realizan labores de mantenimiento de primera línea en todas las áreas.

Se pregunta acerca de clases de entrenamiento en habilidades sociales (como las comunicaciones y liderazgo) que aseguren un mejor ambiente de trabajo y la presencia de personal adecuado para conducir las clases de adiestramiento técnico. Finalmente, permite conocer si el programa de mantenimiento cumple con los requisitos regulatorios y da a conocer a todos los miembros de la organización los efectos financieros de la confiabilidad de los equipos.

m) Optimización económica financiera

En este aspecto consulta sobre el reconocimiento del tiempo de inactividad (DT) y su costo para todos los activos. Además, se identificará con precisión y consistencia las causas de inactividad y los costos de mantenimiento. Se pregunta si están disponibles para el análisis y la toma de decisiones otros costos contribuyentes (energía, calidad, contratistas). Finalmente permite conocer la disponibilidad de la información financiera (costos de pérdida de eficiencia, costos financieros, compras del almacén y costos de adquisición).

n) Mejoramiento continuo en el cuidado de los activos

En este aspecto se conocerá la existencia de apoyo por parte de la dirección y de las áreas de la organización para desarrollar esfuerzos de mejora continua. Consulta cómo fue en el pasado el apoyo a los esfuerzos de mejora y si este se ha visto afectado cuando la empresa ha sufrido alguna reducción. Asimismo, indaga si estos esfuerzos se centran en el Retorno de Inversión (ROI) y están ligados a la ingeniería de confiabilidad (IC). Además, analiza cómo es el espíritu de cooperación entre la administración y los trabajadores para que ellos desarrollen sus habilidades. Finalmente, se examina si las fuerzas competitivas influyen en los esfuerzos de mejora continua.

o) Contratación de mantenimiento

Este aspecto muestra como es el proceso de solicitud de contrato, sobre quien recae la responsabilidad de la contratación de trabajo, que aspectos se tienen en cuenta al elaborar la lista de contratistas aprobados y qué importancia se le da a la seguridad del contratista. Se conocerá si la organización cuenta con un sistema de contratación que esté integrado o interconectado con las demás áreas y como es la relación entre el personal y el contratista. Asimismo, si la organización desarrolla un proceso de seguimiento de facturación. Finalmente permite conocer el nivel de supervisión de la ejecución de campo de subcontratación realizado por el propietario y se indaga si el sistema informático presenta funcionalidades de contratación, “Front end” y “Back end”.

p) Gestión documental

Este aspecto indaga acerca del sistema de gestión de documentos, si este cuenta con las capacidades detalladas de indexación y búsqueda e incluye planos técnicos (hechos a mano alzada o mediante CAD). Además, se llegará a conocer cuál es el intervalo de tiempo para la migración a un sistema de gestión de documentos completamente funcional y utilizable. También se consulta si existen en el sistema procedimientos de control de documentos y procesos de trabajo asociado, la cantidad de documentos incluidos en este sistema y quienes lo usan. Finalmente se conocerá como es la calidad y el nivel de los documentos de control, si los usuarios tienen accesibilidad a ellos y están capacitados para usar los procedimientos de gestión de documentos.

Capítulo 3. Diagnóstico de Mantenimiento

3.1. Cálculos previos

3.1.1. Universo o Población

La población (N) son todas las empresas Procesadoras y Exportadoras de productos hidrobiológicos del Norte del Perú. Sin embargo para el estudio se ha considerado aquellas que tuvieron importantes volúmenes de producción el año 2014 del orden de 2000 a 33800 toneladas que son aproximadamente 31.

3.1.2. Muestra

Para evaluar el comportamiento de una población no necesariamente se debe estudiar todos los componentes de ella. El análisis hecho solo a una fracción de ella (llamada muestra) puede dar resultados generalizables con un cierto grado de confianza. En este estudio se analiza una muestra representativa de la población considerada finita ($N < 100000$), cuyo tamaño se obtiene de la siguiente expresión.

$$n = \frac{z^2 pq N}{e_{max}^2 (N - 1) + z^2 pq}$$

Donde:

- N: tamaño de la población.
- Z: queda determinado por la confiabilidad que se desee.
- pq: será 0.25 en el peor de los casos (máximo valor que puede tener pq).
- e_{max} : es el máximo error muestral que se está dispuesto a cometer.

Se determina la muestra con los parámetros Z, pq y e_{max} más utilizados por la razón que permiten obtener una muestra representativa de la población. En la tabla N°02 se muestran los parámetros mencionados.

Tabla 2. Parámetros estadísticos establecidos.

N	Nivel de confianza %	Z	e_{max} %	pq	n
31	95	1,96	5	0,25	13

Fuente: Elaboración propia.

Se obtiene una muestra de 13 empresas las que deben estar incluidas en el estudio. Los criterios de elección fueron dos: a) La destacada participación en el mercado y b) la disposición para realizar el diagnóstico.

Después de una serie de coordinaciones sólo se tuvo acceso a 7 empresas lo que obligó a reformular los parámetros estadísticos. A continuación se tabulan los nuevos parámetros Z, pq y e_{max} que corresponden a la muestra de 7 empresas. En la tabla N°03 se muestran los parámetros mencionados.

Tabla 3. Parámetros estadísticos seleccionados.

N	Nivel de confianza %	Z	e_{max} %	pq	n
31	80	1,28	5	0,25	7

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. Cálculo de intervalo de confianza

Una vez seleccionadas las empresas se aplica el cuestionario de 16 aspectos. Para el caso que el aspecto a analizar siga una distribución normal, el intervalo de confianza (IC) de nivel $(1 - \alpha) \times 100\%$ viene obtenido de:

$$\mu \in \left\{ \bar{x} \pm t_{n-1; \alpha/2} \times \frac{S_{n-1}}{\sqrt{n}} \right\}$$

Donde:

- μ : media de la población
- n : Tamaño de la muestra.
- \bar{x} : Media muestral: Puntaje promedio de las empresas diagnosticadas, de cada aspecto.
- $t_{n-1; \alpha/2}$: t de student. Para $n-1=6$ y $\alpha = 0.05$, se obtiene de la tabla de valores t de Student $t=2.5706$.
- S_{n-1} : Desviación estándar de la muestra.

Conviene usar S_{n-1} para estimar σ . Este estimador de la desviación estándar de la población emplea $n-1$ como denominador. (Angulo Bustíos, 2005)

$$S_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

- i : Inicio de contador.
- n : Tamaño de la muestra.
- x_i : Puntaje obtenido de cada empresa, por aspecto.
- \bar{x} : Puntaje promedio de las empresas diagnosticadas, de cada aspecto.

Este cálculo se llevará a cabo, por cada uno de los 16 aspectos. Además, se obtendrá un gráfico radar, donde muestre el intervalo de confianza.

3.1.4. Prueba de Anderson–Darling

El estadístico Anderson-Darling mide la bondad de ajuste de los datos a una distribución específica. El valor del estadístico será menor en tanto mejor se ajuste la distribución a los datos.³⁶

Se puede utilizar el estadístico de Anderson-Darling para determinar si los datos satisfacen el supuesto de pertenecer a distribución normal para una prueba “ t ”. Las hipótesis para la prueba de Anderson-Darling son:

H_0 : Los datos siguen una distribución especificada
 H_1 : Los datos no siguen una distribución especificada

El estadístico de Anderson-Darling hace uso de un valor “ p ” igual a 0.05 que define si los datos provienen de una distribución normal. En efecto, si el valor “ p ” es mayor o igual que 0.05 entonces se acepta la hipótesis H_0 ; caso contrario, se acepta H_1 .

Esta prueba de bondad de ajuste es muy usada y se puede realizar mediante el software “*minitab*”. Esta prueba y la gráfica de probabilidad suelen ser las mejores herramientas para juzgar la normalidad, especialmente cuando se trata de muestras pequeñas. La prueba de Anderson-Darling compara la función de distribución acumulada empírica (ECDF) de los datos de la muestra con la distribución esperada si los datos fueran normales. Si la diferencia observada es adecuadamente grande, usted rechazará la hipótesis nula de normalidad en la población. (Minitab, 2016)

La ventaja de tomar la función densidad normal de probabilidad como modelo está en la facilidad de calcular probabilidades.³⁷ La distribución normal es una distribución continua que es definida por la media (μ) y la desviación estándar (σ). La media es el pico o centro de la curva en forma de campana. La desviación estándar determina la dispersión en los datos. Aproximadamente, el 95% está dentro de +/- 2 desviaciones estándar de la media.

³⁶ (Minitab, 2016)

³⁷ (Angulo Bustíos, 2005)

Un nivel de confianza de 95% por lo general es adecuado. Esto indica que 19 de 20 muestras (95%) de la misma población generarán intervalos de confianza que contendrán el parámetro de población. El nivel de confianza representa el porcentaje de intervalos que incluirían el parámetro de población si usted tomara muestras sucesivas de la misma población. Por lo tanto, si usted recogió cien muestras y creó cien intervalos de confianza de 95%, cabría esperar que aproximadamente 95 de los intervalos incluyeran el parámetro de población. (Minitab, 2016)

Esta prueba se llevó a cabo, para cada uno de los 16 aspectos del cuestionario para el diagnóstico de mantenimiento. Se usó el software Minitab, para realizar esta prueba, obteniéndose 16 gráficas, donde el eje “x” indica la puntuación y el eje “y” indica la probabilidad acumulativa.

3.1.5. Desigualdad de Tchebycheff

Para el caso que “x” no sea normal, se utilizará la desigualdad de Tchebycheff para dar una cota inferior al nivel de confianza del intervalo de μ .

Sea “X” una variable aleatoria de media μ y varianza infinita σ^2 , entonces para todo número real $k > 0$.

Según la desigualdad de Tchebycheff:

$$(|X - \mu| > k\sigma) \leq \frac{1}{k^2}$$

$$\sum f(x'_i) \leq \frac{1}{k^2}$$

El teorema de Tchebycheff puede aplicarse también a una muestra, con una distribución cualquiera. La interpretación es: “La fracción de elementos que se desvían de la media por lo menos k veces la desviación estándar, no es mayor que $1/k^2$.”³⁸

Este teorema se usará cuando la distribución de datos no cumpla con la condición $k > 0.05$, obtenido en la prueba de Anderson – Darling. Cuando se realice esta prueba se podrá confirmar que el intervalo de confianza es mayor de 85%. Este nuevo intervalo de confianza representa el porcentaje de intervalos que incluirían el parámetro de población si usted tomara muestras de la misma población una y otra vez. Por lo tanto, si usted recogió cien muestras y creó cien intervalos de confianza de 85%, cabría esperar que aproximadamente 85 de los intervalos incluyeran el parámetro de población.³⁹

³⁸ (Angulo Bustíos, 2005)

³⁹ (Minitab, 2016)

3.2. Resultados

El cuestionario, que servirá para definir la línea base de la gestión de mantenimiento en el sector pesquero, consta de 16 aspectos, a saber: Organización del Mantenimiento, Programas de capacitación, Órdenes de trabajo, Planificación y programación, Mantenimiento preventivo, Inventario y compras, Mantenimiento asistido por computador, Compromiso (participación) de operaciones / servicios, Reportes, Mantenimiento predictivo, Ingeniería de confiabilidad, Prácticas generales, Optimización económica financiera, Mejoramiento continuo en el cuidado de los activos, Contratación de mantenimiento y Gestión documental. Los resultados se muestran a continuación en sendos gráficos.

3.2.1. Gráficas de probabilidad

A continuación se muestra el **cálculo de desviación** y la **prueba de Anderson - Darling**, para cada aspecto del diagnóstico. Se usó las tablas desde el N°04 al N°19.

1.- Organización del mantenimiento (OM)

Tabla 4. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para OM.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
OM	31	21	30	33	26	29	17	26,71	2,19	>0,05	H ₀

Fuente: Elaboración propia.

Si se asume que x es obtenido de una distribución normal el intervalo de confianza (IC) de nivel 95%: $1 - \alpha = 0,95 \rightarrow \alpha = 0,05$

$$\mu \in \left\{ 26,7143 \pm 2,5706 \times \frac{2,1900}{\sqrt{7}} \right\}$$

$$\mu \in \{26,7143 \pm 2,1278\}$$

$$\mu \in \{24,5865; 28,8421\}$$

La hipótesis planteada se resuelve aplicando Anderson-Darling.

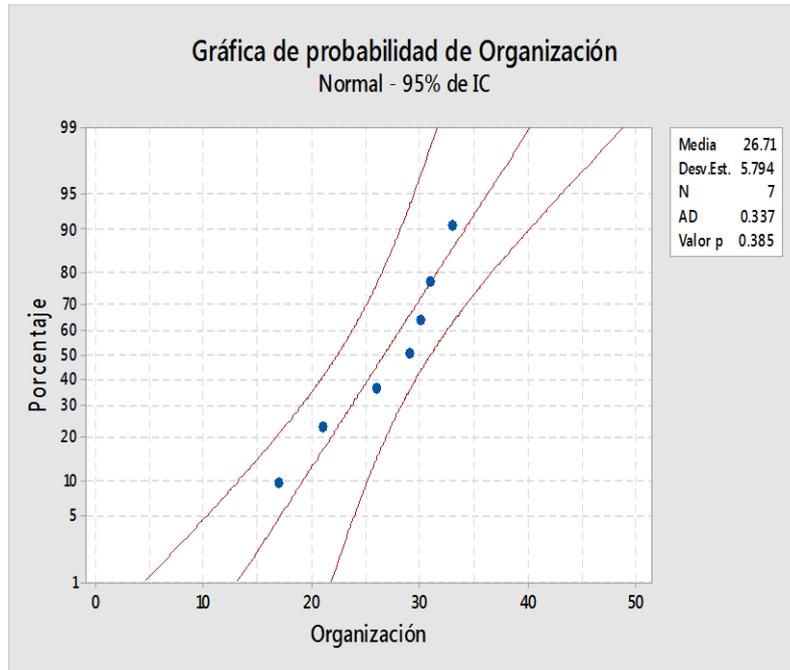


Figura 6. Gráfica de probabilidad de OM.
Fuente: Elaboración propia.

El valor p, es mayor que 0,05. Se acepta H_0 . Por lo tanto no podemos descartar la hipótesis de que nuestros datos hayan sido generados por una distribución normal.

2.- Programas de capacitación (PC)

Tabla 5. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para PC.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
PC	24	13	18	30	27	33	22	23,86	2,86	>0,05	H_0

Fuente: Elaboración propia.

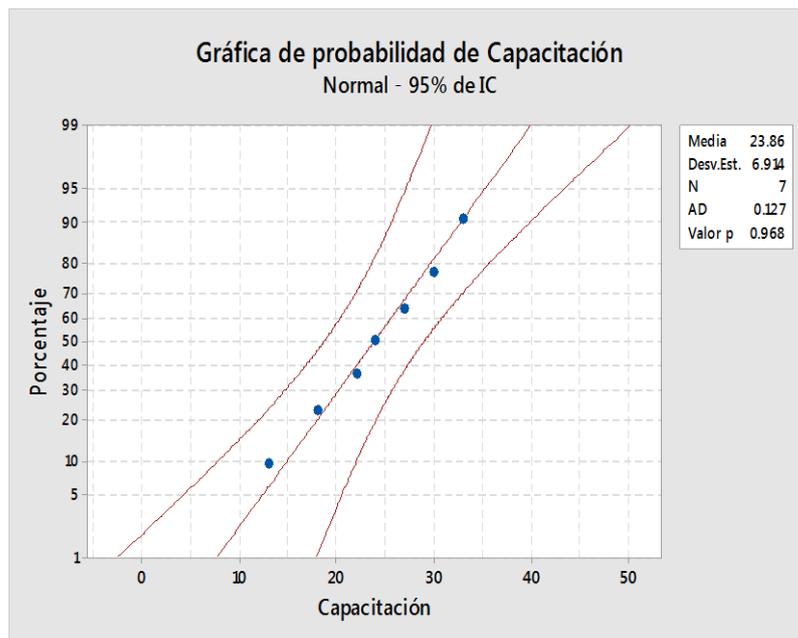


Figura 7. Gráfica de probabilidad de PC.
Fuente: Elaboración propia.

El valor p, es mayor que 0.05. Se acepta H_0 . Por lo tanto no podemos descartar la hipótesis de que nuestros datos hayan sido generados por una distribución normal.

3.- Órdenes de trabajo de mantenimiento (OTM)

Tabla 6. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para OTM.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
OTM	26	29	12	36	35	29	7	24,86	4,62	>0,05	H_0

Fuente: Elaboración propia.

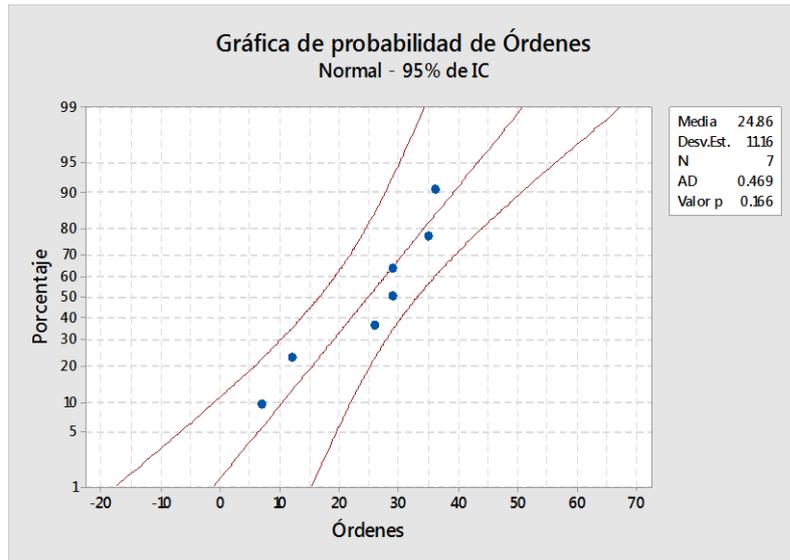


Figura 8. Gráfica de probabilidad de las OTMs.
Fuente: Elaboración propia.

El valor p, es mayor que 0.05. Se acepta H_0 . Por lo tanto no podemos descartar la hipótesis de que nuestros datos hayan sido generados por una distribución normal.

4.- Planificación y programación de mantenimiento (P&S).

Tabla 7. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para P&S.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
P&S	24	21	21	24	25	29	11	22,14	2,14	>0,05	H_0

Fuente: Elaboración propia.

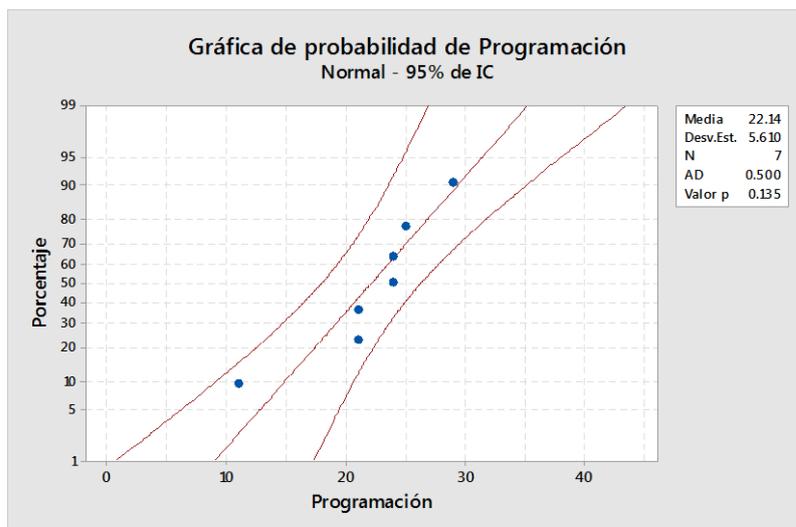


Figura 9. Gráfica de probabilidad de P&S.
Fuente: Elaboración propia.

El valor p , es mayor que 0.05. Se acepta H_0 . Por lo tanto no podemos descartar la hipótesis de que nuestros datos hayan sido generados por una distribución normal.

5.- Mantenimiento Preventivo (MPrev)

Tabla 8. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para Mprev.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
MPrev	32	27	26	32	30	29	16	27,43	2,09	>0,05	H_0

Fuente: Elaboración propia.

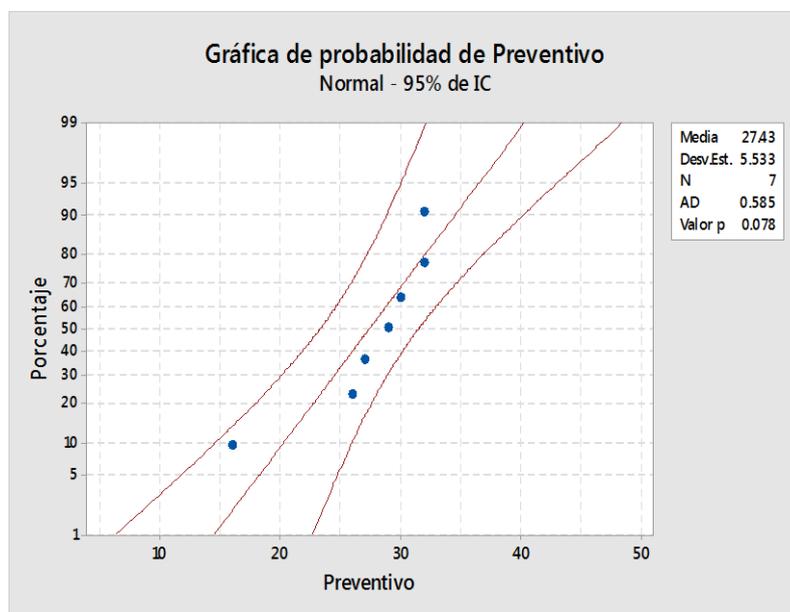


Figura 10. Gráfica de probabilidad de Mprev.

Fuente: Elaboración propia.

El valor p , es mayor que 0.05. Se acepta H_0 . Por lo tanto no podemos descartar la hipótesis de que nuestros datos hayan sido generados por una distribución normal.

6.- Inventario de mantenimiento (IM)

Tabla 9. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para IM.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
IM	17	22	14	27	29	30	13	21,71	2,71	>0,05	H_0

Fuente: Elaboración propia.

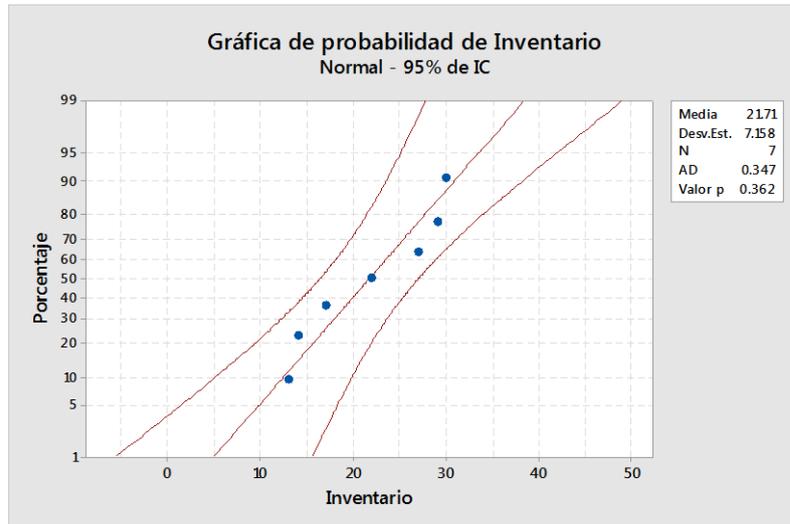


Figura 11. Gráfica de probabilidad de IM.

Fuente: Elaboración propia.

El valor p, es mayor que 0.05. Se acepta H_0 . Por lo tanto no podemos descartar la hipótesis de que nuestros datos hayan sido generados por una distribución normal.

7.- Mantenimiento asistido por computadora (CMMS)

Tabla 10. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para CMMS.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
CMMS	0	24	0	0	21	35	0	11,43	5,62	<0,05	H_1

Fuente: Elaboración propia.

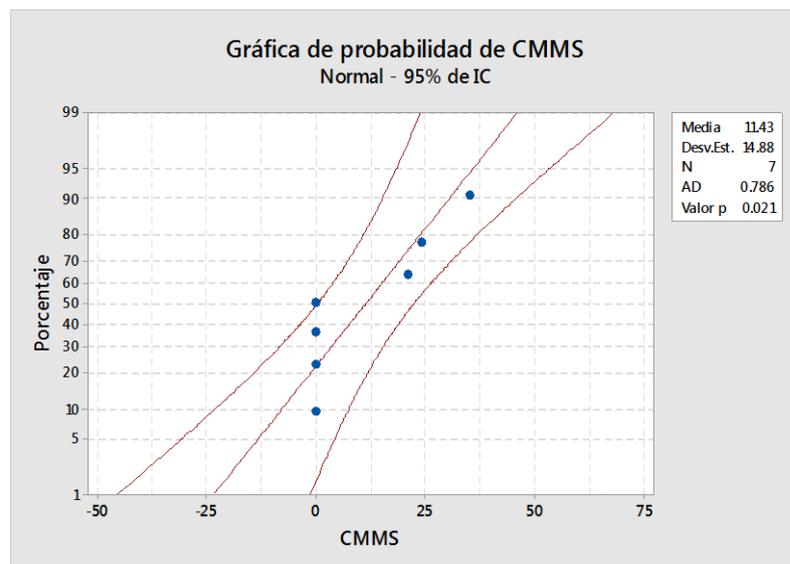


Figura 12. Gráfica de probabilidad de CMMS.

Fuente: Elaboración propia.

El valor p, es menor que 0.05. Se rechaza H_0 , se acepta H_1 . Por lo tanto no podemos confirmar que los datos han sido generados por una distribución normal.

Ya se confirmó que la muestra no ha sido generada de una distribución normal con un intervalo de confianza de 95%. En este caso se usa la desigualdad de Tchebycheff, que es aplicable a una muestra que es generada por cualquier tipo de distribución.

$$K=2.5706$$

$$1 - \frac{1}{k^2} = 0.84867\% \approx 85\%$$

En cualquier caso se puede confirmar el intervalo de confianza es mayor que 85%.

8.- Compromiso de operaciones (CO)

Tabla 11. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para CO.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
CO	36	25	14	34	39	36	24	29,71	3,40	>0,05	H_0

Fuente: Elaboración propia.

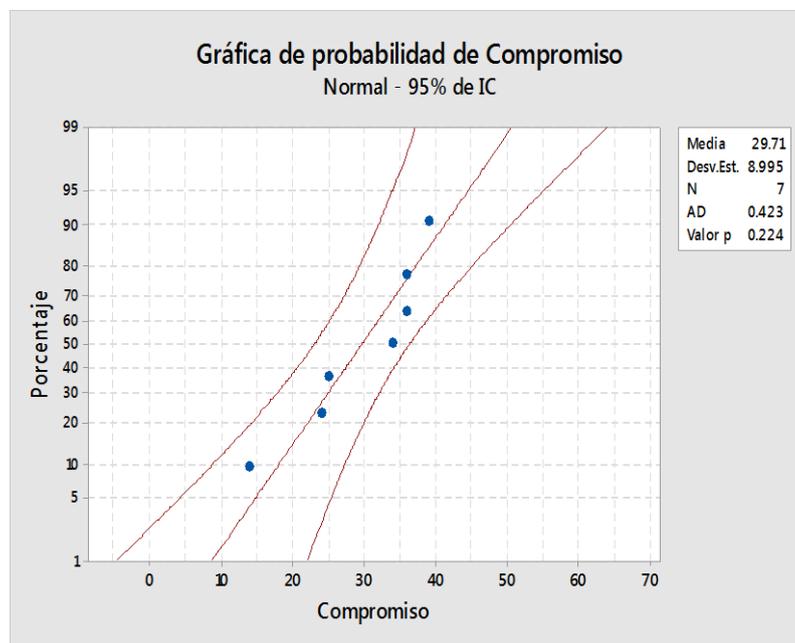


Figura 13. Gráfica de probabilidad de CO.

Fuente: Elaboración propia.

El valor p, es mayor que 0.05. Se acepta H_0 . Por lo tanto no podemos descartar la hipótesis de que nuestros datos hayan sido generados por una distribución normal.

9.- Reportes de mantenimiento (RM)

Tabla 12. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para RM.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
RM	14	13	10	20	11	19	11	14,00	1,51	>0,05	H_0

Fuente: Elaboración propia.

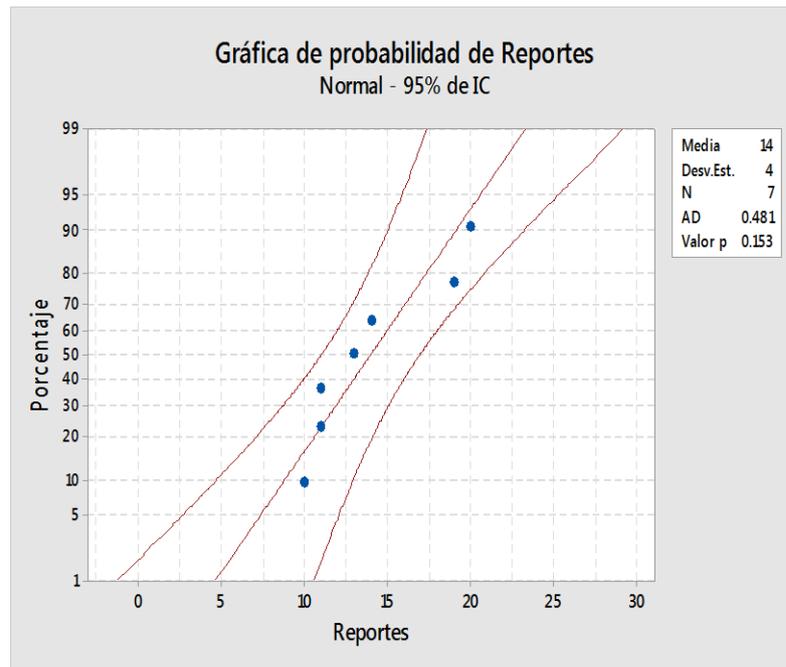


Figura 14. Gráfica de probabilidad de RM.

Fuente: Elaboración propia.

El valor p, es mayor que 0.05. Se acepta H_0 . Por lo tanto no podemos descartar la hipótesis de que nuestros datos hayan sido generados por una distribución normal.

10.- Mantenimiento predictivo (MPred)

Tabla 13. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para MPred.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
MPred	30	0	26	30	22	24	20	21,71	3,89	<0,05	H_1

Fuente: Elaboración propia.

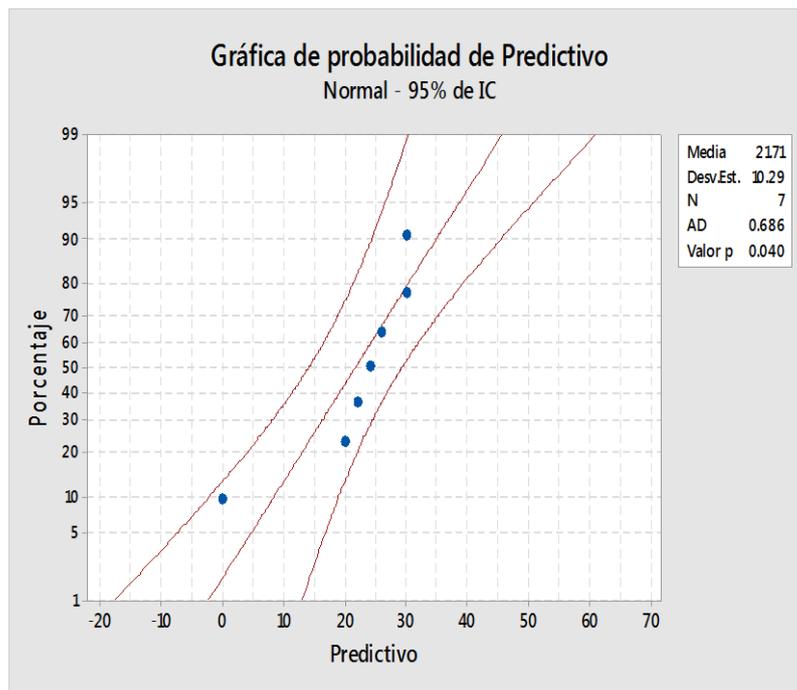


Figura 15. Gráfica de probabilidad de Mpred.
Fuente: Elaboración propia.

El valor p, es menor que 0,05. Se rechaza H₀, se acepta H₁. Por lo tanto no podemos confirmar que los datos han sido generados por una distribución normal.

Ya se confirmó que la muestra no ha sido generada de una distribución normal con un intervalo de confianza de 95%. En este caso se usa la desigualdad de Tchebycheff, que es aplicable a una muestra que es generada por cualquier tipo de distribución.

$$K=2,5706$$

$$1 - \frac{1}{k^2} = 0,84867\% \approx 85\%$$

En cualquier caso se puede confirmar el intervalo de confianza es mayor que 85%.

11.- Ingeniería de confiabilidad (IC)

Tabla 14. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para IC.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
IC	35	13	18	0	0	13	3	11,71	4,72	>0,05	H ₀

Fuente: Elaboración propia.

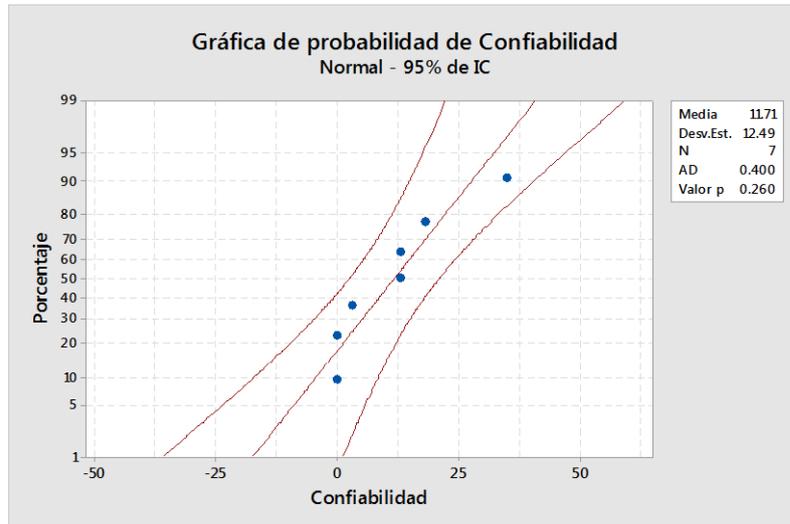


Figura 16. Gráfica de probabilidad de IC.
Fuente: Elaboración propia.

El valor p , es mayor que 0.05. Se acepta H_0 . Por lo tanto no podemos descartar la hipótesis de que nuestros datos hayan sido generados por una distribución normal.

12.- Prácticas generales (PG)

Tabla 15. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para PG.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
PG	18	17	17	15	15	35	10	18,14	2,98	<0,05	H_1

Fuente: Elaboración propia.

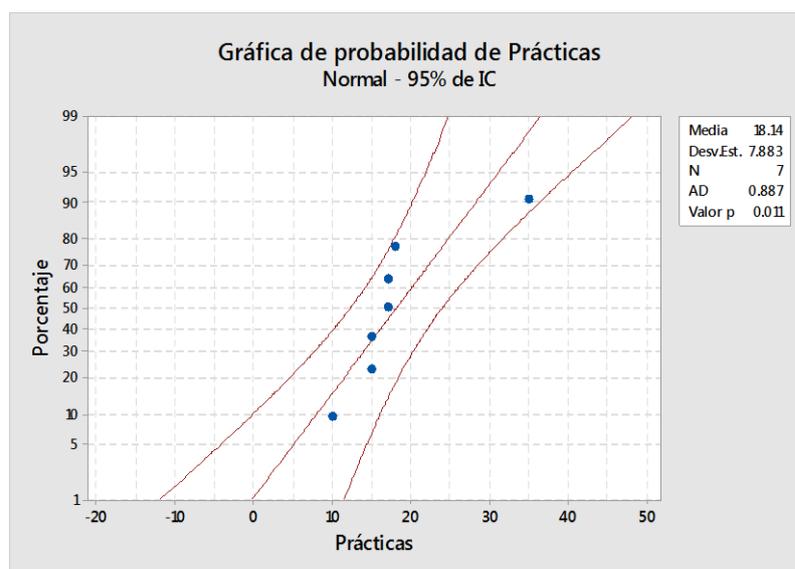


Figura 17. Gráfica de probabilidad de PG.
Fuente: Elaboración propia.

El valor p, es menor que 0.05. Se rechaza H_0 , se acepta H_1 . Por lo tanto no podemos confirmar que los datos han sido generados por una distribución normal.

Ya se confirmó que la muestra no ha sido generada de una distribución normal con un intervalo de confianza de 95%. En este caso se usa la desigualdad de Tchebycheff, que es aplicable a una muestra que es generada por cualquier tipo de distribución.

$$K=2,5706$$

$$1 - \frac{1}{k^2} = 0,84867\% \approx 85\%$$

En cualquier caso se puede confirmar el intervalo de confianza es mayor que 85%.

13.- Optimización económica financiera (OEF)

Tabla 16. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para OEF.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
OEF	33	34	28	29	18	35	16	27,57	2,90	>0,05	H_0

Fuente: Elaboración propia.

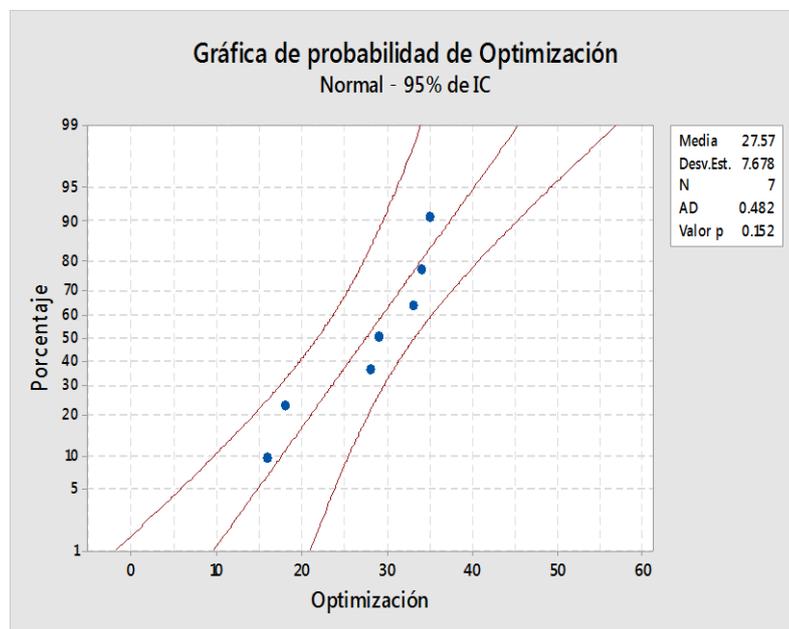


Figura 18. Gráfica de probabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

El valor p, es mayor que 0.05. Se acepta H_0 . Por lo tanto no podemos descartar la hipótesis de que nuestros datos hayan sido generados por una distribución normal.

14.- Mejoramiento continuo en el cuidado de los activos (MCCA)

Tabla 17. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para MCCA.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
MCCA	36	21	21	32	19	28	19	25,14	2,60	>0,05	H_0

Fuente: Elaboración propia.

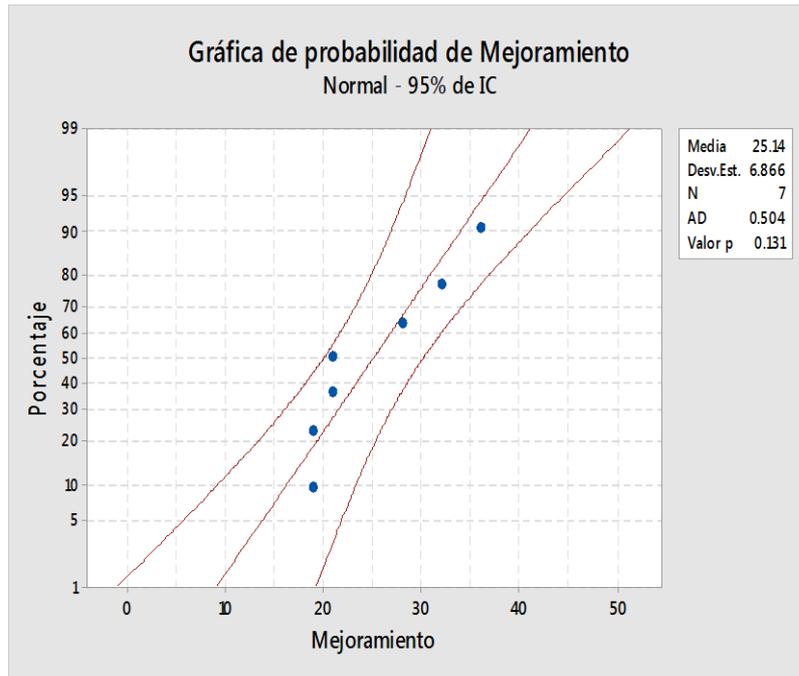


Figura 19. Gráfica de probabilidad de MCCA.

Fuente: Elaboración propia.

El valor p, es mayor que 0.05. Se acepta H_0 . Por lo tanto no podemos descartar la hipótesis de que nuestros datos hayan sido generados por una distribución normal.

15.- Contratación de mantenimiento (CM)

Tabla 18. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para CM.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
CM	28	24	23	30	32	24	17	25,43	1,90	>0,05	H_0

Fuente: Elaboración propia.

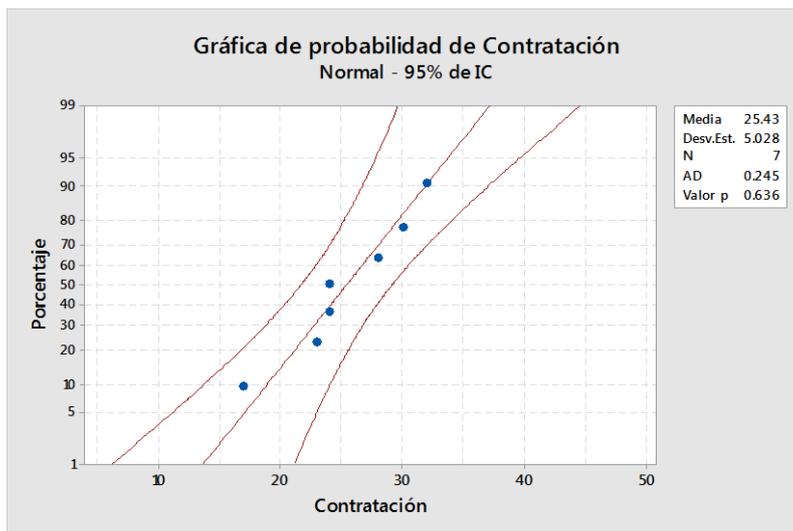


Figura 20. Gráfica de probabilidad de CM.
Fuente: Elaboración propia.

El valor p, es mayor que 0.05. Se acepta H_0 . Por lo tanto no podemos descartar la hipótesis de que nuestros datos hayan sido generados por una distribución normal.

16.- Gestión documental (GD)

Tabla 19. Datos obtenidos, cálculo de desviación y prueba de Anderson-Darling para GD.

Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	p	Hipótesis aceptada
GD	35	28	22	32	33	34	6	27,14	3,91	<0,05	H_0

Fuente: Elaboración propia.

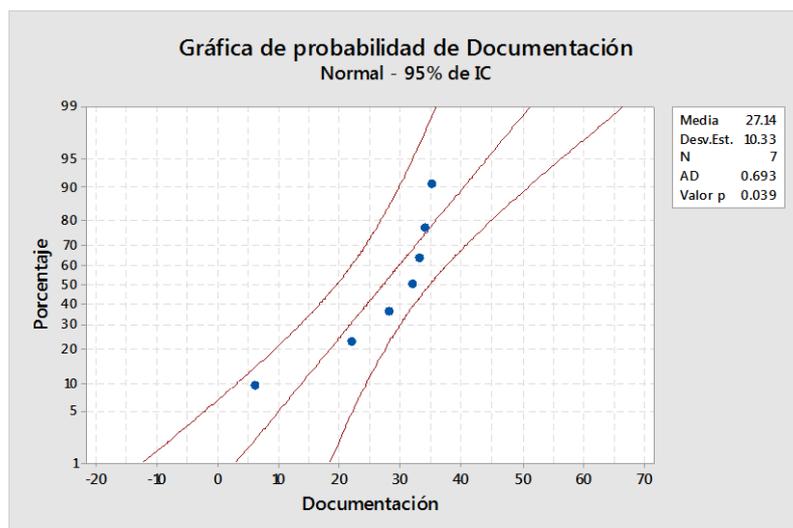


Figura 21. Gráfica de probabilidad de GD.
Fuente: Elaboración propia.

El valor p , es menor que 0.05. Se rechaza H_0 , se acepta H_1 . Por lo tanto no podemos confirmar que los datos han sido generados por una distribución normal.

Ya se confirmó que la muestra no ha sido generada de una distribución normal con un intervalo de confianza de 95%. En este caso se usa la desigualdad de Tchebycheff, que es aplicable a una muestra que es generada por cualquier tipo de distribución.

$$K=2,5706$$

$$1 - \frac{1}{k^2} = 0,84867\% \approx 85\%$$

En cualquier caso se puede confirmar el intervalo de confianza es mayor que 85%.

3.2.2. Cuadro resumen

En la tabla N°20 se describe lo que se evaluó en cada uno de los 16 aspectos y muestra la información detallada que se obtuvo de las empresas.

Tabla 20. Datos obtenidos, cálculo de desviación, prueba de Anderson-Darling y nivel de confianza para los 16 aspectos.

	Empresas	I	II	III	IV	V	VI	VII	\bar{x}	S_{n-1}	Normalidad		Intervalo de confianza	Nivel %
											p valor	Hipótesis aceptada		
1	Organización del Mantenimiento (OM)	31	21	30	33	26	29	17	26,71	2,19	>0,05	H ₀	(24,58 – 28,84)	95
2	Programas de capacitación (PC)	24	13	18	30	27	33	22	23,86	2,86	>0,05	H ₀	(21,08 – 26,64)	95
3	Órdenes de trabajo de Mantenimiento (OTM)	26	29	12	36	35	29	7	24,86	4,62	>0,05	H ₀	(20,37 – 29,35)	95
4	Planificación y programación de Mantenimiento (P&S)	24	21	21	24	25	29	11	22,14	2,14	>0,05	H ₀	(20,08 – 24,20)	95
5	Mantenimiento Preventivo (MPrv)	32	27	26	32	30	29	16	27,43	2,09	>0,05	H ₀	(25,40 – 29,46)	95
6	Inventario de Mantenimiento y compras (IM)	17	22	14	27	29	30	13	21,71	2,71	>0,05	H ₀	(19,09 – 24,34)	95
7	Mantenimiento asistido por computador (CMMS)	0	24	0	0	21	35	0	11,43	5,62	<0,05	H ₁	(5,97 – 16,89)	85
8	Compromiso de operaciones /servicios (CO)	36	25	14	34	39	36	24	29,71	3,40	>0,05	H ₀	(26,41 – 33,02)	95
9	Reportes de Mantenimiento (RM)	14	13	10	20	11	19	11	14,00	1,51	>0,05	H ₀	(12,53 – 15,47)	95
10	Mantenimiento Predictivo (MPred)	30	0	26	30	22	24	20	21,71	3,89	<0,05	H ₁	(17,94 – 25,49)	85
11	Ingeniería de confiabilidad (IC)	35	13	18	0	0	13	3	11,71	4,72	>0,05	H ₀	(7,13 – 16,30)	95
12	Prácticas generales (PG)	18	17	17	15	15	35	10	18,14	2,98	<0,05	H ₁	(15,25 – 21,04)	85
13	Optimización económica financiera (OEF)	33	34	28	29	18	35	16	27,57	2,90	>0,05	H ₀	(24,75 – 30,39)	95
14	Mejoramiento continuo en el cuidado de los activos (MCCA)	36	21	21	32	19	28	19	25,14	2,60	>0,05	H ₀	(22,62 – 27,66)	95
15	Contratación de Mantenimiento (CM)	28	24	23	30	32	24	17	25,43	1,90	>0,05	H ₀	(23,58 – 27,28)	95
16	Gestión documental (GD)	35	28	22	32	33	34	6	27,14	3,91	<0,05	H ₁	(23,35 – 30,94)	85

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Aplicación de la encuesta

La encuesta se realizó en el mes de enero de 2015, a los jefes de mantenimiento de 7 empresas pesqueras de la región norte del Perú que presentaban importantes volúmenes de producción entre 2200 a 33800 toneladas en el año 2014. A continuación, se detalla en las figuras N°22 al N°24 los aspectos que se evaluaron en las empresas que formaron parte de la muestra.

3.4. Resultados de la encuesta (Radar)

En la figura N°22 se representa el puntaje promedio por aspecto de todas las empresas que formaron parte de la muestra.



Figura 22. Puntuación promedio de todas las empresas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°23 se representa el puntaje por aspecto de cada una de las empresas que formaron parte de la muestra. En esta figura se comparó el puntaje de cada una de las empresas que están con un color distinto con el puntaje promedio que está con la línea gruesa de color negro.

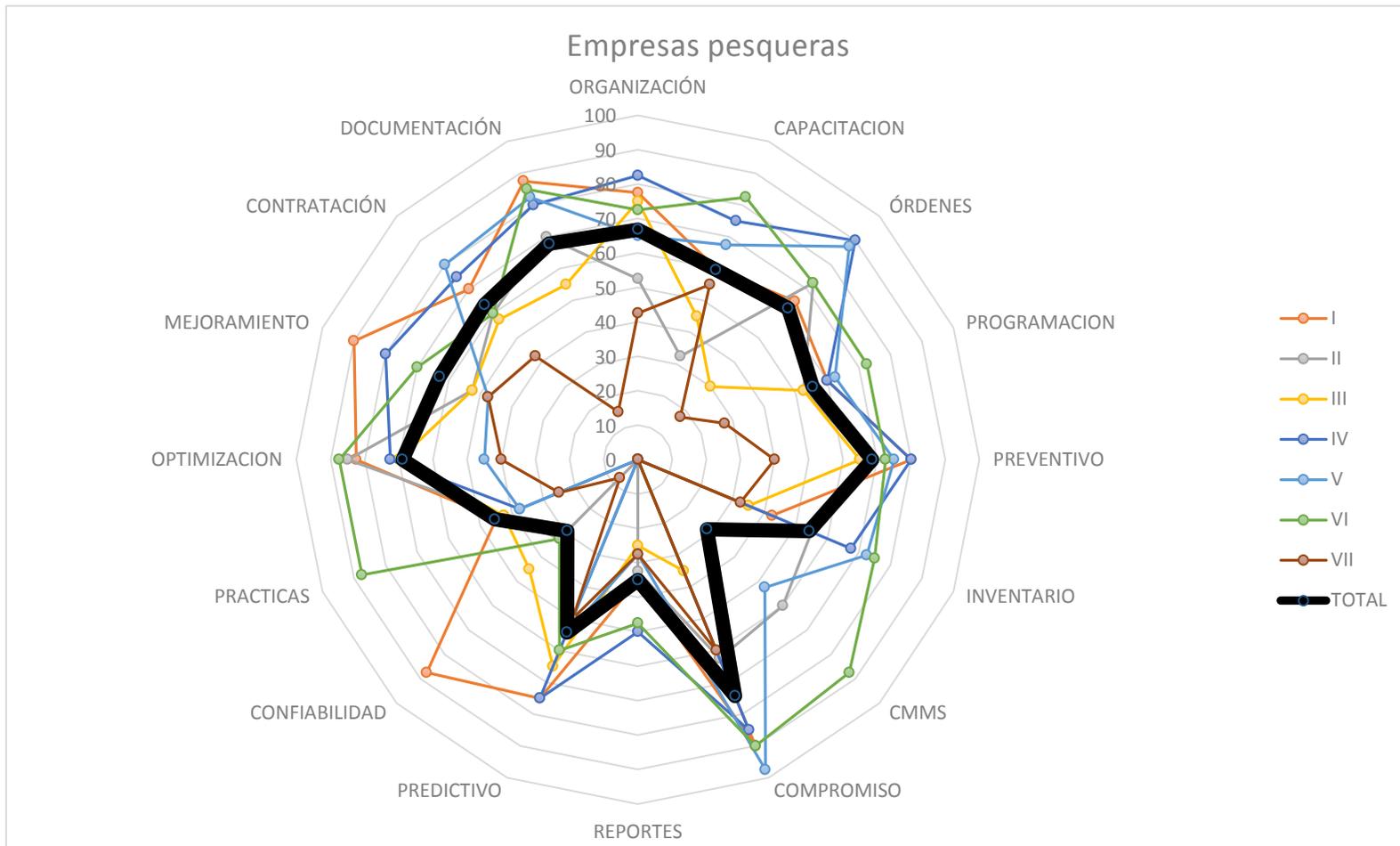


Figura 23. Puntuación de cada una de las 7 empresas comparadas con el promedio total.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°24 se representa el intervalo de confianza (IC) y se indica el nivel de confianza por cada aspecto. Este ajuste se ha determinado en el apartado “3.2 Resultados”.



Figura 24. Intervalo de confianza de los 16 aspectos.
Fuente: Elaboración propia.

Obtenido de una distribución normal con intervalo de confianza (IC) de nivel 95%.

- Capacitación
- Órdenes
- Programación
- Preventivo
- Inventario
- Compromiso
- Reportes
- Confiabilidad
- Optimización
- Mejoramiento
- Contratación

Obtenido de una distribución normal con intervalo de confianza (IC) de nivel 85%. Estos aspectos son señalados en la gráfica mediante círculos rojos que encierran el aspecto que cumple con esta condición.

- CMMS
- Predictivo
- Prácticas
- Documentación

3.5. Análisis de los resultados

El análisis toma en cuenta 16 aspectos, de los cuales el área de mantenimiento interviene. La puntuación es de 0 a 100, donde 0 indica no cumplir con ningún requisito y 100 indica cumplir con todos los requisitos que exige cada aspecto. En cada uno de los aspectos se muestra un gráfico de diagrama de barras, indicando el puntaje logrado y además se resalta con un color distinto (amarillo) para diferenciarlo de los demás.

Se establece cinco calificaciones, se usó la escala de Likert, ésta nos permite medir la actitud (Llaurado, 2014) que se tiene para cada aspecto y son: Totalmente de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo y totalmente desacuerdo.

Tabla 21. Criterios de calificación.

Puntaje	Calificación
81-100	Totalmente de acuerdo
61-80	De acuerdo
41-60	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
21-40	En desacuerdo
0-20	Totalmente desacuerdo

Fuente: Elaboración propia.

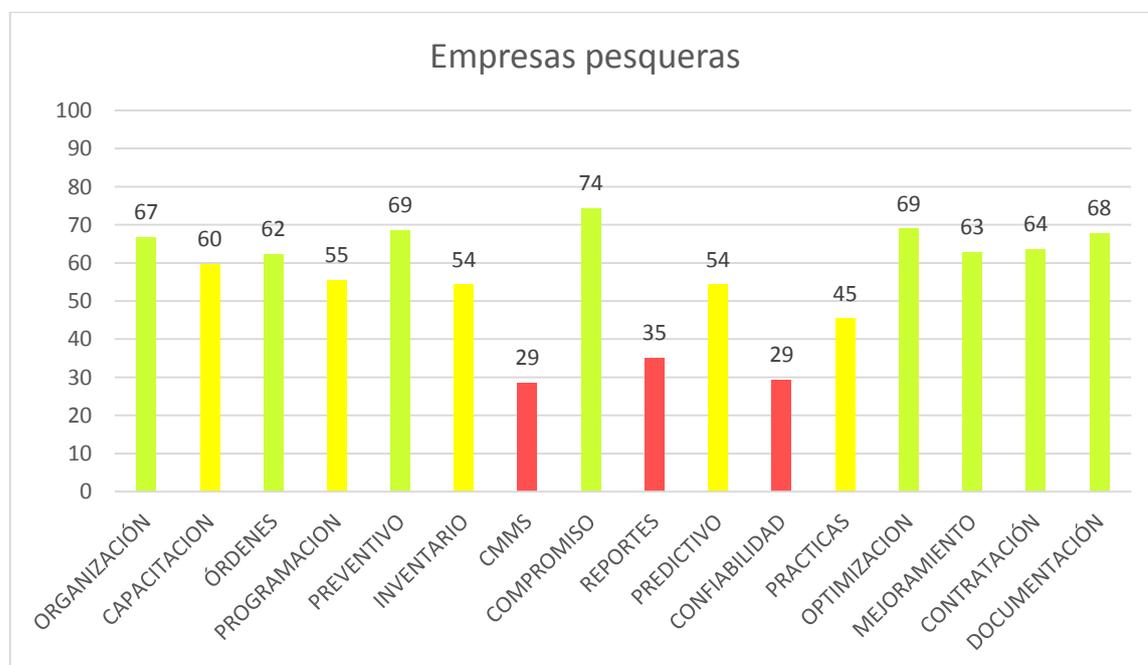


Figura 25. Puntuación de los 16 aspectos en porcentaje.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 4. Situación actual del área de mantenimiento

El diagnóstico realizado permite conocer la situación actual del área de mantenimiento de las empresas pesqueras del norte peruano, por lo tanto logra determinar el grado de madurez de la gestión de mantenimiento, identificando los aciertos y proponiendo acciones que permitan a la organización planear, ejecutar, evaluar y corregir situaciones prioritarias que repercuten en su eficiencia y competitividad.

A continuación se presenta un conjunto de 6 tablas enumeradas desde el N°22 al N°27. Estas tablas, diseñadas por el Ing. Lourival Tavares, especialista en diagnósticos o auditorías de mantenimiento, utilizadas convenientemente revelan el grado de madurez de la gestión de mantenimiento. Para ello se hace uso de información obtenida del cuestionario aplicado y la entrevista realizada a cada responsable del mantenimiento de las 7 empresas representativas. Así se identifica y resalta la columna que describe mejor la realidad de cada empresa. Por inferencia se puede señalar que es la realidad del sector pesquero en el norte peruano.

Tabla 22. Actitud de la gestión corporativa

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Inconsciente	Despertando	Desarrollando	Capacitado	Consciente
No comprende lo que es mantenimiento preventivo, repara cuando el activo ha fallado.	Reconoce que el mantenimiento puede ser mejorado, sin embargo se siente incapacitado para implementar.	Aprende más sobre ROI (Retorno de la inversión); desarrolla mayor interés y seguridad.	Actitud participativa; reconoce que la gestión de mantenimiento es mandataria.	Incluye el mantenimiento parte del sistema global de la empresa.

Fuente: (Lourival Tavares, 2006)

Tabla 23. Estado organizacional de mantenimiento

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Inconsciente	Despertando	Desarrollando	Capacitado	Consciente
Trabaja en el activo cuando quedo inoperativo debido a falla; además su personal alcanza baja productividad.	Todavía reactivo, recupera los componentes y tiene disponibilidad de repuestos cuando ocurre la falla.	Usa rutinas de inspección, lubricación, ajustes y pequeños servicios para mejorar el MTBF de los equipos	Utiliza técnicas como análisis de vibración, termografía, ultra sonido, etc, para monitorear la condición del equipo, permitiendo acción proactiva y solución de problemas evitando las fallas.	Combina técnicas predictivas con involucramiento del operador para liberar técnicos de mantenimiento para análisis de fallas y mejoría de las actividades de mantenimiento. (mantenibilidad)

Fuente: (Lourival Tavares, 2006)

Tabla 24. Solución de problemas de mantenimiento

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Inconsciente	Despertando	Desarrollando	Capacitado	Consciente
Los problemas se desarrollan hasta ser descubiertos por medio de fallas.	Pequeña gama de acciones son elaboradas; básico análisis de fallas.	Los problemas son resueltos a través de la implantación de acciones de mantenimiento e ingeniería.	Los problemas son anticipados; se utiliza de un fuerte equipo disciplinario de solución de problemas.	Los problemas son prevenidos.

Fuente: (Lourival Tavares, 2006)

Tabla 25. Calificación y entrenamiento del personal de mantenimiento

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Inconsciente	Despertando	Desarrollando	Capacitado	Consciente
Baja calidad de mano de obra; rígida línea de supervisión; conocimiento ultrapasado; necesidad de actualización de conocimientos que es visto como un gasto innecesario; pagos por antigüedad.	Trabajadores sienten falta de conocimiento para analizar roturas; cuestionamiento de las líneas de especialización; conocimiento obsoleto; reconocimiento de necesidad de capacitación; cuestionamiento del método tradicional de pagos.	Calidad+Calidad = Calidad; expansión y distribución de desempeño de tareas; desarrollo de baja “crítica a la competencia”; inversión en investigación; pagos por capacidad de resolver problemas; programa de retención de talentos; conciencia de la importancia de hacer cambios.	Expectativa de calidad en el trabajo; tareas ejecutadas por especialistas en varias actividades; conocimiento actualizado; identificación y providencias para necesidades de capacitación; pago por desarrollos de competencias.	Orgullo y profesionalismo; flexibilidad en la designación de tareas; conocimiento para futuras necesidades; capacitación de los operadores por los mantenedores; conocimiento siempre actualizado; pagos basados en la productividad de la planta.

Fuente: (Lourival Tavares, 2006)

Tabla 26. Informaciones de mantenimiento y desarrollo de acciones

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Inconsciente	Despertando	Desarrollando	Capacitado	Consciente
Mantenimiento intenta efectuar registros; la disciplina no es exigida; datos deficientes.	Utilizan orden de trabajo manual o digital elaborada por mantenimiento; alguna o ninguna planificación y programación.	Utilizan orden de trabajo manual o digital elaborada por mantenimiento, operación e ingeniería; utilización de planificación; implementación de programación de servicios.	Utilización de sistema de control de mantenimiento para todas las áreas de la compañía; disponibilidad y consistencia de la información.	El sistema de información de mantenimiento es integrado al sistema de informaciones de la corporación.

Fuente: (Lourival Tavares, 2006)

Tabla 27. Resumen de la posición de mantenimiento dentro de la empresa

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Inconsciente	Despertando	Desarrollando	Capacitado	Consciente
“Nosotros no sabemos cuál equipo se va romper. Por supuesto que nuestras tasas de pérdidas son altas, sin embargo esto no es problema del mantenimiento”.	“¿Será que nuestros competidores tienen este tipo de problemas con sus equipos? ¡Las refracciones nos están costando mucho!”	“Con el nuevo criterio de gestión, nosotros empezamos identificar y resolver problemas”.	“Todos están concretizados que el mantenimiento hace parte de nuestra rutina de calidad operacional. No podemos hacer productos de calidad con mantenimiento deficiente”.	“No esperamos roturas y es una sorpresa cuando ellas ocurren. ¡Mantenimiento contribuye a mantenernos dentro de los mejores!”

Fuente: (Lourival Tavares, 2006)

Conclusiones

- De los 16 aspectos, los que presentan un intervalo de confianza de 95% son: Organización, Capacitación, Órdenes, Programación, Preventivo, Inventario, Compromiso, Reportes, Confiabilidad, Optimización, Mejoramiento y Contratación. Y los que presentan un intervalo de confianza de al menos 85% son: CMMS, Predictivo, Prácticas y Documentación. Estos intervalos indican si nuestros datos han sido generados por una distribución normal.
- La fortalezas del área de mantenimiento son los aspectos de compromiso, organización, preventivo, optimización y documentación.
- El área de mantenimiento tiene oportunidades de mejora en los aspectos de CMMS (Mantenimiento asistido por computadora), reportes y confiabilidad.
- El aspecto de Ingeniería de confiabilidad ha obtenido un bajo puntaje, lo cual no debería pasar porque este aspecto permite que sea más efectivo y eficaz la realización de los mantenimientos predictivo y preventivo.
- Implementar seriamente un área de ingeniería de confiabilidad que pueda reportar a la gerencia el grado de riesgo operativo al cual están expuestos sus activos. Inicialmente puede ser tedioso y costoso, pero a largo plazo permite optimizar las estrategias de mantenimiento.
- Se asegura que son pocas las empresas que implementan CMMS.
- Invirtiendo en capacitaciones, se logra tener personal capacitado para cada labor que realiza el área de mantenimiento, lo que permite realizar trabajos de alta calidad.
- Empresa que logra mejorar constantemente máxima disponibilidad, reduciendo costo, tendrá mayor oportunidad a mejorar en aspectos de cantidad y calidad de sus productos, es decir incrementar valor agregado.

- Mejorar la comunicación entre las áreas de una empresa, permite un ambiente de trabajo muy provechoso para todo el personal y para la rentabilidad de la empresa.
- Las buenas prácticas del área de mantenimiento no atentan con el medio ambiente.
- Mediante la prueba piloto desarrollada en el área de mantenimiento de la Universidad de Piura se evaluó la pertinencia del cuestionario de diagnóstico, cuyos resultados están fuera del propósito de ésta tesis.

Recomendaciones

- Se sugiere llegar a un número mayor de empresas, que puedan brindar parte de su tiempo para poder realizar el diagnóstico con mucho más detenimiento, y en el caso de obtener autorización, usar grabador de voz digital.
- Coordinar visitas a todas las áreas que tengan contacto directo con el área de mantenimiento, esto se realizará si se cuenta con el apoyo del personal de cada empresa.

Palabras claves

- **Mantener:** Hacer que una cosa se mantenga en buen estado, guardándola en determinadas condiciones o haciendo lo necesario para que así sea.
- **Mantenimiento:** Mantener o conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación
- **Diagnóstico:** Examen de una cosa, de un hecho o de una situación para realizar un análisis o para buscar una solución a sus problemas o dificultades.
- **Back Log:** Indica la carga de trabajo que se tiene para un periodo determinado en función de las horas hombre disponible en una semana para ese periodo.
- **Prioridad:** Intervalo de tiempo que debe transcurrir entre la constatación de la necesidad de una intervención de mantenimiento y el inicio de la misma.
- **Defecto:** Ocurrencia en un ítem que no impide su funcionamiento, sin embargo, puede a corto o largo plazo, acarrear su indisponibilidad.
- **Falla:** Ocurrencia en un equipo (activo) que impide su funcionamiento.

Bibliografía

- Altmann, C. (s.f). El análisis de aceite como herramienta del Mantenimiento Proactivo en flotas de Maquinaria Pesada. Uruguay.
- Alulema, W. (2015). Gestion de mantenimiento asistido por computador “CMMS”. Industry Tech Magazine, 4-7. Obtenido de http://www.industrytech-ec.com/tomos/tomo28/INDUSTRYTECH_28.pdf
- Angulo Bustíos, C. A. (2005). Estadística. Piura: Universidad de Piura.
- Arata Andreani, A. (2009). Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales. Aplicación de la Plataforma R-MES. Chile: Ril Editores.
- Arias, K. E. (2007). Elaboración de un plan estratégico para la empresa Rhenania S.A . Quito.
- Arribas, M. (2004). Diseño y validación de cuestionario. Madrid.
- Barrios, N. S. (30 de Octubre de 2011). El concepto actual de gestión de mantenimiento. Obtenido de <http://es.slideshare.net/nakaritsb/el-concepto-actual-de-gestin-de-mantenimiento>
- Bermejo Quispe, D., León Lluque, H. H., & Quispe Cacho, J. (2015). Boletín estadístico pesquero. Lima: Ministerio de la Producción.
- Cervantes, V. (2005). Interpretaciones del coeficiente Alpha de Cronbach. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Comunidad de Madrid. (2011). Guía de la termografía infraroja. Madrid: fenercom.
- Diaz Navarro, J. (1999). Análisis de averías. Madrid: Alcion.
- Dirección regional de comercio exterior. (2014). Catálogo exportador de la Región Piura. Piura: Gobierno Regional Piura.

- Duval, I. (07 de Mayo de 2013). Misión, visión y valores: conceptos fundamentales para el buen desarrollo de una empresa. Obtenido de Marketing directo: <http://www.marketingdirecto.com/punto-de-vista/la-columna/mision-vision-y-valores-conceptos-fundamentales-para-el-buen-desarrollo-de-una-empresa/>
- Fleitman, J. (2000). Negocios exitosos: cómo empezar, administrar y operar eficientemente un negocio. México: McGraw-Hill Interamericana.
- García Garrido, S. (2012). Mantenimiento Petroquímica. Obtenido de ¿QUÉ ES TPM?: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>
- García Garrido, S. (2013). ¿Qué es el Mantenimiento Industrial? Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- García Garrido, S. (2015). Ingeniería del mantenimiento. Obtenido de ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO: <http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/9-estrategias-de-mantenimiento/6-estrategias-de-mantenimiento>
- García, S. (2009). Las Auditorías de Mantenimiento. Obtenido de RENOVETEC: <http://www.ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/9-estrategias-de-mantenimiento/9-auditorias-de-mantenimiento>
- Gómez, C. (Diciembre de 2000). TPM: Complemento de la Gestión de Calidad Total. (G. Pereyra, Ed.) Club de mantenimiento, 1(3), 27. Recuperado el 20 de marzo de 2016, de <http://www.clubdemantenimiento.com/>
- Gonzales, A., & Pazmiño, M. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la validación de la consistencia interna de un cuestionario. Publicando, 16.
- Harasin, M. (2013). Mantenimiento Basado en Condiciones., (pág. 72).
- Jimenez, A. (2011). Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad. Obtenido de Mantenimiento LA: <http://maintenancela.blogspot.pe/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html>
- Knezevic, J. (1996). Mantenimiento. España: Isdefe. Obtenido de <http://www.academia.edu/14498591/Mantenimiento>
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2004). Fundamentos de Marketing. México: Pearson Education.
- Llaurado, O. (12 de diciembre de 2014). La escala de Likert: ¿Qué es y cómo utilizarla? Obtenido de Blog de Netquest: <http://www.netquest.com/blog/es/la-escala-de-likert-que-es-y-como-utilizarla/>
- Lorenzo Araujo, R. (s.f.). Portal de ingeniería y gestión de mantenimiento. Obtenido de <http://www.ingenieriamantenimiento.org/mantenimiento-predictivo/>
- Lourival Tavares, A. (2006). Auditorías de Gestión de Mantenimiento. Sao Pablo.

- Martínez Sánchez, I. (2009). Diseño de un modelo para aplicar el mantenimiento productivo total a los sectores de bienes y servicios. Ciudad de México.
- Minitab. (2016). Soporte de minitab. Obtenido de El estadístico de Anderson - Darling: <http://support.minitab.com/es-mx/minitab/17/topic-library/basic-statistics-and-graphs/introductory-concepts/data-concepts/anderson-darling/>
- Muñoz Abella, B. (s.f). Mantenimiento Industrial.
- Navarro, J. D. (2004). Técnicas de Mantenimiento industrial.
- Paredes, F. (s.f.). Ingeniería del Mantenimiento e indicadores técnicos KPI - IDIA. Lima.
- Paredes, F. (s.f). Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad., (pág. 130). Lima.
- Pauro, R. (s.f). Indicadores de mantenimiento: ¿Que se debe medir y por qué?
- Pérez Lopéz, J. (2013). Mantenimiento industrial. Mc-Graw Hill.
- SINAIS. (2013). Mantenimiento Proactivo. Obtenido de http://www.sinais.es/Recursos/Curso-vibraciones/intro/mantenimiento_proactivo.html
- SPM Ingenieros S.A. (2015). Diagnóstico de mantenimiento. Obtenido de <http://www.spm-ing.com/diagnostico-de-mantenimiento.php>
- Standardization, C. (2001). Maintenance Terminology. Brussels: European Standard.
- Stanley, S. (2011). Explanation of Terms MTBF, MTTR, MTTF & FIT. IMC.
- Tavares, L. (2011). Gestión de activos para el mantenimiento. Mantenimiento mundial.
- Tavares, L. A. (s.f). Curso: Auditorías de Mantenimiento. Bolivia.
- Tavares, L., & Bernal, E. (s.f.). Administración moderna de mantenimiento. Novo Polo Publicaciones.
- telefónica, F. (s.f). Geografía del Perú. Obtenido de El mar peruano: http://www.fundacion.telefonica.com.pe/educared/estudiantes/geografia/tema2_2_3_1.asp
- Torres, F., Royo, J., & Rabanaque, G. (s.f.). Análisis de vibraciones e interpretación de datos. Zaragoza.
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Chile: Universidad Técnica Federico Santa María.
- Wireman, T. (2010). Benchmarking best practices in maintenance management. New York, Estados Unidos: Industrial press INC.

**ANEXOS
DE LA INVESTIGACIÓN**

**Anexo N° 1:
Cuestionario**

DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO PARA EMPRESA				
Sección I:		ORGANIZACION DE MANTENIMIENTO	TOTAL	0
			MARCAR (X)	VALOR
1.	Organigrama de Mantenimiento:			
	A	Actual y completo		4
	B	En fase de construcción o más de 1 año		3
	C	No actual y no completo		2
	D	Ninguno		0
			PUNTAJE_P1	0
2.	La descripción de tareas están disponibles para:			
	A	Todos los puestos de mantenimiento (incluidos supervisores)		4
	B	Todos los puestos de mantenimiento (excepto los supervisores)		3
	C	Todos los supervisores de mantenimiento (y no otras)		2
	D	Menos del 50% de todos los puestos de mantenimiento		1
	E	No hay descripción de tareas		0
			PUNTAJE_P2	0

3. La relación supervisor/técnico de mantenimiento por ahora es:			
A	8:1 a 12:1		4
B	13:1 a 16:1		3
C	Menos de 8:1		2
D	Más de 16:1		1
E	Ningún supervisor de mantenimiento de turno		0
		PUNTAJE_P3	0
4. La relación planificador/técnico de mantenimiento es:			
A	15:1 a 20:1		4
B	10:1 a 14:1		3
C	21:1 a 25:1		2
D	26:1 a 30:1		1
E	Ningún planificador o cualquier otra relación de las anteriores		0
		PUNTAJE_P4	0
5. Las asignaciones de mantenimiento tienen:			
A	Responsabilidades completamente documentadas		4
B	Responsabilidades claras, una buena cobertura, buena distribución		3
C	La supervisión y la coordinación informal, con alguna cobertura de trabajo		2
D	Informes de mantenimiento para la producción/operación		1
E	Líneas poco claras de autoridad, jurisdiccional		0
		PUNTAJE_P5	0
6. Esfuerzo y actitud frente a la organización de mantenimiento:			
A	Excelente, orgullo en la ejecución en todos los niveles		4
B	Ritmo de trabajo estable, manejo profesional		3
C	Ritmo promedio de trabajo, sólo pocas quejas		2
D	Ocasionalmente buen desempeño, frecuentes retrasos en el trabajo, muchas quejas		1
E	Desacuerdos constantes dentro de la organización del mantenimiento, así como entre el mantenimiento y la relación manejo/producción/instalación		0
		PUNTAJE_P6	0
7. La ubicación entre las áreas de trabajo y talleres de mantenimiento:			
A	Perfecto		4
B	Bueno (posiblemente algunas mejoras)		3

	C	Regular (posiblemente importantes mejorías)		2
	D	Pobre (Requiere importantes mejorías)		1
	E	Inadecuado o inexistente		0
			PUNTAJE_ P7	0
8. Disposición entre las áreas de trabajo y talleres de mantenimiento:				
	A	Perfecto		4
	B	Bueno (posiblemente algunas mejorías)		3
	C	Regular (posiblemente importantes mejorías)		2
	D	Pobre (Requiere importantes mejorías)		1
	E	Inadecuado o inexistente		0
			PUNTAJE_ P8	0
9. La cantidad y calidad entre las herramientas y equipos de mantenimiento:				
	A	Perfecto		4
	B	Bueno (posiblemente algunas mejorías)		3
	C	Regular (posiblemente importantes mejorías)		2
	D	Pobre (Requiere importantes mejorías)		1
	E	Inadecuado o inexistente		0
			PUNTAJE_ P9	0
10. ¿Qué porcentaje del personal de mantenimiento está vinculado a un salario con incentivos basados por producción?				
	A	Todos		4
	B	90% o más		3
	C	75% o más		2
	D	50% o más		1
	E	Menos del 50%		0
			PUNTAJE_ P10	0

Sección II:		PROGRAMAS DE CAPACITACION EN EL MANTENIMIENTO	TOTAL	0
			MARCAR (X)	VALOR
1. Entrenamiento de los Supervisores.				
	A	Todos son capacitados dentro de su jornada, capacitación adicional es obligatoria de manera programada		4
	B	Todos son capacitados dentro de su jornada, capacitación adicional se ofrece con carácter opcional.		3
	C	La mayoría son capacitados dentro de su jornada.		2
	D	A la mayoría se le ofrece y aceptan un entrenamiento, que se brinda de manera poco frecuente o irregular		1
	E	A pocos se les da entrenamiento inicial y se proporciona poco o ningún entrenamiento adicional		0
			PUNTAJE_P1	0
2. Formación de los planificadores:				
	A	Todos los planificadores/programadores han asistido a uno o varios seminarios sobre planificación y programación de mantenimiento		4
	B	Todos los planificadores/programadores disponen de un programa de capacitación para la planificación del mantenimiento		3
	C	Todos los planificadores/programadores reciben 1 por 1 entrenamiento en el puesto de trabajo durante al menos 1 mes		2
	D	El entrenamiento del planificador/programador es en el trabajo		1
	E	No hay programa de entrenamiento para el planificador/programador		0
			PUNTAJE_P2	0
3. Detalles de los temas de entrenamiento del planificador (añadir 1 punto por cada uno de los temas tratados, y 0 puntos si no hay un programa de entrenamiento):				
	A	Planificación y ejecución de órdenes de trabajo.		1
	B	Planificación de materiales.		1
	C	Ejercicios de programación.		1
	D	Planificación de proyectos.		1
			PUNTAJE_P3	0

4. Entrenamiento general en calidad y productividad:				
	A	Incluye la alta dirección, supervisión de línea, técnicos, personal de apoyo		4
	B	Incluye la alta dirección, supervisores de línea, los técnicos		3
	C	Incluye la alta dirección, la supervisión de línea		2
	D	Es sólo para la alta dirección		1
	E	No existe un programa de entrenamiento		0
			PUNTAJE_ P4	0
5. Entrenamiento de la cuadrilla de Mantenimiento:				
	A	El entrenamiento está ligado a un programa de pago y promoción		4
	B	Se requiere experiencia formal antes del empleo y se proporciona capacitación en el trabajo		3
	C	Se requiere experiencia formal en el trabajo antes del contrato		2
	D	El entrenamiento se imparte según la experiencia en el puesto de trabajo después de ser contratado		1
	E	No se requiere requisitos formales de entrenamiento y no se proporciona ningún entrenamiento subsecuente		0
			PUNTAJE_ P5	0
6. Intervalos de entrenamiento de mantenimiento. Entrenamiento formal en mantenimiento se proporciona a toda la cuadrilla de mantenimiento con frecuencia de:				
	A	Menos de 1 año		4
	B	Entre 12 a 18 meses		3
	C	Entre 18 a 24 meses		2
	D	No a todos, sino a algunos en cualquiera de las frecuencias anteriores		1
	E	No se ofrece entrenamiento		0
			PUNTAJE_ P6	0
7. Tipo de entrenamiento de mantenimiento:				
	A	El entrenamiento es teórico-práctico		4
	B	El entrenamiento es totalmente teórico		3
	C	El entrenamiento es totalmente práctico		2
	D	El entrenamiento es todo en el puesto de trabajo		1
	E	No existe un programa de capacitación formal		0
			PUNTAJE_ P7	0

8. Los instructores del programa de capacitación:			
A	El entrenamiento es impartido por un experto contratado		4
B	El entrenamiento es impartido por un personal del staff		3
C	El entrenamiento lo realizan los supervisores		2
D	El entrenamiento lo realizan los técnicos		1
E	No existe programa de entrenamiento		0
		PUNTAJE_ P8	0
9. Calidad y nivel de la habilidad de la cuadrilla de mantenimiento:			
A	Perfecta		4
B	Buena (alguna mejora es posible)		3
C	Regular (importante mejora es posible)		2
D	Malo (Requiere mejora importante)		1
E	Inadecuado o inexistente		0
		PUNTAJE_ P9	0
10. Calidad y nivel de la habilidad de los supervisores:			
A	Perfecta		4
B	Buena (alguna mejora es posible)		3
C	Regular (importante mejora es posible)		2
D	Mala (Requiere mejora importante)		1
E	Inadecuado o inexistente		0
		PUNTAJE_ P10	0
Sección III:	ÓRDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO (OTM)	TOTAL	0
		MARCAR (X)	VALOR
1. ¿Qué porcentaje de horas-hombre de mantenimiento se reportan en una orden de trabajo?			
A	100%		4
B	75%		3
C	50%		2
D	25%		1
E	Menos de 25%		0
		PUNTAJE_ P1	0

2. ¿Qué porcentaje de los materiales de mantenimiento se cargan a un número de orden de trabajo cuando son emitidas?				
A	100%			4
B	75%			3
C	50%			2
D	25%			1
E	Menos de 25%			0
			PUNTAJE_ P2	0
3. ¿Qué porcentaje del total de tareas realizadas por mantenimiento están cubiertas por las órdenes de trabajo?				
A	100%			4
B	75%			3
C	50%			2
D	25%			1
E	Menos de 25%			0
			PUNTAJE_ P3	0
4. ¿Qué porcentaje de las órdenes de trabajos elaborados en el sistema están vinculados a un número de equipo / activo?				
A	100%			4
B	75%			3
C	50%			2
D	25%			1
E	Menos de 25%			0
			PUNTAJE_ P4	0
5. ¿Qué porcentaje de las órdenes de trabajo se abren como urgente o de emergencia?				
A	Menos del 20%			4
B	20% a 29%			3
C	30% a 39%			2
D	Más del 39%			0
			PUNTAJE_ P5	0

6. ¿Qué porcentaje de las órdenes de trabajo están disponibles para el análisis histórico de datos?			
A	100%		4
B	75%		3
C	50%		2
D	25%		1
E	Menos de 25%		0
		PUNTAJE_ P6	0
7. ¿Qué porcentaje de las órdenes de trabajo son inspeccionadas por una persona calificada en calidad e integridad del trabajo?			
A	100%		4
B	75%		3
C	50%		2
D	25%		1
E	Menos de 25%		0
		PUNTAJE_ P7	0
8. ¿Qué porcentaje de las órdenes de trabajo se cierran en un plazo de ocho semanas a partir de la fecha solicitada?			
A	100%		4
B	75%		3
C	50%		2
D	25%		1
E	Menos de 25%		0
		PUNTAJE_ P8	0
9. ¿Qué porcentaje de órdenes de trabajo se generan a partir de las inspecciones de mantenimiento preventivo?			
A	80-100%		4
B	60-79%		3
C	40-59%		2
D	20-39%		1
E	Menos del 20%		0
		PUNTAJE_ P9	0

10. Añade 1 punto por cada una de las categorías que se rastrean en los órdenes de trabajo			
A	El tiempo de inactividad requerido.		1
B	Hora requeridas por cuadrilla		1
C	Materiales necesarios		1
D	El nombre del Solicitante		1
		PUNTAJE_P10	0
Sección IV:	PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO	TOTAL	0
		MARCAR (X)	VALOR
1. ¿Qué porcentaje de órdenes de trabajo que no sean de emergencia son completadas en las cuatro semanas siguientes de la fecha cuando fue requerido?			
A	90% o más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%		0
		PUNTAJE_P1	0
2. Planificación de órdenes de trabajo (añadir 1 punto por cada una de las siguientes coberturas)			
A	Profesional requerido		1
B	Materiales requeridos		1
C	Herramientas necesarias		1
D	Instrucciones de trabajo específicas o plan de trabajo		1
		PUNTAJE_P2	0
3. Porcentaje de órdenes de trabajo planeadas experimentando retrasos debido a planes pobres o incompletos:			
A	Menos de 10%		4
B	10 a 20%		3
C	21 a 40%		2
D	41 a 50%		1
E	Más de 50%		0
		PUNTAJE_P3	0

4. ¿Quién es responsable de la planificación de las órdenes de trabajo?			
A	Un planificador de mantenimiento dedicado		4
B	Un supervisor de mantenimiento		2
C	Cada técnico		0
D	Cualquier otra persona		0
		PUNTAJE_P4	0
5. La Programación de los trabajos de mantenimiento es emitida:			
A	Semanalmente		4
B	Quincenalmente		3
C	Entre 3 y 6 días		2
D	Diario		1
E	Cualquier otra frecuencia		0
		PUNTAJE_P5	0
6. Las reuniones de programación entre mantenimiento y producción/servicios se llevan a cabo:			
A	Semanalmente		4
B	Quincenalmente		3
C	Entre 3 y 6 días		2
D	Diario		1
E	Cualquier otra frecuencia		0
		PUNTAJE_P6	0
7. La cartera de trabajos (backlog) de mantenimiento está disponible por (añadir 1 punto por cada categoría):			
A	Personal requerido.		1
B	Departamento/área solicitante		1
C	Solicitante.		1
D	Fecha que sea necesaria		1
		PUNTAJE_P7	0

8. Cuando el trabajo es completado, el tiempo real, material, tiempo de inactividad, y otro tipo de información es reportado por:			
A	La cuadrilla que realiza el trabajo		4
B	El supervisor del grupo		3
C	Cualquier otra persona		2
D	La información no se grabó		0
		PUNTAJE_ P8	0
9. ¿Qué porcentaje de las veces referente a las medidas reales se comparan con las estimadas para monitorear la efectividad de la planificación?			
A	90% o más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%		0
		PUNTAJE_ P9	0
10. ¿Cuál es la relación de subordinación entre los planificadores y supervisores?			
A	Ambos informan al mismo gerente de mantenimiento		4
B	Los planificadores informan al supervisor		2
C	El supervisor informa al planificador		2
D	El informe de supervisor y planificador para operaciones/instalaciones		0
		PUNTAJE_ P10	0
Sección V:	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	TOTAL	0
		MARCAR (X)	VALOR
1. El programa de Mantenimiento Preventivo incluye: (añadir 1 punto por cada tipo incluido)			
A	Check List de lubricación.		1
B	Check List de inspecciones detalladas		1
C	Personal específicamente asignado al programa de MPrv		1
D	Diagnósticos de mantenimiento predictivo tales como: análisis de vibraciones, análisis de muestras de aceite, y los monitores termográficos		1
		PUNTAJE_ P1	0

2. ¿Qué porcentaje de los Check List de inspecciones/tareas son verificadas para que se asegure la integridad?				
	A	90% o más		4
	B	75 a 89%		3
	C	60 a 74%		2
	D	40 a 59%		1
	E	Menos de 40%		0
			PUNTAJE_ P2	0
3. ¿Qué porcentaje de los equipos críticos de la planta cubre el programa de Mantenimiento Preventivo?				
	A	90% o más		4
	B	75 a 89%		3
	C	60 a 74%		2
	D	40 a 59%		1
	E	Menos de 40%		0
			PUNTAJE_ P3	0
4. ¿Qué porcentaje del programa de Mantenimiento Preventivo se verifica con el historial anual de un equipo para asegurar una buena cobertura de todos los equipos?				
	A	90% o más		4
	B	75 a 89%		3
	C	60 a 74%		2
	D	40 a 59%		1
	E	Menos de 40%		0
			PUNTAJE_ P4	0
5. ¿Qué porcentaje de los Mantenimientos Preventivos se completan dentro de 1 semana antes de la fecha programada?				
	A	90% o más		4
	B	75 a 89%		3
	C	60 a 74%		2
	D	40 a 59%		1
	E	Menos de 40%		0
			PUNTAJE_ P5	0

6. ¿Qué determina la frecuencia de una inspección de Mantenimiento Preventivo o cuál es el intervalo de tiempo con los que se realiza ésta tarea/servicio?			
A	El programa se basa en la condición		4
B	El programa se basa en una combinación de tiempo de ejecución material y fija el calendario de intervalo		3
C	El programa se basa sólo en los tiempos de operación de los equipos		2
D	El programa se basa en intervalos del calendario		1
E	El programa es dinámico y está programado según la fecha de finalización de la tarea anterior		0
		PUNTAJE_ P6	0
7. ¿Qué porcentaje de las inspecciones/tareas incluyen información de seguridad, instrucciones detalladas de inspección, requerimientos de material y las estimaciones de trabajo?			
A	90% o más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%		0
		PUNTAJE_ P7	0
8. ¿Qué porcentaje de órdenes de trabajo de acción correctiva se generan a partir del programa de inspección de Mantenimiento Preventivo?			
A	90% o más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%		0
		PUNTAJE_ P8	0
9. ¿Qué porcentaje de labores recientes ejecutados por Mantenimiento preventivo son revisados anualmente en lo que concierne al tiempo y estimación de material?			
A	90% o más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%		0
		PUNTAJE_ P9	0

10. ¿Quién es responsable de la realización de las tareas de Mantenimiento Preventivo?			
A	Personal de dedicado al Mantenimiento Preventivo		4
B	Personal específico en cada cuadrilla		3
C	Cualquier persona de una cuadrilla		2
D	Técnicos de nivel de ingreso		1
E	El personal de operación		0
		PUNTAJE_ P10	0
Sección VI:	INVENTARIO DE MANTENIMIENTO Y COMPRAS	TOTAL	0
		MARCAR (X)	VALOR
1. ¿Qué porcentaje de las veces de búsqueda se encuentran los materiales en almacén cuando son requeridos por mantenimiento?			
A	Más del 95%		4
B	80 a 95%		3
C	70 a 79%		3
D	50 a 69%		2
E	Menos del 50%		0
		PUNTAJE_ P1	0
2. ¿Qué porcentaje de los artículos del inventario aparecen en el catálogo del área de mantenimiento?			
A	90% o más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%		0
		PUNTAJE_ P2	0
3. ¿Quién controla lo que se almacena como items del inventario de mantenimiento?			
A	Mantenimiento		4
B	Cualquier otra persona		0
		PUNTAJE_ P3	0

4. El catálogo de los almacenes de mantenimiento se produce a través de:			
A	Listados alfanuméricos		4
B	Alfabéticos solamente		2
C	Numéricos solamente		2
D	Catálogo es incompleta o inexistente		0
		PUNTAJE_ P4	0
5. ¿Qué porcentaje de los artículos del almacén se especifica la ubicación, tal como pasillo, caja, etc?			
A	Más del 95%		4
B	90 a 95%		3
C	80 a 89%		2
D	70 a 79%		1
E	Menos del 70%		0
		PUNTAJE_ P5	0
6. ¿Qué porcentaje de los artículos del almacén de mantenimiento se asocian a una orden de trabajo o una cuenta de salida del almacén?			
A	Más del 95%		4
B	90 a 95%		3
C	80 a 89%		2
D	70 a 79%		1
E	Menos del 70%		0
		PUNTAJE_ P6	0
7. ¿Qué porcentaje del inventario de mantenimiento se especifican los niveles máximo y mínimo de cada uno de los items?			
A	Más del 95%		4
B	90 a 95%		3
C	80 a 89%		2
D	70 a 79%		1
E	Menos del 70%		0
		PUNTAJE_ P7	0

8. ¿Qué porcentaje del material crítico de mantenimiento se almacena en el almacén o en un lugar fácilmente accesible para cuando se requiera?			
A	Más del 95%		4
B	90 a 95%		3
C	80 a 89%		2
D	70 a 79%		1
E	Menos del 70%		0
		PUNTAJE_ P8	0
9. ¿Qué porcentaje de las veces se actualizan diariamente los niveles de inventario de mantenimiento a la recepción de los materiales?			
A	Más del 95%		4
B	90 a 95%		3
C	80 a 89%		2
D	70 a 79%		1
E	Menos del 70%		0
		PUNTAJE_ P9	0
10. ¿Qué porcentaje de los artículos de mantenimiento se verifican para al menos una publicación semestral?			
A	90% o más		4
B	80 a 89%		3
C	70 a 79%		2
D	50 a 69%		1
E	Menos de 50%		0
		PUNTAJE_ P10	0
Sección VII:	MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADOR(CMMS)	TOTAL	0
		MARCAR (X)	VALOR
1. ¿Qué porcentaje de todas las operaciones de mantenimiento utilizan un CMMS?			
A	90% a más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%		0
		PUNTAJE_ P1	0

2. ¿Qué porcentaje de las actividades de mantenimiento son planificadas y programadas a través de un CMMS?			
A	90% a más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%		0
		PUNTAJE_ P2	0
3. ¿Qué porcentaje del inventario de mantenimiento y la función de compras son realizadas en el sistema?			
A	90% a más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%		0
		PUNTAJE_ P3	0
4. Están el CMMS y el sistema de programación de la producción:			
A	Integrados		4
B	Interconectados		3
C	Sin conexión		0
		PUNTAJE_ P4	0
5. Están el CMMS y el sistema de planilla/cronometraje:			
A	Integrados		4
B	Interconectados		3
C	Sin conexión		0
		PUNTAJE_ P5	0
6. Están el CMMS y el sistema financiero/contable:			
A	Integrados		4
B	Interconectado		3
C	Sin conexión		0
		PUNTAJE_ P6	0

7. ¿Qué porcentaje del personal de mantenimiento usa el CMMS para sus funciones con un alto nivel de eficiencia?				
A	90% a más			4
B	75 a 89%			3
C	60 a 74%			2
D	40 a 59%			1
E	Menos de 40%			0
			PUNTAJE_ P7	0
8. Los datos CMMS están estructurados y conservados para facilitar para generar los reportes:				
A	90% a más			4
B	75 a 89%			3
C	60 a 74%			2
D	40 a 59%			1
E	Menos de 40%			0
			PUNTAJE_ P8	0
9. Se usa periódicamente los datos del CMMS para la toma de decisiones de la dirección que aseguran rentabilidad:				
A	Si			4
B	Algunas veces			4
C	No			0
			PUNTAJE_ P9	0
10. Se usa los datos del CMMS para verificar el progreso del retorno de la inversión (ROI):			G	
A	Si			4
B	No			0
			PUNTAJE_ P10	0

Sección VIII:	COMPROMISO(PARTICIPACIÓN) DE OPERACIONES/SERVICIOS		TOTAL	0
			MARCAR (X)	VALOR
1. ¿Qué porcentaje del personal de operaciones generan solicitudes de órdenes de trabajo?				
	A	90% a más		4
	B	75 a 89%		3
	C	60 a 74%		2
	D	40 a 59%		1
	E	Menos de 40%		0
			PUNTAJE_ P1	0
2. ¿Qué porcentaje del personal de servicios generan solicitudes órdenes de trabajo?				
	A	90% a más		4
	B	75 a 89%		3
	C	60 a 74%		2
	D	40 a 59%		1
	E	Menos de 40%		0
			PUNTAJE_ P2	0
3. La prioridad de las ordenes de trabajo de operaciones es fijada por mantenimiento:				
	A	Semanalmente en un acuerdo común entre operaciones/mantenimiento		4
	B	Diariamente en un acuerdo común entre operaciones/mantenimiento		2
	C	Es fijado por mantenimiento con aporte mínimo de operaciones		1
	D	Es al azar y en base a las emergencias		0
			PUNTAJE_ P3	0
4. La prioridad de las ordenes de trabajo de servicios (instalaciones) es fijada por mantenimiento:				
	A	Semanalmente en un acuerdo común entre instalaciones/mantenimiento		4
	B	Diariamente en un acuerdo común entre instalaciones/mantenimiento		2
	C	Es fijado por mantenimiento con participación mínima de instalaciones		1
	D	Es al azar y en base a las emergencias		0
			PUNTAJE_ P4	0

5. ¿Operaciones/Operadores son responsables y comprometidos con el resguardo y el desempeño de los activos?			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_P5	0
6. Añade 1 punto por cada tarea que los operadores están entrenados y certificados para llevar a cabo:			
A	Inspecciones		1
B	Lubricación		1
C	Tarea de mantenimiento Menor		1
D	Colaborar en los trabajos de reparación de mantenimiento		1
		PUNTAJE_P6	0
7. ¿Qué porcentaje de veces los operadores hacen seguimiento y firman la conformidad en una orden de trabajo?			
A	90% a más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%		0
		PUNTAJE_P7	0
8. ¿Qué porcentaje de veces el personal de instalaciones (servicio) hace seguimiento y firman la conformidad de una orden de trabajo?			
A	90% a más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%		0
		PUNTAJE_P8	0
9. El área de mantenimiento participa en las reuniones de programación de producción/proceso?			
A	Todo el tiempo		4
B	La mayor parte del tiempo		3
C	De vez en cuando		2
D	Rara vez		1
E	Nunca		0

			PUNTAJE_ P9	0
10. Existe comunicación enfocada en los activos entre mantenimiento, operaciones, ingeniería y personal de las instalaciones:				
	A	Todo el tiempo		4
	B	La mayor parte del tiempo		3
	C	De vez en cuando		2
	D	Rara vez		1
	E	Nunca		0
			PUNTAJE_ P10	0
Sección IX:		REPORTES DE MANTENIMIENTO	TOTAL	0
			MARCAR (X)	VALOR
1. ¿Qué porcentaje de las veces los informes de mantenimiento fueron distribuidos en forma oportuna al personal adecuado?				
	A	90% a más		4
	B	75 a 89%		3
	C	60 a 74%		2
	D	40 a 59%		1
	E	Menos de 40%		0
			PUNTAJE_ P1	0
2. ¿Qué porcentaje de las veces son los informes distribuidos al final del día en el tiempo señalado en el informe?				
	A	90% a más		4
	B	75 a 89%		3
	C	60 a 74%		2
	D	40 a 59%		1
	E	Menos de 40%		0
			PUNTAJE_ P2	0

3. Añadir un punto por cada uno de los siguientes informes de equipo que produzcas:				
	A	Inactividad del equipo por horas en el orden de mayor a menor (semanal o mensual)		1
	B	Inactividad del equipo por dólar en orden de mayor a menor pérdida de producción (semanal o mensual)		1
	C	Costo de mantenimiento de los equipos en orden de mayor a menor (semanal o mensual)		1
	D	MTTR y MTBF para equipos		1
			PUNTAJE_P3	0
4. Añadir un punto por cada uno de los siguientes informes de mantenimiento preventivo que usted produce:				
	A	Informes del mantenimiento preventivo atrasado desde el más antiguo a más reciente		1
	B	Costo de Mantenimiento Preventivo por equipo en orden descendente		1
	C	Horas del mantimientto preventivo versus el total de horas de mantenimiento por equipo, expresado en porcentaje		1
	D	El costo del mantenimiento preventivo en contra del costo total de mantenimiento por equipo, expresado en porcentaje		1
			PUNTAJE_P4	0
5. Añadir un punto por cada uno de los informes del personal que produces:				
	A	Reporte de tiempo mostrando las horas trabajadas por empleado dividido por orden de trabajo		1
	B	Reporte de tiempo mostrando las horas trabajadas por oficio en cada departamento o área		1
	C	Reporte de tiempo mostrando el total de horas dedicadas por oficio en trabajos de: emergencia/preventivo/normal		1
	D	Reporte de tiempo mostrando el total de horas extraordinarias en comparación con las horas ordinarias		1
			PUNTAJE_P5	0

6. Añadir un punto por cada uno de los informes de planificación que se producen:			
A	Costo total estimado de las órdenes del trabajo frente al costo real de orden de trabajo por trabajo individual, por supervisor o por oficio.		1
B	Un informe de backlog que muestre las horas totales listas para programar frente a la capacidad de oficio por semana		1
C	Reporte de eficiencia en la planificación mostrando las horas y materiales previstos frente a las horas reales y materiales utilizados por orden de trabajo.		1
D	Reporte sobre la eficacia de planificación que muestre el número de trabajos cerrados cuya variación de estimación de mano de obra o material estuvieron un 20% por encima o por debajo de las estimaciones del planificador y del supervisor		1
		PUNTAJE_P6	0
7. Añadir un punto por cada uno de los reportes de programación que se generan:			
A	Horas trabajadas según lo programado en comparación con las horas reales trabajadas		1
B	Capacidad promedio semanal del personal u oficio de las últimas 20 semanas		1
C	Número total de órdenes de trabajo programadas en comparación con el número real de órdenes de trabajo completadas		1
D	Número de órdenes de trabajo consumidas en Mantenimiento Preventivo comparadas con mantenimiento de emergencia y mantenimiento normal		1
		PUNTAJE_P7	0
8. Añadir un punto por cada uno de los informes de inventario que se producen:			
A	Catálogo de Stock por orden alfabético y numérico.		1
B	Valoración del reporte de inventario.		1
C	Reporte de desempeño del Inventario mostrando la salida de stocks y el nivel de servicio, la tasa de rotación, etc.		1
D	Inventario donde se usó el reporte.		1
		PUNTAJE_P8	0

9.		Añadir un punto por cada uno de los reportes de compras que se producen:		
	A	Desempeño del proveedor mostrando fechas de entrega prometidas y reales		1
	B	Evaluación de los precios, mostrando los precios cotizados y los reales		1
	C	Reporte de desempeño de los compradores o agentes de compra		1
	D	Reporte de agotado que muestra todas las compras directas de los artículos no llevadas durante un período específico		1
			PUNTAJE_P9	0
10.		Añadir un punto por cada informe administrativo que se produce:		
	A	Costos mensuales de mantenimiento frente al presupuesto mensual de mantenimiento en lo que va del año hasta la fecha		1
	B	Comparación de los costos de mano de obra y materiales, como porcentaje de los costos totales de mantenimiento		1
	C	Costo total de contratistas desglosado por contratista / proyecto		1
	D	Costo de mantenimiento por unidad de producción (o por pie cuadrado para las instalaciones)		1
			PUNTAJE_P10	0
Sección X:		MANTENIMIENTO PREDICTIVO	TOTAL	0
			MARCAR (X)	VALOR
1.		El programa de mantenimiento predictivo incluye el análisis de vibraciones para:		
	A	Activos críticos / no críticos		4
	B	Críticos solamente		2
	C	Ninguno		0
			PUNTAJE_P1	0
2.		El programa de mantenimiento predictivo incluye la técnica de termografía para:		
	A	Activos críticos / no críticos		4
	B	Críticos solamente		2
	C	Ninguno		0
			PUNTAJE_P2	0

3. El programa de mantenimiento predictivo incluye el análisis de aceite para:			
A	Activos críticos / no críticos		4
B	Críticos solamente		2
C	Ninguno		0
		PUNTAJE_ P3	0
4. El programa de mantenimiento predictivo utiliza técnicas de alarma para:			
A	Activos críticos / no críticos		4
B	Críticos solamente		2
C	Ninguno		0
		PUNTAJE_ P4	0
5. El monitoreo basado en condición está incluido en el programa de mantenimiento predictivo.			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_ P5	0
6. ¿Está el sistema de mantenimiento predictivo vinculado al Sistema Computarizado de Gestión de mantenimiento (CMMS)?			
A	Integrado		4
B	Interconectado		3
C	No electrónicamente conectados		0
		PUNTAJE_ P6	0
7. ¿Los datos de mantenimiento predictivo son utilizados para generar órdenes de trabajo correctivas/ preventivas de mantenimiento?			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_ P7	0
8. El personal es asignado exclusivamente al programa de mantenimiento predictivo.			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_ P8	0

9. El trabajo predictivo se incluye como parte de la agenda de trabajo semanal.			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_ P9	0
10. ¿Los datos de mantenimiento predictivo se utilizan para mejorar el rendimiento y la vida útil de los activos?			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_ P10	0
Sección XI:	INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD	TOTAL	0
		MARCAR (X)	VALOR
1. La organización tiene una actitud/mentalidad de ingeniería de confiabilidad.			
A	Sí, existe como parte de la cultura de trabajo		4
B	Sí, existe y se está desarrollando como parte de la cultura de trabajo		3
C	No		0
		PUNTAJE_ P1	0
2. ¿Qué porcentaje de los historiales pertenecientes a los activos están completos, precisos y están disponible para el análisis de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)?			
A	90% o más de los activos		4
B	75 a 89% de los activos		3
C	60 a 74% de los activos		2
D	40 a 59% de los activos		1
E	Menos del 40% de los activos		0
		PUNTAJE_ P2	0
3. ¿La filosofía de mantenimiento RCM se utiliza para ajustar/refinar el programa de Mantenimiento Preventivo/Predictivo?			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_ P3	0

4. ¿Cada qué tiempo se lleva a cabo el análisis RCM en todos los activos?			
A	Anualmente		4
B	Cada 6 meses		3
C	Cada 2 años		2
D	Cada 3 años		1
E	Un poco más de tres años		0
		PUNTAJE_ P4	0
5. El historial de órdenes de trabajo es preciso en el seguimiento de las causas de fallas:			
A	90% o más del historial del activo		4
B	75 a 89% del historial del activo		3
C	60 a 74% del historial del activo		2
D	40 a 59% del historial del activo		1
E	Menos del 40% del historial del activo		0
		PUNTAJE_ P5	0
6. Están las fallas claramente identificadas:			
A	90% o más del historial del activo		4
B	75 a 89% del historial del activo		3
C	60 a 74% del historial del activo		2
D	40 a 59% del historial del activo		1
E	Menos del 40% del historial del activo		0
		PUNTAJE_ P6	0
7. Para realizar el análisis de fallas, ¿se realiza mediante herramientas tales como: árbol de fallas, Diagrama Ishikawa y Pareto, para asegurar su precisión y consistencia?			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_ P7	0
8. Se asigna personal dedicado de forma permanente para mantener el programa de RCM.			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_ P8	0

9. La dirección, ¿Considera al Mantenimiento basado en la Confiabilidad (RCM) como actividad que genera valor agregado?			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_P9	0
10. ¿Están establecidos los métodos para medir la eficacia de las actividades que realiza ingeniería de confiabilidad?			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_P10	0
Sección XII:	MANTENIMIENTO -PRÁCTICAS GENERALES	TOTAL	0
		MARCAR (X)	VALOR
1. ¿Está toda la organización enfocada en la utilización/optimización de los activos?			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_P1	0
2. La función mantener / conservar se percibe como valor agregado por (añadir 1 punto por cada área):			
A	Administración.		1
B	Operaciones.		1
C	Mantenimiento.		1
D	Tiendas y compras.		1
		PUNTAJE_P2	0
3. El sistema de recolección de datos de mantenimiento es utilizado por (añadir 1 punto por cada área):			
A	Administración.		1
B	Operaciones.		1
C	Mantenimiento.		1
D	Almacén y compras.		1
		PUNTAJE_P3	0

4. Los operadores están presentes en labores de mantenimiento de primera línea				
	A	En todas las áreas		4
	B	En algunas áreas		3
	C	En unas pocas áreas		2
	D	No se utiliza en absoluto		0
			PUNTAJE_P4	0
5. La disponibilidad total del equipamiento se calcula teniendo en cuenta los activos clave, procesos y servicios.				
	A	90% o más		4
	B	60 a 89%		3
	C	30 a 59%		2
	D	Menos del 30%		0
			PUNTAJE_P5	0
6. Las decisiones operacionales se hacen teniendo en cuenta la confiabilidad / disponibilidad del equipo.				
	A	90% o más de las veces		4
	B	60 a 89% del tiempo		3
	C	30 a 59% del tiempo		2
	D	Menos de 30% de las veces		0
			PUNTAJE_P6	0
7. Las clases de entrenamiento en habilidades sociales adecuadas (por ejemplo, las comunicaciones, liderazgo) han sido conducidas por personal adecuado:				
	A	90% o más del personal		4
	B	60 a 89% del personal		3
	C	30 a 59% del personal		2
	D	Menos del 30% del personal		0
			PUNTAJE_P7	0
8. Las clases de adiestramiento técnico han sido conducidas por personal adecuado:				
	A	90% o más del personal		4
	B	60 a 89% del personal		3
	C	30 a 59% del personal		2
	D	Menos del 30% del personal		0
			PUNTAJE_P7	0

9. ¿El programa de mantenimiento cumple con los requisitos y programas regulatorios (dispositivos legales, etc)?			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_ P9	0
10. ¿Todos son comunicados acerca de los efectos financieros de la disponibilidad/confiabilidad de los equipos?			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_ P10	0
Sección XIII:	OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA	TOTAL	0
		MARCAR (X)	VALOR
1. La duración del tiempo de inactividad (Down Time - DT) se rastrea constantemente:			
A	Para todos los activos		4
B	Por activos claves únicamente		2
C	No rastreado en absoluto		0
		PUNTAJE_ P1	0
2. El costo del tiempo de inactividad (DT) se identifica claramente para activos clave, procesos y servicios:			
A	Para todas las áreas		4
B	Por áreas claves únicas		2
C	No rastreado en absoluto		0
		PUNTAJE_ P2	0
3. Las causas de inactividad son monitoreadas con precisión y consistencia			
A	Para todos los activos		4
B	Para los activos claves únicamente		2
C	No rastreado en absoluto		0
		PUNTAJE_ P3	0
4. Los costos de mantenimiento son monitoreados de forma clara y precisa:			
A	Para todos los activos		4
B	Para los activos claves únicamente		2
C	No rastreado en absoluto		0
		PUNTAJE_ P4	0

5. Están disponibles para el análisis otros costos contribuyentes (por ejemplo: energía, calidad, contratistas):				
	A	Todos los costos		4
	B	Algunos de los costos		2
	C	Ninguno de los costes		0
			PUNTAJE_ P5	0
6. Otros costos contribuyentes (energía, calidad, contratistas, etc) son comparados en la toma de decisiones:				
	A	Todos los factores de costo		4
	B	Algunos factores de costo		2
	C	No hay factores de costo		0
			PUNTAJE_ P6	0
7. Costos de pérdida de eficiencia son exactos y están disponibles:				
	A	90% o más de los activos		4
	B	60 a 89% de los activos		3
	C	40 a 59% de los activos		2
	D	30 a 39% de los activos		1
	E	Menos del 30% de los activos		0
			PUNTAJE_ P7	0
8. Una persona dedicada o grupo es asignado para analizar los costos financieros:				
	A	Si		4
	B	No		0
			PUNTAJE_ P8	0
9. Almacenes y costos de adquisición son rastreados con precisión:				
	A	Si		4
	B	No		0
			PUNTAJE_ P9	0

10. ¿Qué tanto está disponible la información financiera?			
A	Disponible según demanda		4
B	Disponible todos los días		3
C	Disponible semanal		2
D	Disponible mensual		1
E	No disponible		0
		PUNTAJE_ P10	0
Sección XIV:	MEJORAMIENTO CONTINUO EN EL CUIDADO DE LOS ACTIVOS	TOTAL	0
		MARCAR (X)	VALOR
1. ¿Hay apoyo visible por parte de la dirección para esfuerzos de mejora continua?			
A	Fuerte apoyo		4
B	Apoyo Moderado		3
C	Débil apoyo		2
D	Ninguno		0
		PUNTAJE_ P1	0
2. ¿Existe apoyo por parte de la organización para la mejora continua?			
A	Fuerte apoyo		4
B	Apoyo Moderado		3
C	Débil apoyo		2
D	Ninguno		0
		PUNTAJE_ P2	0
3. Si la empresa se ha reducido recientemente, ¿Qué efecto ha tenido el redimensionamiento de la organización?			
A	Efecto positivo		4
B	Sin efecto		2
C	Efecto adverso		0
		PUNTAJE_ P3	0
4. ¿Cómo fue en el pasado el apoyo a los esfuerzos de mejora?			
A	Excelente		4
B	Bueno		2
C	Pobre		0
		PUNTAJE_ P4	0

5. El espíritu de cooperación entre la administración y los trabajadores es:			
A	Excelente		4
B	Bueno		2
C	Pobre		0
		PUNTAJE_P5	0
6. Lo siguiente está enfocado en la mejora continua (añadir un punto por cada una de las áreas cubiertas):			
A	Administración.		1
B	Operaciones.		1
C	Almacén / Compras.		1
D	Todo el personal.		1
		PUNTAJE_P6	0
7. La Administración apoya el entrenamiento continuo diseñado para mejorar las habilidades de los trabajadores:			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_P7	0
8. ¿Los esfuerzos de mejora continua se centran en el Retorno de Inversión (ROI)?			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_P8	0
9. ¿Los esfuerzos de mejora continua están ligados a la ingeniería de confiabilidad?			
A	Si		4
B	No		0
		PUNTAJE_P9	0
10. Las fuerzas competitivas influyen en los esfuerzos de mejora continua:			
A	90% o más de las veces		4
B	60 a 89% de las veces		3
C	40 a 59% de las veces		2
D	30 a 39% de las veces		1
E	Menos de 30% de las veces		0
		PUNTAJE_P10	0

Sección XV:		CONTRATACIÓN DE MANTENIMIENTO	TOTAL	0
			MARCAR (X)	VALOR
1.		El proceso de solicitud de contrato incluye (agregar 1 punto por cada elemento incluido):		
	A	Un proceso formal de solicitud de contrato de trabajo		1
	B	Un proceso de aprobación establecido basado en el valor monetario		1
	C	Un mecanismo para controlar aquello que está contratado y aquello que no está contratado		1
	D	Un proceso de solicitud automatizado		1
			PUNTAJE_P1	0
2.		La responsabilidad de la contratación de trabajo:		
	A	Es manejada por un especialista en contratos cuya función está enfocada exclusivamente en el contrato		4
	B	Es manejada por una sección de contratos, pero no se centra únicamente en la contratación		3
	C	Está a cargo de varias secciones que tengan responsabilidad de contratación.		2
	D	Está a cargo de quien necesite el trabajo ejecutado		0
			PUNTAJE_P2	0
3.		La lista de contratistas aprobados incluye (agregar 1 punto por cada elemento incluido):		
	A	Un contratista principal para todos los servicios requeridos		1
	B	Una alternativa en el caso de que el principal no esté disponible		1
	C	Requisitos validados, como los seguros y las tarifas de la cuadrilla.		1
	D	Los números telefónicos de todos los contactos		1
			PUNTAJE_P3	0
4.		El propietario proporciona el siguiente nivel de supervisión en la ejecución de campo subcontratación:		
	A	Personal de la empresa dedicado a la gestión del contrato en el campo		4
	B	Personal de la empresa que administra los contratos, aunque no es su función principal		2
	C	Ninguna estructura organizacional para administrar la ejecución de campo		0
			PUNTAJE_P4	0

5. Seguridad del Contratista es:			
A	Un esfuerzo conjunto (responsabilidad conjunta) entre la organización y los contratistas		4
B	Muy importante, y los contratistas tienen que rendir cuentas		3
C	Igualmente importante en la ejecución del trabajo		1
D	No es tan importante como la ejecución del trabajo		0
		PUNTAJE_P5	0
6. Existe sistema informático con las siguientes funcionalidades de contratación en el frontal del proceso (FRONT END). (suma 1 punto por cada funcionalidad):			
A	Solicitud de Contrato		1
B	Administración del contrato		1
C	Proceso de aprobación del contrato		1
D	Administración de los contratos en el campo - liberación del trabajo		1
		PUNTAJE_P6	0
7. Existe el sistema informático con las siguientes funciones de contratación en el dorsal final (BACK END): (suma 1 punto por cada funcionalidad)			
A	Empleados contratados relacionados con el contrato, tasas, habilidades, certificaciones, etc.		1
B	Hojas de asistencia electrónica - sistema sin papel		1
C	Puerta de seguridad enlazada electrónicamente		1
D	Procesos de pago de facturas		1
		PUNTAJE_P7	0
8. El sistema de contratación es:			
A	Integrado con CMMS del sitio		4
B	Un sistema completamente funcional con interfaces a los CMMS sitio		3
C	Un sistema independiente		2
D	No existe un sistema		0
		PUNTAJE_P8	0

9. La relación entre el personal de la organización y del contratista es:			
A	Una asociación centrada en la ejecución de un trabajo eficiente y eficaz		4
B	Una relación de apoyo superior / subordinado		3
C	Los contratistas son aceptados, pero no es parte del esfuerzo del equipo		2
D	Adversa; son un mal necesario		0
		PUNTAJE_ P9	0
10. El proceso de seguimiento de la facturación/costo es:			
A	Altamente desarrollado para que los responsables conocen los costos diarios		4
B	Moderadamente desarrollado; costes están disponibles semanalmente		3
C	Los costos sólo se conocen cuando las facturas se procesan (tiempo de espera largo)		2
D	Los costos no son fácilmente disponibles a los que controlan el trabajo		0
		PUNTAJE_ P10	0
Sección XVI:	GESTIÓN DOCUMENTAL	TOTAL	0
		MARCAR (X)	VALOR
1. Sistema de gestión de documentos es:			
A	Electrónica y totalmente integrado con otros sistemas		4
B	Electrónico y está interconectado con otros sistemas		3
C	Electrónico pero independiente		2
D	Papel; no electrónicos		0
		PUNTAJE_ P1	0
2. El número de planos técnicos (hecho a mano alzada o mediante CAD) incluidos en el sistema es:			
A	80% a 100%		4
B	50% a 79%		3
C	30% a 49%		1
D	Menos del 30%		0
		PUNTAJE_ P2	0

3. El intervalo de tiempo para la migración a un sistema de gestión de documentos completamente funcional y utilizable es:			
A	1 a 3 años		4
B	3 a 5 años		3
C	5 a más años		1
D	Ningún plan		0
		PUNTAJE_P3	0
4. Procedimientos de control de documentos y procesos de trabajo asociado:			
A	Existe para el sistema		4
B	Están en fase de desarrollo		2
C	No existe		0
		PUNTAJE_P4	0
5. El personal en el sitio:			
A	Han recibido capacitación, comprenden y utilizan los procedimientos de gestión de documentos		4
B	Están en el proceso de ser entrenados para usar los procedimientos		3
C	No se siguen los procedimientos o no existen		0
D	Agregar 1 punto si el entrenamiento de actualización se proporciona periódicamente		1
		PUNTAJE_P5	0
6. El sistema tiene capacidades detalladas de indexación y búsqueda, que:			
A	Hace documentos simples y fáciles de encontrar		4
B	Hacer documentos difíciles de encontrar		2
C	Indexación y capacidad de búsqueda no existen		0
		PUNTAJE_P6	0
7. El nivel de accesibilidad de los usuarios:			
A	Los usuarios tienen acceso y es fácil obtener información		4
B	Los usuarios tienen acceso, pero es difícil encontrar información		3
C	Los usuarios deben ir a un grupo separado que proporciona la información		0
D	La información no es accesible para la mayoría de los usuarios		1
		PUNTAJE_P7	0

8.		La calidad y el nivel de los documentos de control es:		
	A	Excelente		4
	B	Buena		3
	C	Normal		2
	D	Pobre		1
	E	Muy pobre		0
			PUNTAJE_ P8	0
9.		El número de documentos incluidos en el sistema de gestión de documentos es:		
	A	80% a 100%		4
	B	50% a 79%		3
	C	30% a 49%		1
	D	Menos del 30%		0
			PUNTAJE_ P9	0
10.		El sistema de gestión de documentos es usado por:		
	A	Todo el personal de mantenimiento		4
	B	Solo los gerentes y supervisores		2
	C	Sólo el personal que informa al personal mantenimiento		0
			PUNTAJE_ P10	0