

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

**Facultad de Ingeniería Administrativa e Ingeniería Industrial
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA ADMINISTRATIVA**



**IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN SISTEMA SAP
PM PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LA LINEA L821, EN LA EMPRESA
CBC PERUANA S.A.C. LIMA 2021**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

AUTOR:

BACHILLER: AVILA COTRINA, CARLO MAGNO

Para optar el título profesional de INGENIERO ADMINISTRATIVO

ASESOR:

Dr. Peña Huertas, José Gustavo

Lima, febrero de 2022

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado:

A Dios por otorgarme salud para lograr mis objetivos.

A mi Esposa e Hijo, por siempre brindarme su apoyo y amor, sobre todas las cosas, alentaron que cumpla los objetivos trazados. Ustedes siempre serán mi motivación.

A mi padre que desde el cielo me da sus bendiciones y por haberme inculcado y guiado para ser una mejor persona y poder lograr mis metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las personas que en el transcurso de mi vida me dieron buenos consejos y enseñanzas en las pasantías que tuve en las diferentes empresas.

A los profesores desde el colegio, instituto y universidad que aportaron a mi formación profesional, gracias por su comprensión y enseñanza.

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA	12
1.1 Datos generales de la empresa	12
1.2 Nombre de la empresa	12
1.3 Ubicación de la institución.	13
1.4 Giro de la Institución	13
1.5 Tamaño de la institución	13
1.6 Breve reseña histórica del Ministerio de Educación	14
1.7 Organigrama resumido del Ministerio de Educación	15
1.8 Misión, visión y políticas de la institución	17
1.9 Servicios y clientes del Ministerio de Educación	18
1.10 Premios y certificaciones de la empresa	19
CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
2.1 Descripción de la realidad problemática	22
2.2 Formulación del problema	23
2.3 Objetivo general y objetivos específicos	23
2.4 Delimitación del estudio	24
2.5 Justificación e importancia de la investigación	25

2.6	Alcance y limitaciones	26
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO		27
3.1	Bases teóricas	28
3.2	Investigaciones	42
3.3	Marco conceptual.....	47
3.4	Marco legal (Siempre que corresponda)	50
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA		51
4.1	Tipo y nivel de investigación.....	51
4.2	Población y muestra.....	52
4.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	53
4.4	Procesamiento de datos	53
CAPÍTULO V: ANÁLISIS CRÍTICO Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS (ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS)		54
5.1	Análisis crítico	54
5.2	Planteamiento de alternativas de solución.....	59
5.3	Evaluación de alternativas de solución	60
CAPÍTULO VI: PRUEBA DE DISEÑO (DESARROLLO Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA ELEGIDA).....		62
6.1	Justificación de la propuesta elegida.....	62
6.2	Desarrollo de la propuesta elegida:	63
CAPÍTULO VII: IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....		87
7.1	Calendario de actividades y recursos	
7.2	Propuesta económica de implementación	
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		91
8.1	Conclusiones.....	91
8.2	Recomendaciones	92
FUENTES DE INFORMACIÓN.....		93
ANEXOS.....		95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Números de equipos de la línea L821.....	52
Tabla 2: Tabla de priorización análisis de causa.....	58
Tabla 3: Tabla de priorización tipos de mantenimiento implementados línea L821	60
Tabla 4: Matriz RACI para elaboración de matriz de criticidad.....	64
Tabla 5: Evaluación de equipos, utilizando matriz de criticidad	65
Tabla 6: Frecuencia de actividades predictivas	76
Tabla 7: Costo de implementación del proyecto	88
Tabla 8: Costo de mano de obra.....	89
Tabla 9: Diferencias de costo por pérdida de volumen y con proyecto	89
Tabla 10: Cuadro de volumen propuesto 2021	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Logo de CBC	12
Figura 2: Ubicación de planta CBC Huachipa.....	13
Figura 3: Organigrama general de la empresa	15
Figura 4: Organigrama del área de mantenimiento	16
Figura 5: Portafolio de productos CBC	18
Figura 6: Programa de botellas que empoderan	19
Figura 7: Certificado huella de carbono.....	20
Figura 8: Proceso de envasado Línea L821	23
Figura 9: Concepción Actual del Mantenimiento	29
Figura 10: Cuatro Generaciones del Concepto de Mantenimiento	30
Figura 11: Logo SAP PM	31
Figura 12: Técnicas predictiva analizador de vibraciones	32
Figura 13: Técnica predictiva analizador termografía	33
Figura 14: Diagrama de Pareto.....	39
Figura 15: Diagrama causa y efecto	40
Figura 16: Grafico eficiencia línea L821	55
Figura 17: Diagrama Ishikawa	56
Figura 18: Diagrama Pareto paradas equipos.....	57
Figura 19: Evaluación de equipos críticos	66
Figura 20: Estrategia de mantenimiento	66
Figura 21: Inspección de paneles eléctricos	68
Figura 22: Inspección de motor eléctrico.....	69
Figura 23: Medición de análisis vibracional en campo.....	71
Figura 24: Puntos de medición.....	71

Figura 25: Rango de anomalías análisis vibracional.....	72
Figura 26: Anomalías detectadas análisis vibracional	72
Figura 27: Ejemplo de contaminación de aceites	73
Figura 28: Espejo de ruta	75
Figura 29: Ubicación técnica Línea L821 en SAP	77
Figura 30: Equipos dentro de ubicación técnica de línea L821 en SAP	78
Figura 31: Hoja de ruta	79
Figura 32: Plan de mantenimiento en SAP	80
Figura 33: Generación de ordenes mantenimiento SAP	81
Figura 34: Programa de producción	82
Figura 35: Programación de orden de mantenimiento en SAP.....	83
Figura 36: Orden de mantenimiento impreso	85
Figura 37: Planificación de mantenimiento	86
Figura 38: Cronograma de implementación de proyecto	87

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como objeto la “implementación de mantenimiento predictivo en sistema SAP PM para mejorar la eficiencia de la línea L821 en la empresa CBC PERUANA S.A.C”. El objetivo principal es implementar el mantenimiento predictivo en sistema SAP PM para mejorar la eficiencia de la línea L821, en la empresa CBC PERUANA S.A.C.

La metodología empleada para el desarrollo de la investigación es de tipo cuantitativo transversal y nivel de investigación aplicativo. La población y la muestra están constituidos por datos cuantitativos obtenidos de las horas de paradas electromecánicas que afectan la eficiencia de la línea L821, en los primeros 6 meses del año. Las técnicas utilizadas fueron la observación, análisis documental y los instrumentos de recolección de datos fueron una ficha de observación e informes y reportes internos de la empresa. La validación de instrumentos fue validada por el área de producción.

Se concluyó, que la eficiencia aumentó en 9% y como resultado final, la eficiencia llegó a 93,4% sobre una meta de 85,5%, por ello se aprueba los objetivos generales y específicos y se concluye que la implementación del mantenimiento predictivo en el sistema SAP PM, incrementa la eficiencia de la línea L821 en la empresa CBC PERUANA S.A.C.

Palabras clave: Eficiencia, mantenimiento predictivo, sistema SAP PM.

ABSTRACT

The purpose of this professional proficiency work is the "Implementation of predictive maintenance in the SAP PM system to improve the efficiency of the L821 line in the company CBC PERUANA SAC". The main objective is to implement predictive maintenance in the SAP PM system to improve the efficiency of the L821 line, in the company CBC PERUANA S.A.C.

The methodology used for the development of the research is of a transversal quantitative type and application research level. The population and the sample are made up of quantitative data obtained from the hours of electromechanical outages that affect the efficiency of the L821 line, in the first 6 months of the year. The techniques used were observation, documentary analysis and the data collection instruments included an observation sheet and reports and internal reports of the company. The validation of the instrument was validated by the production area.

It was concluded that the efficiency increased by 9% and as a final result the efficiency reached 93.4% over a goal of 85.5%, for which the general and specific objectives were evaluated and it was concluded that the implementation of predictive maintenance in the SAP PM system, increases the efficiency of the L821 line in the company CBC PERUANA S.A.C.

Keywords: Efficiency, predictive maintenance, SAP PM system.

INTRODUCCIÓN

La empresa CBC PERUANA S.A.C., se dedica a la elaboración, envasado y distribución de bebidas gasificadas y agua, dentro de estos tres procesos productivos, el proceso de envasado no viene cumpliendo con el volumen propuesto, esto debido a la baja eficiencia en la línea L821.

En termino generales las causas que vienen afectando la eficiencia, son los paros electrotécnicos debido a un mantenimiento inoportuno, no se tiene claro el diagnostico real de los equipos para tomar acciones preventivas antes de que ocurra la falla.

Para sostener el proyecto se hizo un análisis documental con los datos de eficiencia de los primero seis meses del año, se verificó las posibles causas que afectaban los paros electromecánicos de los equipos de la línea L821, los cuales afectaban directamente la eficiencia de la línea.

Por ello para hacer frente a esta problemática se optó por “la implementación del mantenimiento predictivo en sistema SAP PM”.

La estructura del trabajo comprende los siguientes capítulos:

En el capítulo 1 se presenta información general de la empresa.

En el capítulo 2 se aborda la descripción de la realidad problemática, formulación del problema, objetivos generales y específicos, delimitación del estudio, justificación de la importancia de la investigación y alcance y limitaciones.

En el capítulo 3 se desarrolla el marco teórico, basado en el mantenimiento predictivo, sistema

SAP PM, herramientas de calidad, mantenimiento basado en confiabilidad RCM.

En el capítulo 4 se presenta la metodología para el proyecto tipo cuantitativo transversal y nivel de investigación aplicativo. Se considera la población, horas de paradas de equipos de la línea,

En el capítulo 5 se evalúa el análisis crítico, se utiliza las herramientas de calidad, análisis de causas, Pareto y tabla de priorizaciones, para luego determinar las alternativas de solución.

En el capítulo 6, se evalúa la alternativa de solución para el proyecto, para luego pasar al desarrollo de la propuesta.

En el capítulo 7 implementación de proyecto cronograma de actividades y costo de proyecto.

En el capítulo 8 conclusiones y recomendaciones respectivas

CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA

CBC es un grupo de empresas de bebidas, con el portafolio más grande de la región de Centro América y América de Sur, exportamos a más de 35 países. Somos la compañía de bebidas de las Américas.

1.1 Datos Generales de la Empresa

Nombre: CBC PERUNA S.A.C.

RUC: 20600281489

Fecha de inicio de actividades: 08/04/2015

Estado de la empresa: Activo

Actividad: Principal: Elaboración de bebidas no alcohólicas

1.2 Nombre de la Empresa

CBC PERUANA S.A.C.

1.2.1 Logo de la Empresa:

Según se observa en la figura 1.

Figura 1

Logo CBC



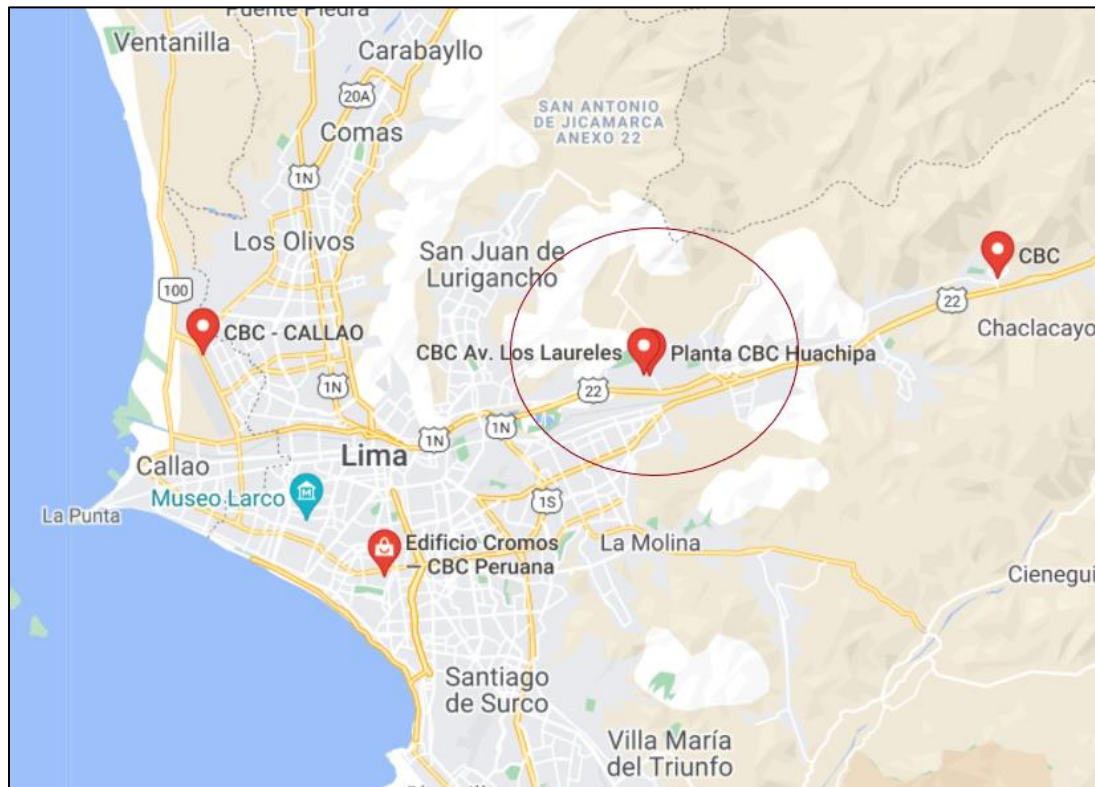
Nota. Fuente CBC

1.3 Ubicación de la Empresa

Dirección: Av. Los Laureles 127, Lurigancho-Chosica 15457. Según se observa en la figura 2. la ubicación de la empresa.

Figura 2

Ubicación de planta CBC Huachipa



Nota: De Google Maps.

1.4 Giro de la Empresa

Elaboración de bebidas no alcohólicas.

1.5 Tamaño de la Empresa

El tamaño de la empresa se describirá como terreno de 140 m² x 510 m² con área total de 71400 m². Cuenta con aproximadamente 500 trabajadores.

1.6 Breve Reseña Histórica

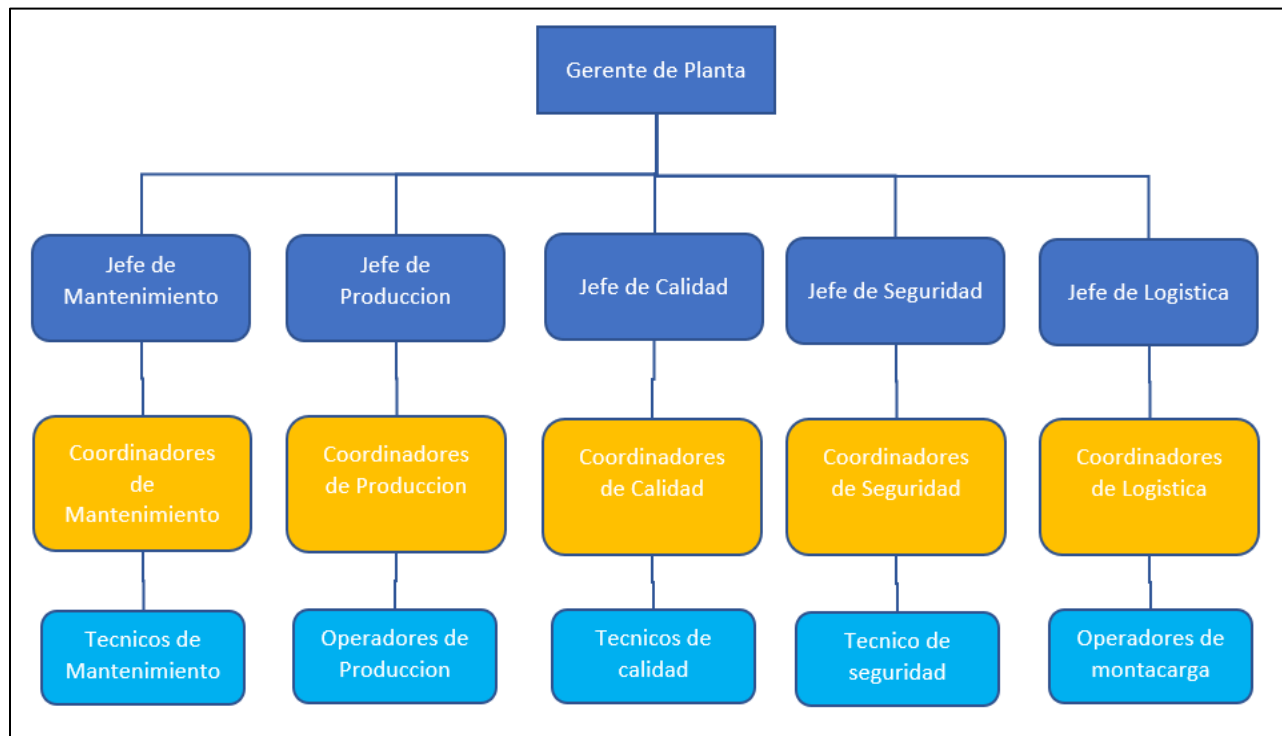
- Comienza en 1885 con la fundación de cbc como empresa de bebidas artesanales.
- 1942. PepsiCo nos nombra Embotellador. El primero a nivel internacional por excelencia operativa.
- 1996. Iniciamos la expansión internacional como Embotelladora Ancla de PepsiCo.
- 2003. Desarrollamos alianzas estratégicas con Ambev del Grupo AB InBev.
- 2009. Ampliación del portafolio para incluir jugos, néctares e isotónicos.
Adquisición de la planta de Livsmart en El Salvador. Expansión al Caribe.
Constitución de Pepsi Cola Jamaica y cbc Puerto Rico.
- 2011. Primera expansión en Sudamérica. Entramos a Ecuador en alianza con Grupo Tesalia y Tropical. Ese mismo año recibimos el reconocimiento de PepsiCo como Mejor Embotellador a nivel mundial.
- 2013. Adhesión al Pacto Mundial de las Naciones Unidas, reafirmando nuestro compromiso con el desarrollo y la sostenibilidad.
- 2016. Liv Smart evoluciona a Beliv y se convierte en una Unidad de Negocio para el desarrollo de bebidas nutricionales y funcionales. Beliv llega a Argentina con Citric
- 2015. Inicia operaciones en Perú comprando las plantas de propiedad de Ambev, en Piura y Lima respectivamente.

1.7 Organigrama Resumido

Se presenta los organigramas de la empresa, según figura 3 y 4.

Figura 3

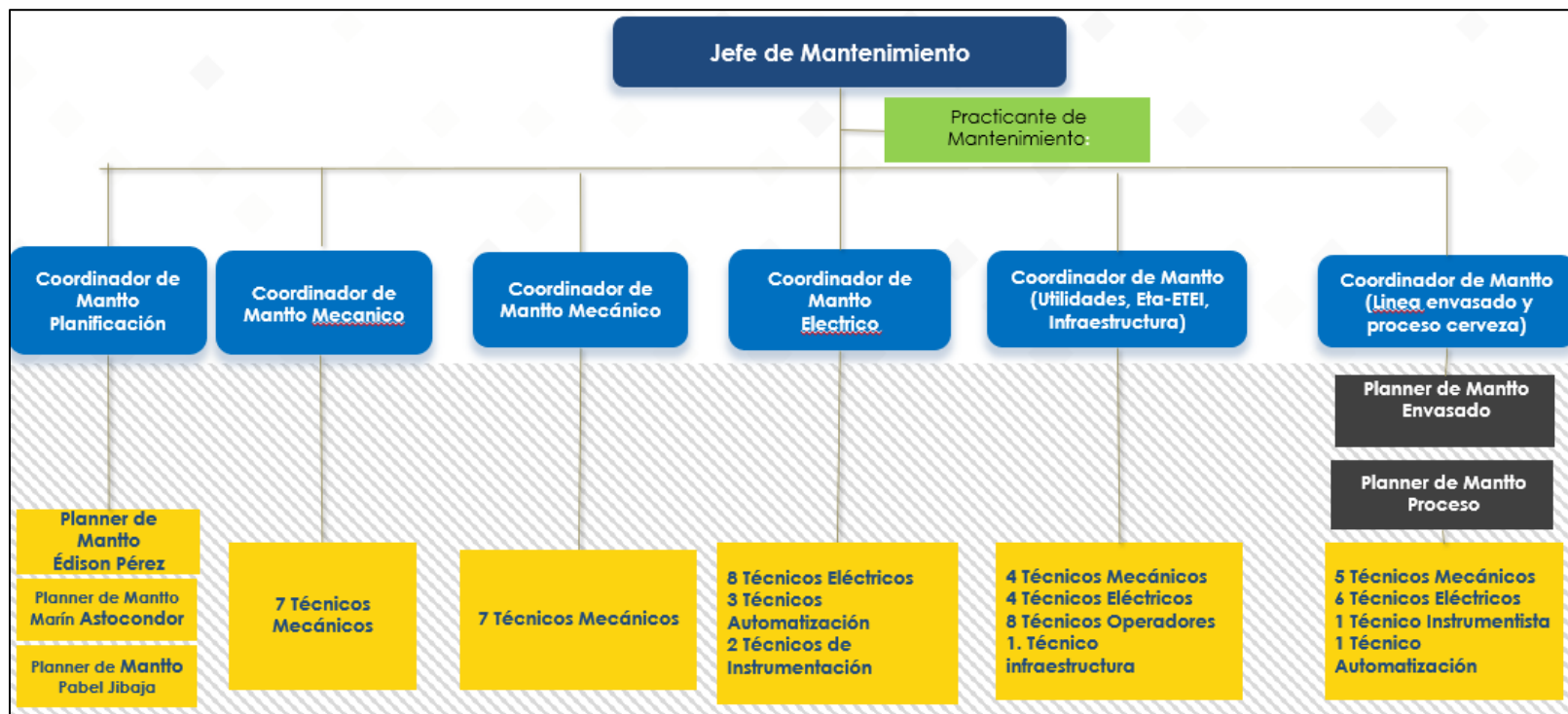
Organigrama General de la Empresa



Nota. Organigrama general de la empresa, fuente archivo CBC

Figura 4

Organigrama del Área de Mantenimiento



Nota. Organigrama del área de mantenimiento, fuente archivo tecnico CBC área mantenimiento

1.8 Misión, visión y políticas de la institución

1.8.1 Misión:

Crear valor para nuestros clientes y consumidores mediante equipos de alto desempeño con el mejor portafolio de marcas en todas las oportunidades de consumo.

1.8.2 Visión:

Posicionarse como la solución más óptima para nuestros clientes, posicionándonos en la primera opción en el punto de venta e impulsando el desarrollo de un mundo mejor.

1.8.3 Políticas:

Política de Calidad e Inocuidad:

Como empresa que participa directa o indirectamente en la fabricación de alimentos o bebidas, nos comprometemos a garantizar la calidad y la seguridad de nuestros productos para todas las partes interesadas mediante la mejora continua de nuestro sistema de gestión de la seguridad, el cumplimiento de los requisitos legales, del cliente y otros requisitos aplicables, y el mantenimiento de comunicación efectiva.

Política Ambiental:

Como empresa dedicada directa o indirectamente a la fabricación de alimentos o bebidas, nos enfocamos en prevenir, minimizar y compensar nuestro impacto en el medio ambiente desde una perspectiva de ciclo de vida para garantizar la continuidad de nuestro negocio.

Política de salud y seguridad en el trabajo:

Como empresa dedicada directa o indirectamente a la elaboración de alimentos o bebidas,

tenemos el compromiso de identificar y eliminar los peligros y reducir los riesgos laborales vinculados a la realización de las actividades, asegurando un lugar de trabajo seguro y saludable a través de personal competente. Cumplir con los requerimientos legales adaptables y otros requisitos obtenidos por el Grupo de Empresas en materia de seguridad y salud en el trabajo en los países en los que operamos para resguardar la salud y vida de los trabajadores, asociados, contratistas, proveedores, invitados y otros grupos de interés; mejora del sistema de gestión de seguridad y salud laboral.

1.9 Productos y Clientes

1.9.1 Productos.

La empresa CBC dentro de su portafolio tiene una variedad de productos entre las principales tenemos los siguientes productos, Pepsi, concordia piña, fresa, triple cola, frutaris, energía 220, etc. Según se observa en la figura 5 portafolio productos CBC.

Figura 5

Portafolio de Productos CBC



Nota. Imagen de portafolio de productos CBC, fuente página web CBC

1.9.2 Cliente.

Nuestros productos van dirigido a todo el público consumidor de bebidas a través de los canales de venta, a supermercados, tiendas, bodegas, etc.

1.10 Premios y Certificaciones de la Empresa.

1.10.1 Premios.

Reconocimiento por elaborar programa botellas que empoderan, este programa consiste en involucrar a un grupo de trabajadores con las comunidades vulnerables, quienes llevan una serie de capacitaciones de como darle un segundo uso a las botellas recicladas, para que estas comunidades tengan un ingreso adicional, Según se observa en la figura 6.

Figura 6

Programa botellas que Empoderan



Nota. Documental transmitido en YouTube, Fuente correo CBC Comunicaciones internas.

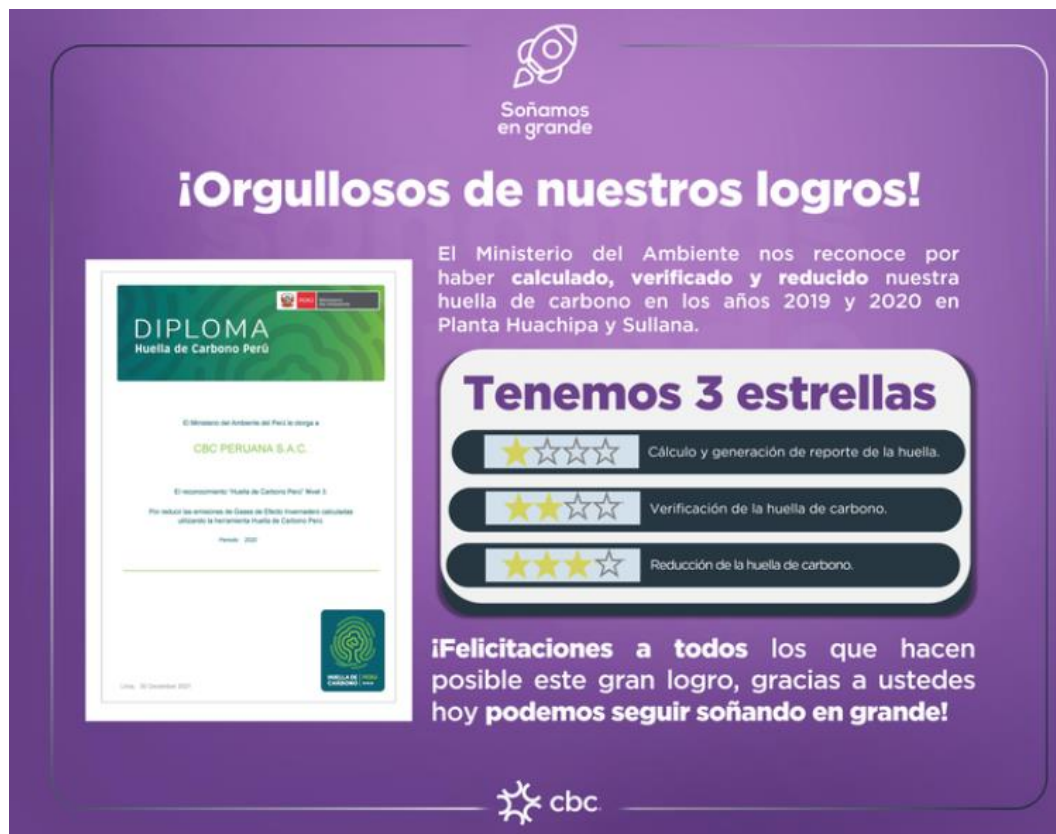
1.10.2 Certificaciones.

Reconocimiento del ministerio de Ambiente por haber calculado, verificado y reducido nuestra huella de carbono en los años 2019, 2020. En planta Huachipa y Sullana.

Según se observa en la figura 7.

Figura 7

Comunicación Certificación Huella de Carbono



Nota. Diploma otorgado por el ministerio de ambiente, fuente comunicaciones internas CBC

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción de la Realidad Problemática

En el mundo las empresas están enfocadas en ampliar la productividad industrial de sus procesos e indicadores de eficiencia. Por eso la importancia de implementar el mantenimiento industrial, para garantizar que los equipos funcionen apropiadamente que conforman los procesos productivos para incrementar la productividad industrial.

Existen técnicas de mantenimiento que las industrias aplican a sus procesos ellos son:

Mantenimiento Preventivo.

Actividades de mantenimiento programado con frecuencias establecidas, para conservar en condiciones óptimas el equipo.

Mantenimiento Correctivo.

Son actividades de mantenimiento cuando ya ocurrió la avería o falla.

Mantenimiento Predictivo.

Son actividades de mantenimiento donde se utilizan equipos de alta precisión que detectan las posibles fallas en fase prematura, donde se puede realizar el mantenimiento antes que falle el equipo.

Para aplicar estas técnicas de mantenimiento las industrias deben de tener una gestión de mantenimiento implementada, existen varios programas o software de gerenciamiento de mantenimiento entre ellos existe la plataforma SAP PM.

En la empresa CBC PERUANA S.A.C. Se ha evidenciado la baja eficiencia en la Línea L821, que está conformado por los siguientes equipos: Sopladora de botellas, Llenadora,

Capsuladora, etiquetadora, envolvedora y paletizadora, según se observa en la figura 8, estos equipos no vienen cumpliendo con la confiabilidad técnica, ocasionando paradas en pleno proceso de producción; de envasado de gaseosa en los formatos desde 750 ml a 3L. Esto se debe a que no se cuenta con un plan de mantenimiento predictivo realizado a los equipos principales, por lo tanto, no se puede predecir una falla en su etapa prematura esto implica en la baja eficiencia de la línea y por ende el no cumplimiento de programa de producción planificado, esto puede originar un riesgo de desabastecimiento de producto en el mercado y por ende la pérdida de participación en el mercado.

Se ha identificado las causas principales que provocan el problema de baja eficiencia.

Se clasifican en 6 categorías:

1. Personal: Falta de capacitación técnicas de análisis predictivas.
2. Métodos de trabajo: Gestión de mantenimiento manual en planillas Excel.
3. Maquinarias: Fallas mecánicas.
4. Materiales: Falta de equipos para realizar análisis de mantenimiento predictivo.
5. Entorno (medio ambiente)
6. Medición: Disponibilidad de equipos para realizar mantenimiento.

Con lo expuesto anteriormente es imprescindible que la empresa CBC PERUANA S.A.C., establezca las medidas preventivas para optimizar y garantizar el cumplimiento del programa de producción, implementando el mantenimiento predictivo en sistema SAP PM. Para que la planificación y programación del mantenimiento predictivo sea gerenciado por este sistema SAP PM. Y se logre diagnosticar posibles averías en etapa prematura utilizando equipos especiales con

la técnica predictiva, para obtener un mejor desempeño de los equipos y por ende el aumento de la eficacia de la línea de productiva L821.

Figura 8

Proceso de Envasado Línea L821



Nota. Equipos que conforman el proceso de envasado de la línea L821, fuente matriz de inducción CBC

2.2 Formulación del problema

2.2.1 Problema Principal

¿De qué manera la implementación del mantenimiento predictivo en el sistema SAP PM mejora la eficiencia de la línea de producción L821, en la empresa CBC PERUANA S.A.C. 2021?

2.2.2 Problemas Secundarios

¿De qué manera la implementación del mantenimiento predictivo en el sistema SAP PM mejora la gestión de mantenimiento de la línea de producción L821, en la empresa CBC PERUANA S.A.C.?

¿De qué manera la implementación del mantenimiento predictivo en el sistema SAP PM mejora de la confiabilidad técnica de los equipos de la línea de producción L821, en la empresa CBC PERUANA S.A.C.?

¿De qué manera la implementación del mantenimiento predictivo en el sistema SAP PM mejora el rendimiento de la línea de producción L821, en la empresa CBC PERUANA S.A.C.?

2.3 Objetivo General y Objetivos Específicos

2.3.1 *Objetivo General*

Implementar el mantenimiento predictivo en el sistema SAP PM para mejorar la eficiencia de la línea de producción L821, en la empresa CBC PERUANA S.A.C.

2.3.2 *Objetivos específicos*

Implementar el mantenimiento predictivo en el sistema SAP PM para mejorar la gestión de mantenimiento de la línea de producción L821, en la empresa CBC PERUANA S.A.C.

Implementar el mantenimiento predictivo en el sistema SAP PM para mejorar la confiabilidad técnica de los equipos de la línea de producción L821, en la empresa CBC PERUANA S.A.C.

Implementar el mantenimiento predictivo en el sistema SAP PM para mejorar el rendimiento de la línea de producción L821, en la empresa CBC PERUANA S.A.C.

2.4 Delimitación del Estudio

2.4.1 *Delimitación Espacial*

El trabajo de investigación se desarrolla en la línea L821, en la empresa, CBC PERUANA S.A.C. LIMA.

2.4.2 *Delimitación Temporal*

El periodo el cual se desarrolló la investigación es en el año 2021

2.4.3 *Delimitación Social*

La presente investigación favorece a todas las industrias que cuenten con:

- Sistema mantenimiento predictivo.
- Sistema SAP PM

2.5 Justificación e Importancia de la Investigación

2.5.1 *Justificación de la Investigación*

La razones y motivos que impulsó al equipo de mantenimiento a realizar el presente trabajo son por que se identificó la baja eficiencia de la línea L821, por no contar con el plan de mantenimiento predictivo dentro del sistema SAP PM.

Justificación teórica

Se aprovecha todos los aportes de investigadores sobre las técnicas predictivas y estudios de diversos autores en sistema SAP PM.

Justificación práctica

Prioriza la gestión del mantenimiento predictivo en sistema SAP PM como alternativa para mejorar la eficiencia de la línea L821.

Justificación metodológica

La justificativa metodológica de esta investigación incide en la mejora de eficiencia de la Línea L821, a través de la implementación del mantenimiento predictivo en sistema SAP PM, Con este sistema vamos a obtener los datos del cumplimiento de la ejecución de las actividades predictivas en tiempo real.

2.5.2 *Importancia de la Investigación*

La importancia es la implementación del mantenimiento predictivo en sistema SAP PM.

Es que se logre diagnosticar posibles averías en etapa prematura utilizando equipos especiales con la técnica predictiva, para obtener un mejor desempeño de los equipos y por ende el incremento de la eficiencia de la línea de producción L821. También se logre que la gestión del mantenimiento sea más eficiente utilizando el sistema SAP PM.

2.6 Alcance y Limitaciones

2.6.1 Alcance

La ejecución del siguiente trabajo de investigación aplica para las líneas de producción de la empresa CBC PERUANA S.A.C.

2.6.2 Limitaciones

El proyecto estará limitado a la implementación de mantenimiento predictivo en sistema SAP PM, de la línea L821.

El proyecto no contempla otras áreas de la empresa.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 Bases Teóricas

3.1.1 *Historia y Evolución del Mantenimiento.*

Adrián Cruz Jasso, en su proyecto para obtener título, “implementación del mantenimiento predictivo en la empresa AGR-RACKEND”, México 2011.

Alrededor de 1950, la palabra "mantenimiento" comenzó a usarse en la industria en los Estados Unidos, mientras que en Francia la palabra "recreación" se impuso gradualmente. El concepto ha evolucionado desde una simple función de reparación y mantenimiento de equipos para asegurar la producción (entretenimiento) a un concepto de mantenimiento con la función de prevenir, corregir y revisar equipos para optimizar los costos generales Figura 9.

No obstante lo anterior, los servicios de mantenimiento ocupan una posición muy variable según el tipo de industria:

- Posición fundamental en centrales nucleares e industrias aeronáuticas.
- Posición importante en industrias de proceso.
- Posición secundaria en empresas con costos de paro bajos.

De igual manera, se distinguen 4 generaciones en el desarrollo del concepto de mantenimiento, Según se observa en la figura 10

1ª Generación:

Desde la Revolución Industrial hasta después de la SGM, considerada la más extensa,

aunque aún prevalece en muchas industrias. El mantenimiento sólo implica la reparación de averías. Esto es mantenimiento correctivo.

2ª Generación:

Entre la Segunda Guerra Mundial y fines de la década de 1970, se descubrió una relación entre la edad del equipo y la probabilidad de falla. Comienza el reemplazo preventivo. Esto es mantenimiento preventivo.

3ª Generación:

Aparecido a principios de la década de 1980, los estudios causales se iniciaron para encontrar la causa raíz del problema. Actuar antes de que las consecuencias sean inaceptables es mantenimiento predictivo o detección temprana de síntomas incipientes. Producción comienza a participar en labores de localización de fallas.

4ª Generación:

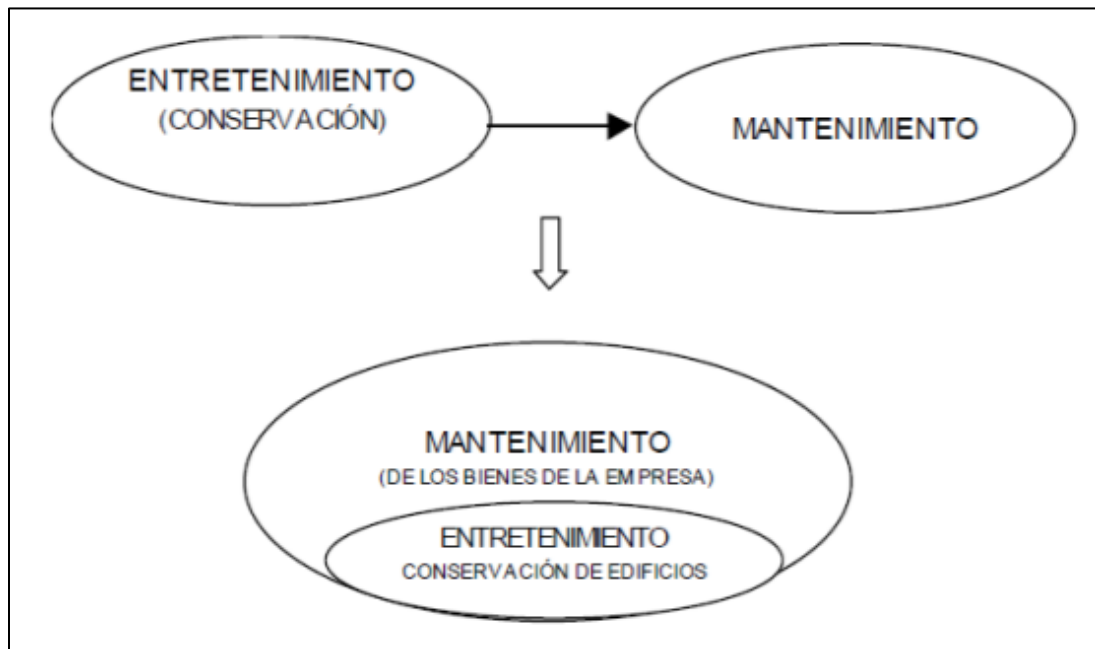
Apareció a principios de la década de 1990. El mantenimiento es visto como parte de un concepto de calidad total: "Con una gestión de mantenimiento adecuada, se puede reducir los costos y aumentar la disponibilidad. Este es un mantenimiento fundado en el riesgo.

(MBR): El mantenimiento se considera un proceso corporativo en el que también intervienen otros departamentos. En contraste con el antiguo concepto de alimentos como un "mal necesario", los alimentos se identifican como una fuente de beneficio. La posibilidad de fallo de las máquinas y las consecuencias vinculadas para la empresa son riesgos que deben gestionarse para proporcionar la disponibilidad que se necesita en cada situación al menor coste. Las personas y las herramientas deben cambiar de mentalidad:

- Ingeniería del Riesgo (Establecer consecuencias de fallos que son aprobadas o no).
- Estudio de Fiabilidad (Reconocer trabajos preventivos realizables y rentables).
- Mejora de la Mantenibilidad (Disminuir tiempos y costes de mantenimiento).

Figura 9

Concepción Actual del Mantenimiento.

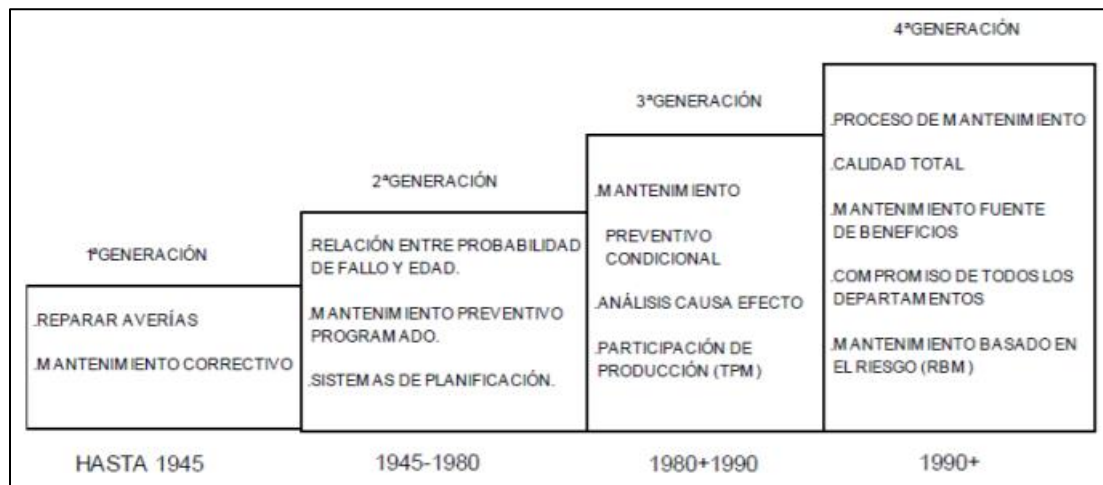


Nota. Concepción del mantenimiento, fuente

<https://www.uttt.edu.mx/CatalogoUniversitario/imagenes/galeria/63A.pdf>

Figura 10

Cuatro Generaciones del Concepto de Mantenimiento.



Nota. Generaciones de Mantenimiento, fuente

<https://www.uttt.edu.mx/CatalogoUniversitario/imagenes/galeria/63A.pdf>

3.1.2 Historia y Antecedentes del Sistema SAP PM

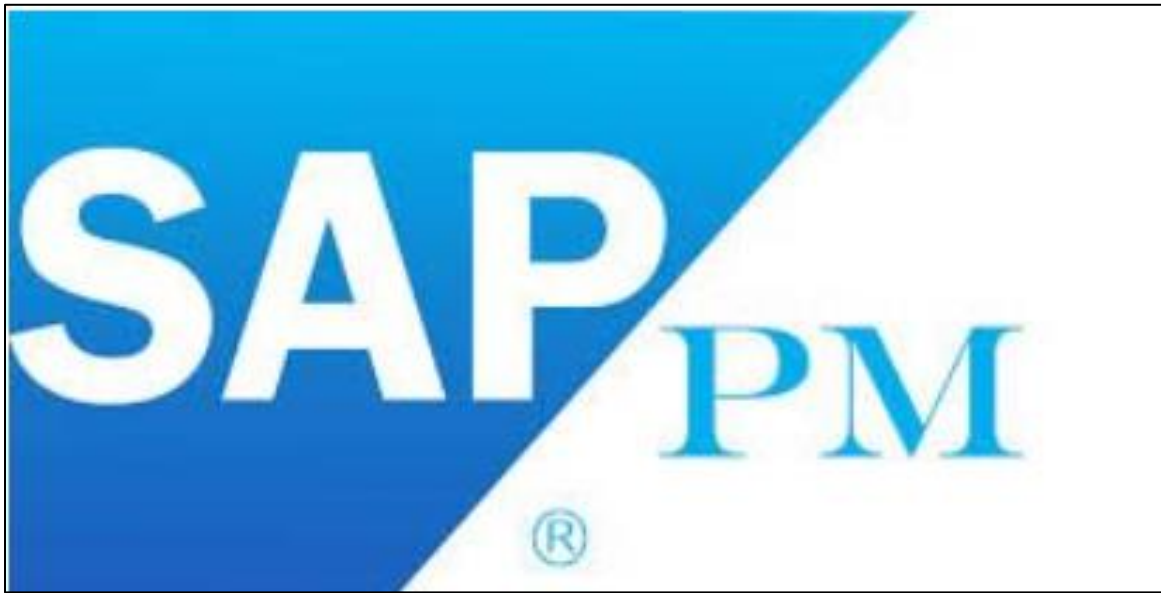
Gerardo Ozuna Guzmán, en su proyecto para obtener título, “Implementación del módulo PM (Plant Maintenance) del Sistema SAP para planes de mantenimiento en la empresa Grupo Pecuario San Antonio S.A. de C.V.”, México 2014.

Fundada en 1972, SAP ha crecido hasta posicionarse como la quinta empresa de software más grande del mundo. Con sede en Walldorf, Alemania, SAP es el tercer mayor proveedor de software independiente.

SAP es tanto el nombre de la empresa como el nombre del sistema informático. El sistema contiene muchos módulos integrados que cubren casi todos los aspectos de la gestión empresarial. Fue perfeccionado para satisfacer los crecientes requerimientos de las organizaciones globales, y

su relevancia no se puede subestimar. SAP tiene la vista puesta en todo el negocio, por lo que proporciona un sistema único que admite casi todas las áreas a globalmente. Logotipo del sistema SAP PM, como se muestra en la Figura 11.

Logo SAP PM



Nota. Logo sistema SAP PM, fuente: <https://www.google.com>

3.2 Bases Teóricas

3.2.1 Mantenimiento Predictivo

Según, Scientia et Technica Año XVI, No 45, Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701 En su artículo “Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria”, agosto 2010

Expresa: El mantenimiento predictivo contiene una sucesión de pruebas no destructivas trazadas para chequear el funcionamiento de los equipos para descubrir indicaciones de advertencia de que algunas de sus partes no funcionen de forma correcta. Mediante este método de

mantenimiento, al encontrar una falla, se puede organizar el mantenimiento correspondiente de forma oportuna sin que sea afectado el proceso productivo, desarrollando así la existencia útil de la maquinaria. Las pruebas más utilizadas en la industria son:

Análisis de Vibraciones:

Este método de mantenimiento predictivo está basado en estudiar el funcionamiento de las máquinas rotativas mediante su conducta vibratoria. Todas las máquinas tienen algún nivel de vibración, incluso si están funcionando normalmente, sin embargo, cuando ocurre una anomalía, estos niveles normales de vibración cambian, lo que indica la necesidad de modificaciones en el equipo. Este análisis de vibraciones se realiza con un examinador de vibraciones según se observa en la figura 12.

Figura 12

Técnica Predictiva Analizador de Vibraciones



Nota. Técnica de análisis predictiva, fuente www.fluke.com

Termografía:

Técnica que estudia la conducta de la temperatura de las máquinas para establecer si están funcionando apropiadamente. La energía que expresa una máquina desde su superficie viaja a la velocidad de la luz como ondas electromagnéticas, esta energía es proporcional a su

temperatura, lo que quiere decir que a mayor calor, más energía se emite. Dado que estas ondas son más largas de lo que el ojo humano puede captar, se necesita usar un instrumento que convierta esta energía en el espectro visible para poder observar y estudiar la distribución de esta energía. Como se expone en la figura 13.

Figura 13

Técnica Predictiva Analizador Termografía



Nota. Técnica de análisis Termográfico, fuente www.fluke.com

Análisis de Aceite:

Determina el estado de funcionamiento de una máquina mediante el estudio de las propiedades físicas y químicas de su aceite lubricante. El aceite tiene gran importancia en una máquina porque la preserva del desgaste, controla su temperatura y elimina las impurezas. Cuando el aceite está muy contaminado y/o degradado, no puede cumplir con estas funciones y la máquina empieza a fallar. Las técnicas de estudio de aceite permiten cuantificar el grado de

contaminación y/o degradación de los productos derivados del petróleo a través de una serie de pruebas realizadas en laboratorios especializados sobre muestras tomadas de máquinas en funcionamiento o recién paradas. El nivel de contaminación del aceite está relacionado con la presencia de partículas de desgaste y objetos extraños, por lo que es un buen indicador del estado de la máquina. El grado de degradación de un aceite determina su propio estado, ya que representa la pérdida de capacidad lubricante por cambios en sus características y propiedades aditivas.

La contaminación en muestras de aceite se determina mediante cuantificación:

- Partículas metálicas de desgaste
- Combustible
- Agua
- Materias carbonosas
- Insolubles

Determinación de la degradación en muestras de aceite mediante la cuantificación de estas propiedades:

- Viscosidad
- Detergencia
- Basicidad
- Constante Dieléctrica

3.2.2 Módulo PM – Plant Maintenance.

Gerardo Ozuna Guzman, en su proyecto para obtener título, “Implementación del módulo

PM (Plant Maintenance) del Sistema SAP para planes de mantenimiento en la empresa Grupo Pecuario San Antonio S.A. de C.V.”, México 2014.

Expresa:

El Módulo de Mantenimiento de Planta está diseñado para satisfacer los requerimientos de planificación, gestión, seguimiento y control de las labores de mantenimiento. Tipos de mantenimiento cubiertos:

- Correctivo
- Preventivo: Se hace en función de avisos que se emiten automáticamente según una frecuencia preestablecida.
- Predictivo: Se desarrolla en función de las mediciones de valores críticos.

Adicionalmente el módulo mantenimiento de planta posibilita:

- Crear solicitudes de labores de mantenimiento.
- Aprobar solicitudes de trabajo.
- Crea un boleto.
- Analizar el trabajo a realizar.
- Analizar pedidos programados.
- Generar historial de mantenimiento.
- Gestionar los servicios de mantenimiento.

El módulo PM proporciona planificación y control del mantenimiento de la planta a través de la programación, así como la inspección, el mantenimiento de daños y la gestión de servicios para garantizar la disponibilidad operativa del sistema.

Estructura del Módulo PM

En la configuración del Módulo PM, podemos encontrar esta estructura de submódulo que soporta la gestión de mantenimiento:

EQM: Equipment and Technical Objects (Objetos técnicos y de equipo).

- Espacios Técnicos de Referencia.
- Espacios Técnicos.
- Equipos.
- Conjuntos.
- Lista de Materiales.
- Interrelación de Objetos Técnicos.

PRM: Preventive Maintenance (Mantenimiento preventivo).

- Hoja de Ruta.
- Planes de Mantenimiento Preventivo.

WOC: Maintenance Order Managament (Administración de órdenes de mantenimiento).

- Avisos de Mantenimiento.
- Órdenes de Mantenimiento.
- SMA: Service Managament (Administración de servicios).
- Puestos de Trabajo de Mantenimiento.
- Contratos a Terceros.

PRO: Maintenance Projects (Proyectos de mantenimiento).

IS: Plant Maintenance Information System (Sistema de información de mantenimiento de planta).

3.2.3 *Gestión del mantenimiento en el Módulo SAP PM*

Numerosas funciones están disponibles para administrar el mantenimiento a gran escala con varios pasos de planificación, como el cálculo previo de costos, la planificación del trabajo, la eliminación de materiales, la planificación de recursos y la concesión de licencias. Por otro lado, si una falla significa un período de inactividad, es posible reaccionar de inmediato y crear los pedidos y archivos de trabajo necesarios en muy poco tiempo con un número mínimo de entradas. La gestión de mantenimiento de medidas no planificadas se puede dividir en tres aspectos:

Descripción del Estado del Objeto:

El elemento primordial de esta área es "Aviso de mantenimiento". Se usa para representar el estado de los objetos técnicos o para informar fallas en los objetos técnicos y para requerir la reparación de fallas.

Ejecución de las medidas de Mantenimiento:

El elemento primordial de este campo es la "Orden de mantenimiento". Se usa para planear en detalle la ejecución de las medidas de mantenimiento, seguir el progreso del trabajo y liquidar el costo de las medidas de mantenimiento.

Conclusión de Medidas de Mantenimiento:

El elemento primordial de esta área es "Historial de mantenimiento". Se usa para recolectar la información de mantenimiento a largo plazo más importante. Esta herramienta se

usa para tramitar todas las medidas realizadas en el mantenimiento, así como las operaciones que no están claramente relacionadas con el mantenimiento, tales como: inversiones, modificaciones, conversiones, etc.

Organización del mantenimiento con Módulo PM

La organización de mantenimiento mediante del módulo PM se define por la unidad organizativa mantenida a través de dos tipos de gestión de área:

- Se refiere al piso de mantenimiento y al área física dividida por su espacio.
- Funciones responsables, dependiendo de las funciones específicas desempeñadas, como responsable del grupo de planificación.

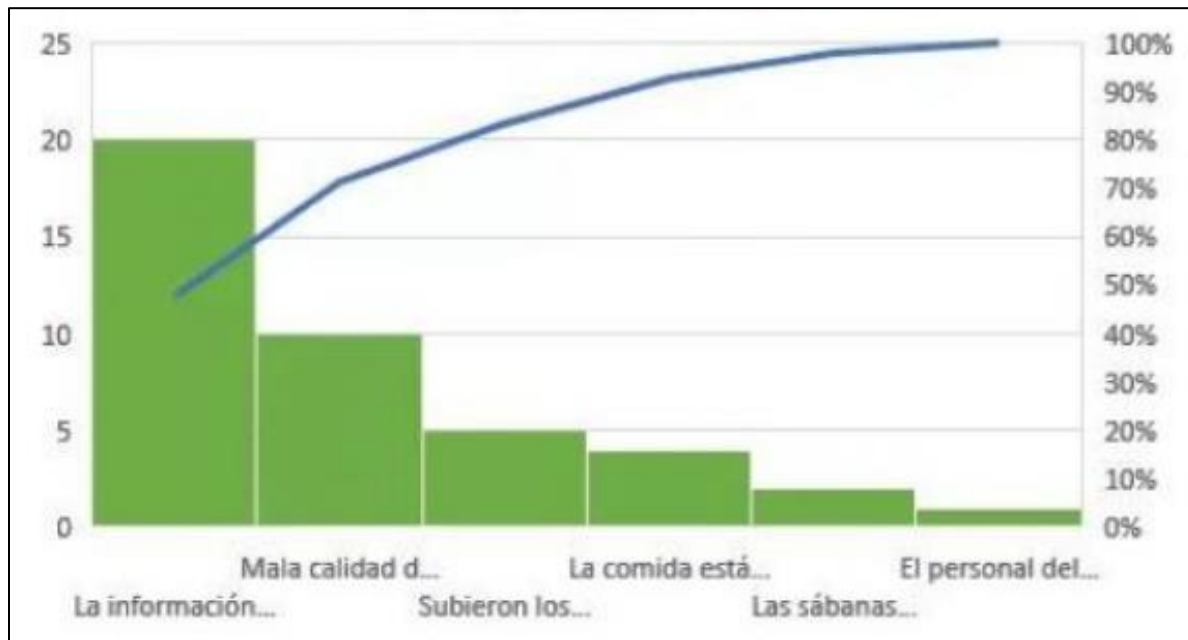
3.2.4 *Herramientas de Calidad*

Diagrama de Pareto:

Se utilizan para priorizar ciertas acciones que promueven el control de calidad total. Es un gráfico de barras que exponen la frecuencia relativa de dificultades en el proceso. El principio de Pareto o real 80/20. Como se observa, figura 14

Figura 14

Diagrama de Pareto.



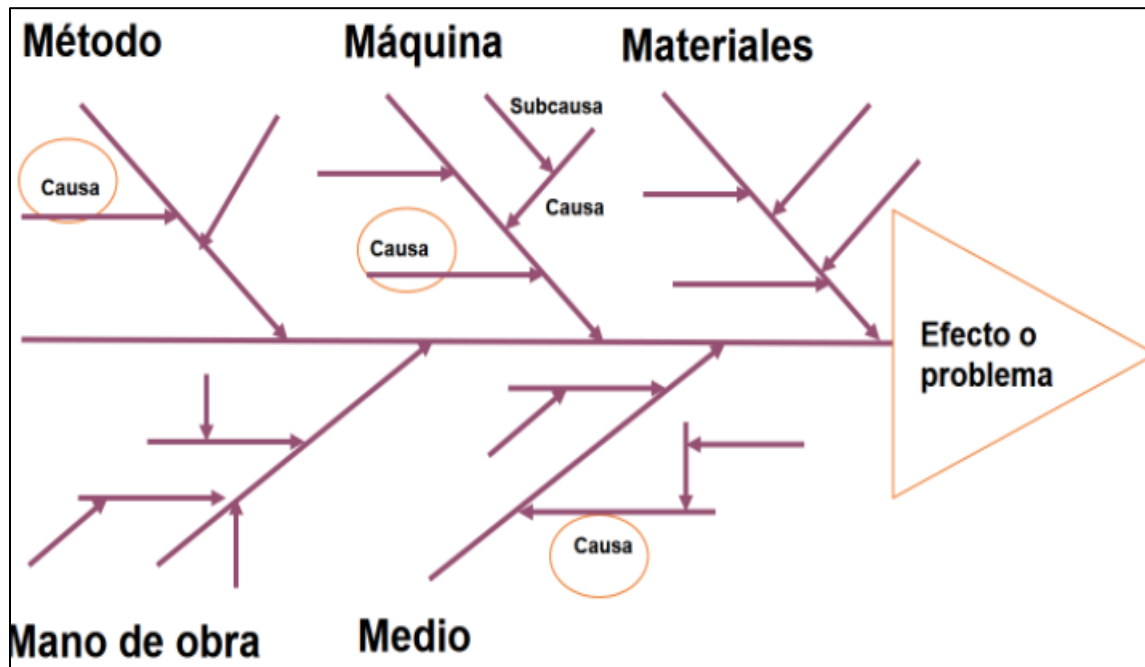
Nota: <https://www.google.com>.

Diagrama de Causa-Efecto:

Otra técnica sencilla y útil son los diagramas de causa y efecto, también conocidos como diagramas de Ishikawa o diagramas de espina de pescado. Su intención es proporcionar una vista gráfica de una lista que puede identificar y organizar las posibles causas de los problemas para garantizar el éxito del proyecto. Según figura 15

Figura 15

Diagrama de Causa – Efecto.



Nota: <https://www.google.com>.

3.2.5 Productividad

Definida como un conjunto de estrategias, instrumentos y métodos para conseguir un alto desempeño, mejorando el tiempo y el esfuerzo para alcanzar metas y resultados de manera eficiente y eficaz” (OIT-OIT, 1996, p. 4) La productividad es el vínculo entre la producción y los insumos. La productividad tiene otro significado para una empresa, sector de actividad económica, es una medida de qué tan bien se puede extraer un producto de un insumo dado. La productividad de una empresa puede verse afectada por diversos elementos externos, así como diversas deficiencias en sus acciones o elementos internos. Entre los elementos externos que escapan al control del empleador se halla la disponibilidad de materias primas, mano de obra

calificada, políticas nacionales relacionadas con impuestos y aranceles, infraestructura existente, disponibilidad de capital, tasas de interés, ajustes aplicables a la economía o restricciones gubernamentales a ciertos ajustes departamentales.

3.2.6 *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad:*

El mantenimiento ha cambiado en las últimas dos décadas, quizás más que cualquier otra disciplina de gestión. Estos cambios se deben al aumento masivo en la cantidad y variedad de recursos físicos (plantas, equipos y edificios) que deben mantenerse mundialmente, una planificación más compleja, nuevas técnicas de mantenimiento, perspectivas organizativas y cambios en las responsabilidades de gestión. .Maintenance también está respondiendo a las expectativas cambiantes. Estos incluyen una conciencia cada vez mayor de la medida en que las fallas de los equipos pueden afectar la seguridad y el medio ambiente, una conciencia cada vez mayor del vínculo entre el mantenimiento y la calidad del producto, y una mayor presión para lograr una alta disponibilidad de la planta y costos de mantenimiento. Estos cambios están poniendo a prueba las actitudes y destrezas en todos los sectores de la industria en la mayor medida posible. Como ingenieros y gerentes, los mantenedores han tenido que adoptar formas de pensar y comportarse completamente nuevas. Al mismo tiempo, las limitaciones de mantener los sistemas han aumentado significativamente, sin importar cuán informatizados estén. Como todos sabemos, un sistema de mantenimiento planificado y organizado no científicamente, a través de la informatización, solo acelerará su colapso. Y los sistemas de mantenimiento basados en la confiabilidad brindan una mayor disponibilidad del equipo.

El Mantenimiento y el RCM:

Desde una perspectiva de ingeniería, la gestión de cualquier recurso físico consta de dos elementos. Esto debe mantenerse o también puede ser necesario modificarlo de vez en cuando.

Cuando empezamos a conservar algo, ¿cuál es nuestra razón para querer que continúe? ¿Cuál es el estado existente que queremos mantener? Las respuestas pueden encontrarse en el hecho de que cada recurso físico se pone en uso porque alguien quiere que haga algo.

Es decir, esperan cumplir una función específica. Entonces, cuando mantenemos un recurso, el estado que queremos mantener debe ser el estado en el que continúa haciendo lo que el usuario quiere que haga.

Lo que el usuario quiera dependerá exactamente de dónde y cómo se utilice el recurso (entorno operativo). Esto conduce a la formulación formal de mantenimiento centrado en la confiabilidad:

De acuerdo con la antigua definición mantenida, una definición más completa de RCM podría ser: "RCM es un proceso para determinar qué se debe hacer para garantizar que cualquier recurso físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto. Para realizar una tarea".

3.3 Investigaciones

3.3.1 Investigaciones Nacionales.

En el Trabajo de suficiencia profesional de Edinson Rodolfo Mata García, con el título "Implementación del mantenimiento predictivo para los equipos críticos del proceso de secado en la empresa papelera". Con motivo de obtener título de ingeniería industrial de la universidad Privada del Norte - Peru- 2016. Tiene como resumen, En otras palabras, esperan cumplir una

función específica. Entonces, cuando conservamos un recurso, el estado que queremos mantener debe ser el estado en el que continúa haciendo lo que el usuario quiere que haga.

Lo que el usuario quiera dependerá exactamente de dónde y cómo se utilice el recurso (entorno operativo). Conduciendo a otra definición formal de mantenimiento centrado en la confiabilidad:

De acuerdo con la antigua definición mantenida, una definición más completa de RCM podría ser: "RCM es un proceso para determinar qué se debe hacer para garantizar que cualquier recurso físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto. Para realizar una tarea". Se obtiene información de niveles y totales de vibraciones, que se convierte en valores comparativos y análisis de fallas para motores, reductores y bombas. Como elemento esencial del trabajo y diagnóstico del espectro de velocidad, se aplica lo establecido en la norma ISO 10816-3; y, para el estudio espectral de fallas de rodamientos, lo que se muestra en la carta de Charlotte. Los cronogramas de mantenimiento predictivo y sus respectivas homogeneizaciones, y el Manual de Mantenimiento Proactivo, en el que se detallan los procedimientos a seguir para realizar adecuadamente las inspecciones predictivas. Se encomienda seguir las instrucciones del plan de mantenimiento, hacer que los equipos analizados funcionen de manera eficiente sin paradas no planificadas y prolongar la vida útil del activo.

KIMBERLY CLARK es líder en productos de consumo de higiene y cuidado personal y del hogar. Ofrece productos que mejoran significativamente la calidad de vida de las personas, tales como: pañales para niños y adultos, papel higiénico, toallas femeninas, toallitas húmedas, pañuelos faciales, servilletas y más. La fábrica de Puente Piedra está ubicada 30 kilómetros al

norte de la carretera Panamericana en el distrito de Puente Piedra, a unos 25 kilómetros de la Plaza de Armas de Lima. Produce papel tisú utilizado como materia prima para la fabricación de: papel higiénico (Suave, Roll, Familia, Kleenex), servilletas (Scott, Familia), papel higiénico (Scott), paños de cocina (Scott) y productos de nuestra línea institucional (Suave, Scott y Kleenex). Tiempo de inactividad frecuente no planificado, costoso y relacionado con la operación y eficiencia del proceso de producción, con costos de mantenimiento y pérdidas de producción significativos. Por lo tanto, se presentan las estrategias de mantenimiento correctivo y preventivo que deben determinarse para cada activo del sitio en función de las condiciones o predicciones. Como todos sabemos, la principal necesidad es reducir los costes de mantenimiento, ya que las averías pueden afectar a máquinas muy críticas y afectar directamente a la producción. Actualmente, las empresas realizan programas de mantenimiento de equipos críticos que no están funcionando correctamente, lo que genera retrasos en la producción, altos costos de mantenimiento y pérdida de materias primas debido a muchas fallas imprevistas, principalmente reemplazando piezas dañadas.

En la tesis de Enrique Chang Nieto, con el título “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler”. Con motivo de obtener título de ingeniería industrial de la universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - Peru- 2008. Tiene como resumen, “Se plantea un modelo de gestión de mantenimiento que ayudará a reducir los costos incurridos en el área de operación de una pequeña empresa prestadora de servicios de alquiler de compresores de tornillo. En el primer capítulo se expondrán los conceptos primordiales que se utilizarán a la hora

de analizar la situación de una empresa, y los conceptos básicos que modelarán la gestión del mantenimiento. Originalmente, se tratarán en detalle los tipos de mantenimiento más conocidos, involucrando alguna teoría como TPM y JIT. En el Capítulo 2, identificaremos las causas fundamentales de los problemas más impactantes en la región. Para ello, nos centraremos en aplicar el ciclo de Deming, un método analítico que utiliza algunas de las herramientas descritas en el Capítulo 1. En el Capítulo 3, diseñamos y elegimos la solución más adecuada para eliminar las causas encontradas y organizamos cuidadosamente la implementación. Finalmente, en el Capítulo 4, presentamos las conclusiones y recomendaciones extraídas durante el análisis y la investigación realizada en este proyecto”.

3.3.2 *Investigaciones Internacionales.*

En el proyecto profesional de Adrián Cruz Jasso, con el título “Implementación del mantenimiento predictivo en la empresa AGR- RACKEND”. Con motivo de obtener título de ingeniería en mantenimiento industrial de la universidad Tecnológica de Tula – Tepeji- México - 2011. Tiene como resumen,” La planta AGR-RACKEND Tula no contaba con un cronograma de mantenimiento confiable en una base de datos privada y controlada por el software Logmein Hamachi, por lo que se decidió dar seguimiento a los procedimientos internos establecidos por la gerencia de acuerdo a la normatividad vigente. Formalmente se utiliza para ejecución en campo y sigue el formato de planes de mantenimiento preventivo, cartas de lubricación, planificación de mantenimiento predictivo e implementación de controles basados en tecnología aplicada. La disponibilidad de la máquina en los diferentes procesos de la línea de fábrica ganó confiabilidad, otorgada por el jefe del programa: C. Alfonso González Ruiz, Gerente General, Definición de

Rutas de Información en Sistemas Operativos. Acreditar al responsable del mantenimiento del centro de trabajo que puede entrar en el centro de trabajo sin ningún riesgo de uso. (La base de datos generada internamente para mantener el control y la confiabilidad no se muestra específicamente porque es confidencial para la empresa). Validar mantenimiento preventivo, tablas de lubricación, formatos de control de mantenimiento e implementar mantenimiento basado en condición de esta forma predecir fallas de máquinas por área del proceso productivo de la planta. Cada uno de ellos fue digitalizado oficialmente, sabiendo que esto representaba un inconveniente en los diferentes procesos de producción de los componentes de dirección y suspensión del auto, ampliando los costos de operación por paradas no planificadas. Dar seguimiento a los procedimientos anteriores e implementar mantenimiento predictivo basado en técnicas aplicadas tales como: inspección visual, análisis de vibraciones mecánicas, pruebas de concentración de soluciones y estudio de degradación del aceite. Se obtienen los siguientes resultados: disponibilidad y confiabilidad de las máquinas, reducción de costos de operación, reducción de costos de mantenimiento y tiempo de inactividad, calidad comprobada en el proceso de producción a través de acciones de ejecución en campo aplicadas de manera efectiva”.

En el proyecto profesional de Gerardo Ozuna Guzmán, con el título “Implementación del módulo PM (Plant Maintenance) del Sistema SAP para planes de mantenimiento en la empresa Grupo Pecuario San Antonio S.A. de C.V.”. Con motivo de obtener título de ingeniería Mecánica del Instituto tecnológico de Tuxtla Gutierrez - México - 2014. Tiene como resumen,” Actualmente, los sistemas informativos juegan un papel cada vez más significativo en las

organizaciones empresariales, tanto que triunfan o fracasan en un medio financiero y social tan dinámico y volátil como el del mundo. Los sistemas de información han logrado una dimensión estratégica en las empresas del nuevo milenio y dejan de ser vistos como una simple herramienta para automatizar procesos operativos y pasan a ser un elemento importante a considerar al momento de desarrollar estrategias de negocio, implantar y controlar la gestión. El objetivo de este trabajo es presentar un informe de las acciones desarrolladas en el Grupo Pecuario San Antonio como coordinador del Módulo PM del sistema SAP, tomando la implantación del módulo PM y los puntos de integración del módulo con la gestión del mantenimiento. El módulo SAP PM es una herramienta para planificar, administrar, monitorear y controlar las tareas de mantenimiento. Lo que posibilita un mejor desempeño de las máquinas y equipos, optimizando así los recursos destinados al mantenimiento y reduciendo así los costos de producción de la empresa. El proceso de codificación es necesario para el funcionamiento del módulo PM y las transacciones relacionadas con el mismo, lo que facilita la organización y configuración de la planta, que es la base para el ingreso de datos e información al sistema. Para ellos, la configuración básica de una planta es denotar áreas físicas y funcionales dividiéndola en diferentes áreas, asignando códigos denominados “ubicaciones técnicas”, donde se puede instalar un objeto técnico, que además tiene un código que permite reconocerlo en el sistema. Todo el proceso, también de sus particularidades e importancia para la gestión del mantenimiento y aporte a la empresa, intenta ser explicado en este informe como documento guía para el desarrollo de nuevos procesos de codificación y aplicación de módulos”:

3.4 Marco Conceptual

Eficiencia:

Vínculo entre los resultados obtenidos y los recursos usados (Gutiérrez, 2014, p20).

Productividad:

Son resultados obtenidos en un proceso o sistema, por lo que dados los recursos utilizados para generarlos, aumentar la productividad es lograr mejores resultados. (Gutiérrez, 2014, p20).

Parámetros de confiabilidad:

El desempeño de confiabilidad de un producto depende de si su comportamiento es periódico o dependiente del tiempo. Luego depende del tipo de tarea, es única o periódica, o finita o continua (Acuña, 2003, p25)

Estratificación:

Es el análisis de problemas, fallas, quejas o datos, categorizándolos de acuerdo a los factores que se cree afectan su tamaño. (Gutierrez y de la Vara, 2004, p167).

Gestión:

El proceso está diseñado para administrar adecuadamente los recursos de una organización con el fin de conseguir la eficacia y la eficiencia con el propósito de satisfacer los requerimientos de la organización.”. (Pallu 1999: 24).

Equipos críticos:

Máquinas o instrumentos que tienen impacto en en los aspectos de seguridad, inocuidad, medioambiente o productividad de la línea. Cualquier falla tienen alta incidencia en el proceso productivo.

Matriz de evaluación de criticidad:

Herramienta que nos permite evaluar de forma objetiva el impacto que puede tener la falta o falla de un equipo en nuestro proceso productivo.

Falla Potencial:

Se refiere a las condiciones detectables que muestran que una falla funcional está por suceder.

Falla Funcional:

La falla funcional es el punto en el cual el equipo deja de realizar la función requerida.

Espejos de Ruta:

Listado de puntos a ser evaluados, para dicha actividad se debe hacer uso del formato para inspecciones predictivas.

3.5 Marco Legal***3.5.1 ISO 17359- 2018: Condition monitoring and diagnostics of machines***

Con base en lo anterior, la norma ISO 17359 proporciona lineamientos para el monitoreo y diagnóstico de condición de máquinas utilizando parámetros como vibración, temperatura, tribología, caudal, contaminación, potencia y velocidad, que muchas veces están relacionados con criterios de desempeño, condición y calidad. La evaluación de la función y el estado de la máquina se puede basar en el rendimiento, el estado o la calidad del producto.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo

Es tipo cuantitativa de enfoque transversal, porque se basará en la base teórica de herramientas de calidad para recolección de datos utilizando diagrama de Pareto y diagrama de causa efecto.

Los datos que se generen nos ayudarán a solucionar el problema en cuanto a la baja eficiencia de la línea L821, por lo consiguiente se implementará el sistema de mantenimiento predictivo en el sistema SAP PM, para mejorar la eficiencia de la línea L821.

4.1.2 Nivel de Investigación

El nivel es aplicativo y transversal ya que se obtienen los datos de forma inmediata. Mediante cálculos de eficiencia de línea por hora.

4.2 Población, muestra y muestreo

4.1.2 Población.

“Para definir la población objeto de estudio se establecerá una unidad de estudio ((persona, organización, institución) definiendo así la población” (Carbajal, 2007, p16).

El proyecto se realizará en la línea de envasado L821, la población objetivo serán las horas de paros de los 11 equipos de la línea L821. Como es mostrado en la tabla 1.

Tabla 1

Números de Equipos de la línea L821

Equipos	Descripción de los equipos	Cantidad
1	Sopladora de Botellas	1
2	Transporte aéreo	1
3	Enjuagadora Rinser	1
4	Llenadora	1
5	Capsuladora	1
6	Transporte botellas llenas	1
7	Etiquetadora	1
8	Transporte de botellas etiquetadas	1
9	Envolvedora	1
10	Transporte de paquetes	1
11	Paletizadora	1

Nota: Elaboración propia

4.1.3 Muestra.

Subconjunto propio seleccionado del conjunto de mediciones realizadas en todos los elementos de la población. Sus elementos deben ser homogéneos en las características de estudio y deben ser representativos de la población (Ordoñez, 2014, p.9).

El muestreo es una técnica para recoger información de la muestra.

Las muestras serán las horas de paros de equipos de la línea L821, este análisis se tomará desde el inicio de la producción hasta las 23:59 pm de cada día de producción.

La muestra se tomará hora a hora, donde se podrá contabilizar los paros electromecánicos por cada hora de producción.

con esta variable se puede calcular la eficiencia de línea. Según formula:

$$LEF = HPN / (Horas paros equipos) + (Horas paros operacionales) + HPN$$

HPN= Horas de producción neta.

LEF= Eficiencia de Línea.

4.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

4.3.1 Técnicas.

En este proyecto utilizaremos las técnicas de observación en campo y análisis documental; para obtener datos cuantitativos y obtener la información necesaria.

4.3.2 Instrumentos.

Los instrumentos que utilizaremos serán fichas de observación e informes, reportes, donde anotaremos los resultados hora a hora del desempeño de la línea, si hubiese alguna parada electromecánica se anotará el tiempo que paro el equipo. Para luego registrar la información en la hoja de cálculo Excel de registro de datos de eficiencia de línea L821.

4.4 Procesamiento de Datos

En el presente trabajo se procesarán en hojas de cálculo, Excel para poder realizar reportes y datos estadísticos, nos ayudara a realizar un análisis bien detallado.

CAPÍTULO V: ANALISIS CRITICO Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

5.1 Análisis crítico

La empresa CBC PERUANA S.A.C. Orientada a la fabricación y elaboración de bebidas no alcohólicas, tiene el problema de baja eficiencia en la línea L821, por ello se desarrolla el estudio para identificar las posibles causas, para ello se utiliza las herramientas: Diagrama Pareto, Diagrama Ishikawa y Tabla de priorización.

Inicialmente se identifica los valores obtenidos de la eficiencia de la línea L821 en los primeros seis meses del año 2021. Como se observa en la figura 15.

Obteniendo un resultado de 84.04% en eficiencia de línea L821, sobre una meta de 85,5%, con un Gantt de 1.46% para alcanzar la meta, cabe resaltar que la fórmula para hallar la eficiencia de línea es:

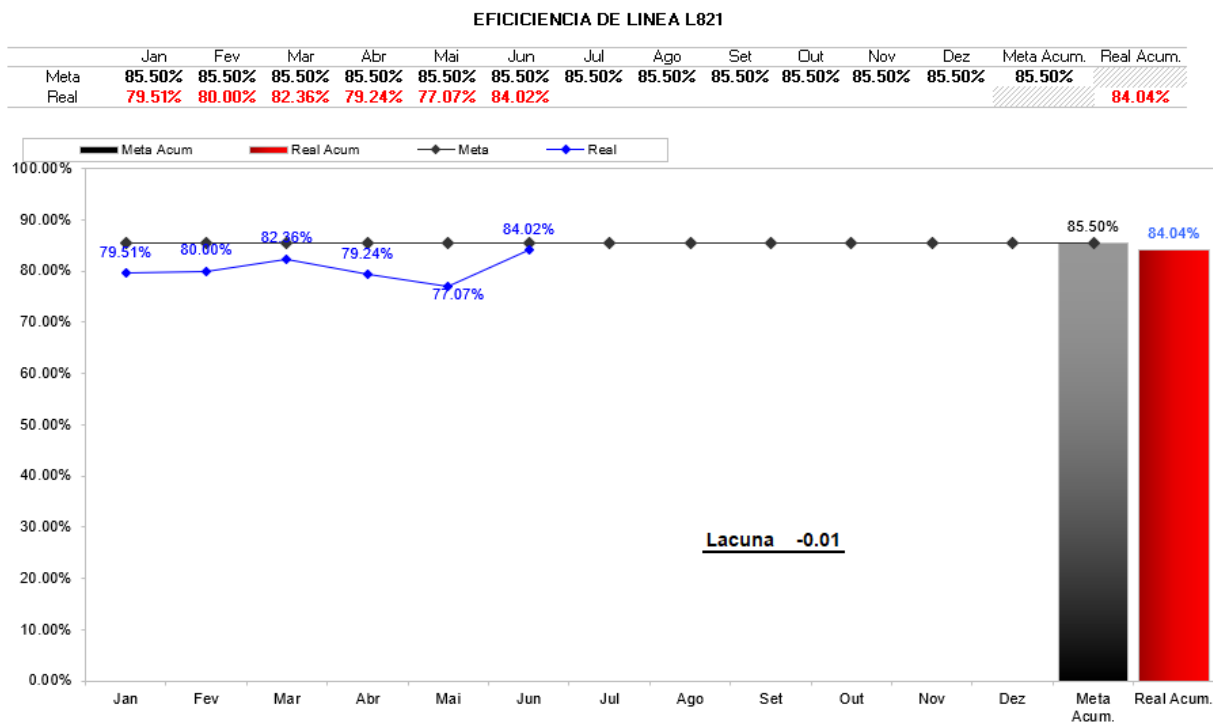
$$LEF = HPN / (Horas\ paros\ electromecánicos) + (Horas\ paros\ operacionales) + HPN$$

HPN: Horas de producción neta

LEF: Eficiencia de Línea.

Figura 16

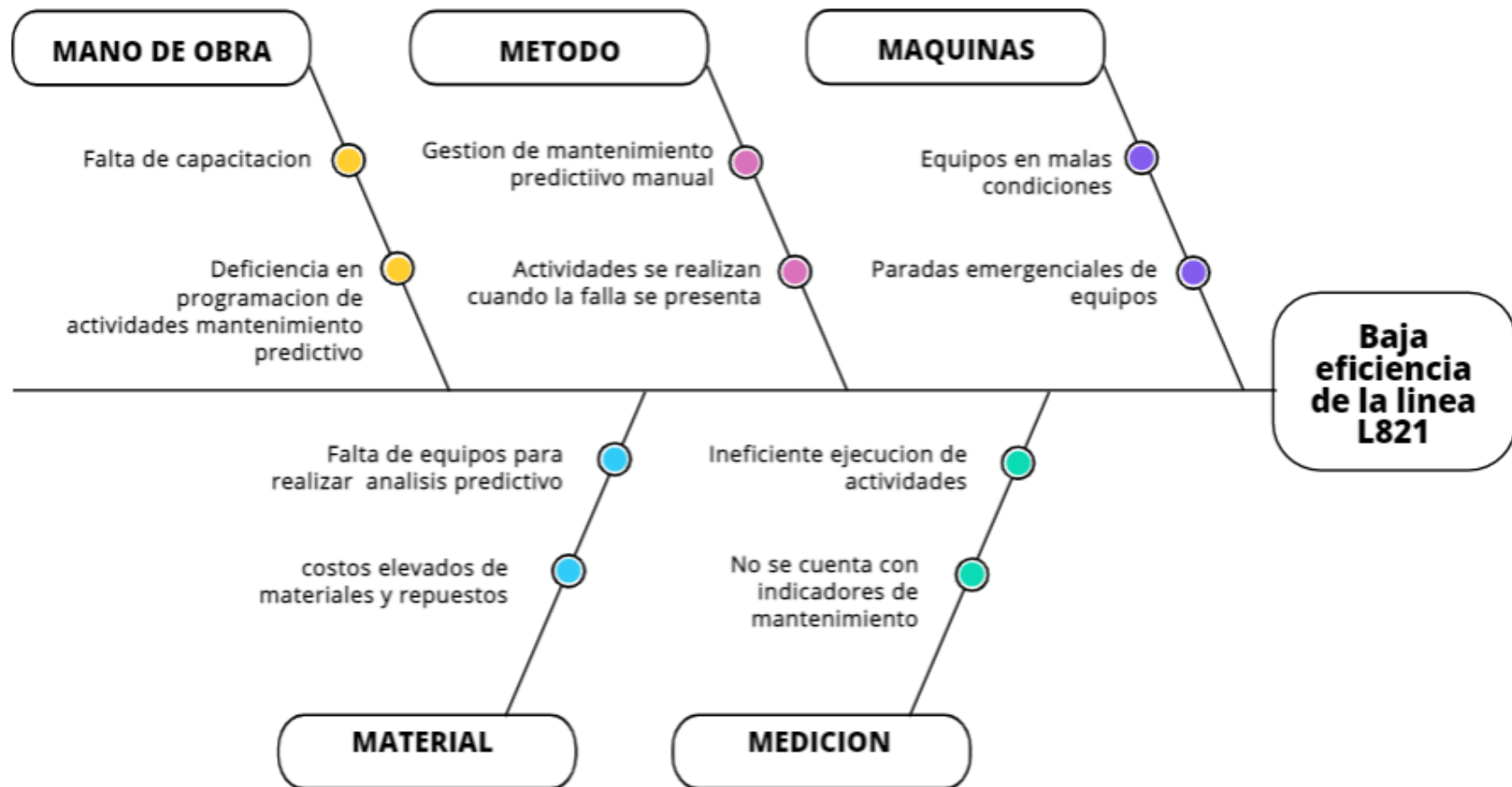
Eficiencia de línea L821



Nota: Fuente CBC

Figura 17

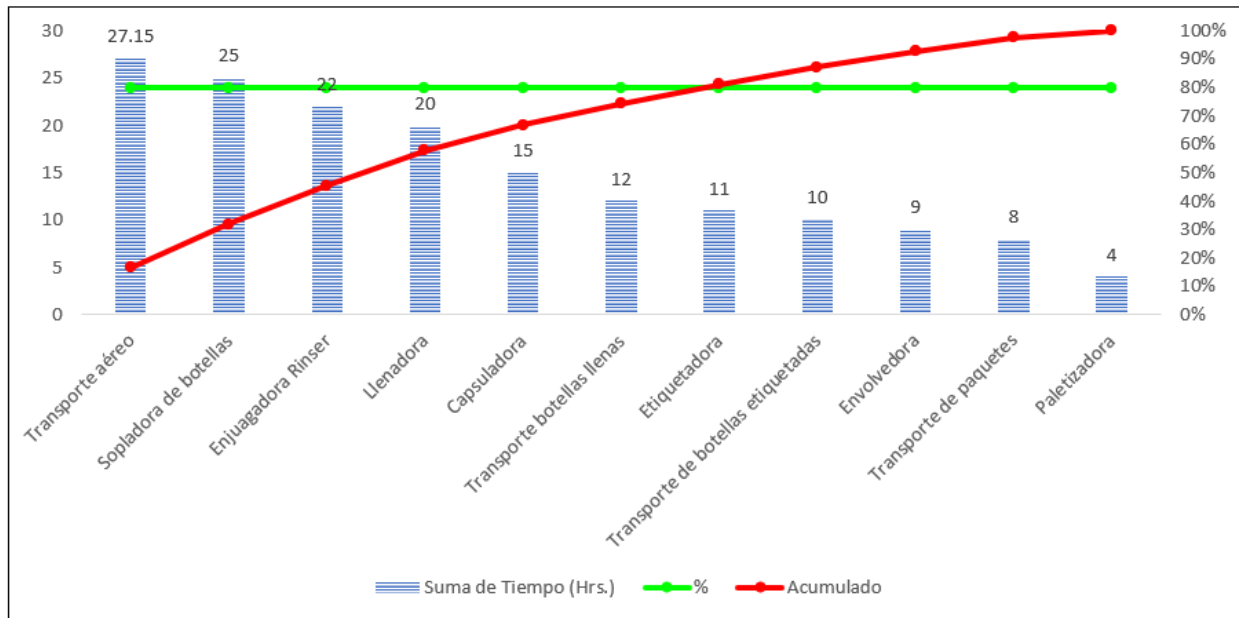
Diagrama Ishikawa, evaluación de causas de baja eficiencia línea L821



Nota: Se utiliza Diagrama Ishikawa para identificar las posibles causas

Figura 18

Diagrama Pareto



Nota: Diagrama de Pareto de equipos electromecánicos con mayor tiempo de parada.

En el diagrama de Pareto se observa los cuatro primeros equipos con mayor tiempo de paradas

- Transporte aéreo 27.5 Horas
- Sopladora de botellas 25 Horas
- Enjuagadora Rinser 22 Horas

Estos tiempos de paradas en horas son electromecánicas, lo cual afecta directamente a la eficiencia de la línea L821, por lo tanto, se tiene que buscar las posibles causas, que están ocasionando este tipo de paradas en los equipos, se utiliza la herramienta diagrama de Ishikawa para reconocer las razones de interés de la baja eficiencia de la línea L821, por paradas

electromecánicas.

En el diagrama de Ishikawa se identifica las posibles causas que está afectando el desempeño de los equipos y por ende la baja eficiencia de línea L821.

Una vez identificada las posibles causas en el diagrama Ishikawa, utilizamos la herramienta tabla de priorizaciones, para determinar la causa de mayor impacto según los criterios de priorización; gravedad, urgencia y tendencia. Como es mostrado en la Tabla 2

Tabla 2

Tabla de priorización análisis de causas.

Tabla de Priorizacion				
Causa Influyente	Gravedad	Urgencia	Tendencia	Total
Gestion de mantenimiento predictivo manual	5	5	5	15
Deficiencia en programacion de actividades Mantenimiento predictivo	5	3	5	13
Paradas emergenciales de equipos	5	5	3	13
Equipos en malas condiciones	5	3	3	11
Costos elevados de repuestos y materiales	3	3	1	7
Ineficiente ejecucion de actividades	1	3	3	7
No se cuenta con indicadores de Mantenimiento	1	3	1	5
Falta de capacitacion	1	3	1	5
Actividades se realizan cuando la falla se presenta	3	3	1	7
Falta de equipos para realizar mantenimiento predictivo	3	1	1	5
Legenda 5 Fuerte 3 Médio 1 Debil 0 Sin influencia				

Nota. Fuente propia

5.2 Determinación de Alternativas de Solución

Luego de realizar el análisis crítico, de la situación actual, se dio a conocer las causas que implican a la baja eficiencia de la línea L821, lo cual se tiene que mejorar o revertir, con el fin de mejorar la eficiencia se opta por plantear las siguientes alternativas de solución:

5.2.1 *Mejorar la Implementación de Mantenimiento Predictivo en Sistema SAP PM*

Según, Scientia et Technica Año XVI, No 45, Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701 En su artículo “Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria”, agosto 2010.

Expresa: El mantenimiento predictivo contiene una sucesión de pruebas no destructivas diseñadas para monitorear el funcionamiento de los equipos para detectar señales de advertencia de que algunas de sus partes no funciona de forma correcta. Mediante este método de mantenimiento, una vez que se encuentra una falla, se puede organizar el mantenimiento correspondiente a tiempo sin aquejar el proceso productivo, desarrollando así la vida útil de la máquina. Las pruebas más utilizadas en la industria son: estudio de imágenes térmicas, análisis de vibraciones, análisis de aceite.

Ventajas de implementación de mantenimiento predictivo sistema SAP PM:

- Reducción de fallas y averías.
- Prolongación de vida útil de los activos.
- Reducción de tiempo de parada para intervención o reparación.
- Brinda información estructurada.
- Mejor control de recursos Horas Hombre utilizados

- Mejor control de gastos de Mantenimiento

Desventajas de implementación de mantenimiento predictivo sistema SAP PM:

- Requiere alta inversión inicial.
- Requiere de personal calificado
- No todas las industrias lo tienen
- Requiere alta inversión
- Requiere personal calificado

5.3 Evaluación de Alternativas de Solución

Para comprobar las opciones enunciadas se procedió a identificar las condiciones, criterios y métodos que serán indispensable para alcanzar la meta propuesta. Dicha valoración propone los siguientes tipos de Mantenimiento. Ver tabla 3

Tabla 3

Tabla de priorización tipos de Mantenimiento implementados en la línea L821

Tipos de Mantenimiento	Confiabilidad de equipo	Ahorro de costo	Incremento productividad	Total
Mantenimiento Correctivo	0	0	0	0
Mantenimiento Preventivo	5	4	5	14
Mantenimiento Productivo (TPM)	4	3	4	11
Mantenimiento Predictivo	5	5	5	15

Leyenda
5 Fuerte
3 Medio
1 Debil
0 Sin influencia

Nota: Archivo CBC

5.3.1 Implementación del Mantenimiento Predictivo en Sistema SAP PM

Para la implementación del mantenimiento predictivo en sistema SAP PM se deberá cumplir las siguientes actividades.

1. Identificar los equipos críticos, utilizar matriz de evaluación de criticidad.
2. Implementación de mantenimiento predictivo en los equipos críticos.
3. Desarrollo de espejos de ruta.
4. Implementación planes de mantenimiento predictivo en sistema SAP PM
 - Creación de Ubicación técnica de la línea L821 SAP PM
 - Creación de códigos de equipos asignado un centro de costo. SAP PM.
 - Desarrollo hoja de ruta SAP PM.
 - Creación de plan de Mantenimiento SAP PM.
 - Generación automática de orden de Mantenimiento SAP PM.
5. Planificación y cumplimiento de mantenimiento predictivo.
 - Planificación de actividades de mantenimiento predictivo.
 - Programación de orden de mantenimiento predictivo en sistema SAP PM.
 - Impresión de órdenes de servicio.
 - Entrega de órdenes y ejecución de actividades de mantenimiento predictivo.
 - Notificación de órdenes ejecutadas.
 - Construcción de indicadores.
 - Análisis de indicadores.

CAPÍTULO VI: PRUEBA DE DISEÑO (DESARROLLO Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA)

6.1 Justificación de la Propuesta Elegida

El informe propone alternativas de solución para incrementar la eficiencia de la línea L821 mediante la implementación del sistema predictivo, para garantizar la confiabilidad de equipos de la línea L821. La mejora busca adelantarnos a la detección de fallas en estado prematuro y tomar acciones correctivas antes de que ocasione una parada.

Según lo planteado en las alternativas de solución se propuso.

“Implementar Mantenimiento predictivo”, para luego insertar la gestión del mantenimiento predictivo en sistema SAP PM, para automatizar el proceso basado en periodicidad, en este sentido se consideró elaborar un plan de entrenamientos que permitan mejorar los métodos técnicos orientado al personal técnico eléctrico y técnico mecánico, que facilitara dinamizar el informe y aumentar la comprensión desde el reporte hasta la entrega de la orden trabajo por mantenimiento programado, garantizando que se ejecute un mantenimiento apropiado y se pueda realizar un seguimiento de la intervención ejecutada como recomendación para siguientes mantenimientos. Se propuso.

“Implementación de mantenimiento predictivo en sistema SAP PM”

6.2 Desarrollo de la Propuesta Elegida

Para la implementación del proyecto se tiene que realizar el siguiente procedimiento:

6.2.1 *Identificación de Equipos Críticos*

A través de la matriz de criticidad se definirá la estrategia de mantenimiento a optar en cada equipo. Tomar en consideración los equipos obligatorios para cada tipo de inspección

predictiva.

A continuación, se procede a detallar las responsabilidades de cada uno de los involucrados en la definición de equipos críticos de la línea: Observar Tabla 4.

Corporativo de Mantenimiento. Es responsable por desarrollar el contenido de este procedimiento el cual establece el flujo de ejecuciones las actividades de carácter predictivo.

Área Corporativa GyG. Es responsable por la disponibilidad del material y entrenamientos.

Jefe de Ingeniería. Es responsable por garantizar la implementación de actividades de tipo predictivo en los equipos para los cuales se requiere dicha inspección en base a la criticidad resultante de la evaluación efectuada conforme al procedimiento de equipos críticos.

Áreas Productivas. Las áreas productivas son responsables por facilitar la ejecución de dichas inspecciones predictivas a partir de la entrega de las informaciones relevantes como los son los horarios de funcionamiento de los equipos sujetos con a inspección con el objetivo que dichas actividades puedan ser calendarizadas de manera efectiva

Tabla 4

Matriz RACI, para definir responsabilidades para elaboración de matriz de criticidad.

Actividad	Corporativo Mantenimiento	Corporativo G&G	Gerente Planta	Jefe Mantenimiento	Áreas productivas
Definición de directrices para evaluación de equipos	R	A		I	
Entrenamiento a Unidades	R	A		I	
Entrenamiento a personal interno	C		A	R	I
Generar listado de equipos instalados en planta	C		A	R	I
Evaluar equipos instalados y asignar criticidad			A	R	C
Designar estrategias de mantenimiento en base a criticidad	C		A	R	I
Enviar consolidado a Corporativo	I		A	R	

R = Responsable por la ejecución de actividad
A = Responsable por auditar que se ejecute.
C= Responsable por consulta
I = Responsable por recibir información

Nota: Archivo CBC

Tabla 5

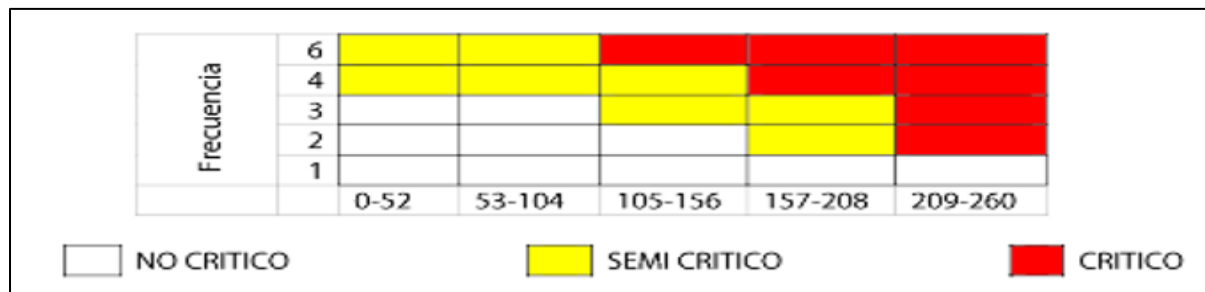
Evaluación de equipos, utilizando matriz de criticidad.

Area	Criterio	Listado de Equipos del Área											
		Despaletizadora-Berchi	Enjuagadora-Rinser	Carbonatador-Paramix	Llenadora-Botella KHS 72	Capsuladora-KHS 14	Etiquetadora-Triner	Envolvedora-Botella SMI	Empacadora-de Paquetes	Transporte-Aereo de Pet	Transporte-Botella Etiquetada	Transporte-Botella Llena	Transporte-Paquetes
Linea 821	Frecuencia de falla	> 1falla a la semana	> 1falla al día	> 1falla al día	> 1falla al día	> 1falla al día	> 1falla al día	> 1falla al día	> 1falla al día	> 1falla al día	> 1falla al día	> 1falla al día	> 1falla al día
	Peso	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Impacto operacional	Parada inmediata de un sector o línea	Parada inmediata de un sector o línea	Parada inmediata de un sector o línea	Parada inmediata de un sector o línea	Parada inmediata de un sector o línea	Parada inmediata de un sector o línea	Parada inmediata de un sector o línea	Parada inmediata de un sector o línea	Parada inmediata de un sector o línea	Parada inmediata de un sector o línea	Parada inmediata de un sector o línea	Parada inmediata de un sector o línea
	Peso	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Flexibilidad	No existe opción de producción y no hay repuesto en almacen	No existe opción de producción y no hay repuesto en almacen	No existe opción de producción y no hay repuesto en almacen	No existe opción de producción y no hay repuesto en almacen	No existe opción de producción y no hay repuesto en almacen	No existe opción de producción y no hay repuesto en almacen	No existe opción de producción y no hay repuesto en almacen	No existe opción de producción y no hay repuesto en almacen	No existe opción de producción y no hay repuesto en almacen	No existe opción de producción y no hay repuesto en almacen	No existe opción de producción y no hay repuesto en almacen	No existe opción de producción y no hay repuesto en almacen
	Peso	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Tiempo Medio entre Reparaciones	Menor a 3 horas	Entre 3 y 8 horas	Menor a 3 horas	Entre 3 y 8 horas	Entre 3 y 8 horas	Menor a 3 horas	Menor a 3 horas	Menor a 3 horas	Menor a 3 horas	Menor a 3 horas	Menor a 3 horas	Menor a 3 horas
	Peso	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Costo de Mantenimiento (USD)	Costo de reparación > 10,000	10000 < Costo de reparación > 5000	5000 < Costo de reparación > 1000	10000 < Costo de reparación > 5000	10000 < Costo de reparación > 5000	5000 < Costo de reparación > 1000	5000 < Costo de reparación > 1000	5000 < Costo de reparación > 1000	5000 < Costo de reparación > 1000	5000 < Costo de reparación > 1000	5000 < Costo de reparación > 1000	5000 < Costo de reparación > 1000
	Peso	10	5	2	5	5	2	2	2	2	2	2	2
	Impacto en Seguridad, Ambiente y Calidad	Afecta medio ambiente, produciendo daños severos	Afecta medio ambiente, produciendo daños severos	Afecta medio ambiente, produciendo daños severos	Afecta seguridad alimentaria	Afecta medio ambiente, produciendo daños severos	Afecta medio ambiente, produciendo daños severos	Afecta medio ambiente, produciendo daños severos	Afecta medio ambiente, produciendo daños severos	Afecta medio ambiente, produciendo daños severos	Afecta medio ambiente, produciendo daños severos	Afecta medio ambiente, produciendo daños severos	Afecta medio ambiente, produciendo daños severos
	Peso	5	5	5	7	5	5	5	5	5	5	5	5
Total		172	396	210	408	396	210	210	210	210	210	210	210
Clasificación		NO CRITICO	SEMI-CRITICO	SEMI-CRITICO	SEMI-CRITICO	SEMI-CRITICO	SEMI-CRITICO	SEMI-CRITICO	SEMI-CRITICO	SEMI-CRITICO	SEMI-CRITICO	SEMI-CRITICO	SEMI-CRITICO

Nota. Archivo CBC

Figura 19

Puntaje obtenido para hallar criticidad de equipos



Nota: Archivo CBC

Figura 20

Estrategia de mantenimiento asignada en base a criticidad.

Criticidad	Mantenimiento Predictivo	Mantenimient o Preventivo	Mantenimient o Operacional	Mantenimient o Correctivo
Crítico (C)	✓	✓	✓	✓
Semi-crítico (SC)	✓	✓	✓	✓
No Crítico			✓	✓

Nota: Archivo CBC

6.2.2 Implementación de Mantenimiento Predictivo en los Equipos Críticos.

La asignación de estrategias predictivas está sujeta, pero no limitada a la evaluación de quipos críticos. Dicho esto, es importante garantizar que para todos los equipos en los cuales el resultado de la evaluación sea CRITICO, dicha estrategia sea contemplada y asignada a los sistemas o componentes donde sea aplicable, para equipos en los cuales el resultado de la evaluación es SEMI- CRITICO o NO-CRITICO, la aplicación de dicha estrategia es opcional y puede ser implementada por la unidad, sin embargo, dichas actividades no reemplazan estrategias para dichas clasificaciones como lo pueden ser actividades en paradas, inspecciones de ruta en funcionamiento.

Implementación de Análisis Termográficos.

A partir de la evaluación de equipos críticos, es importante definir que sistema y componentes deberán de quedar sujetos a dicha inspección. Los sistemas que deben estar sujetos a dicha inspección termográfica son:

A Nivel de área.

- Sistemas de distribución de vapor (Tuberías y válvulas)
- Sistemas de retorno de condensado (Tuberías, válvulas y trampas de vapor).
- Sistemas de distribución de refrigerantes (Tuberías, válvulas)
- Sistemas de distribución para climatización (Tuberías y ductos)
- Intercambiadores de calor.

Objetivo: Detectar pérdidas de energía por aislamiento deficiente o fugas.

Sistemas de distribución eléctricos:

- Transformadores
- Paneles eléctricos
- Interruptores.

Equipos productivos o generación.

- Paneles eléctricos de potencia y control
- Motores principales.
- Válvulas.

Cámara termográfica y Capacitación técnica.

Para realizar la inspección termográfica se requiere una cámara termográfica, que

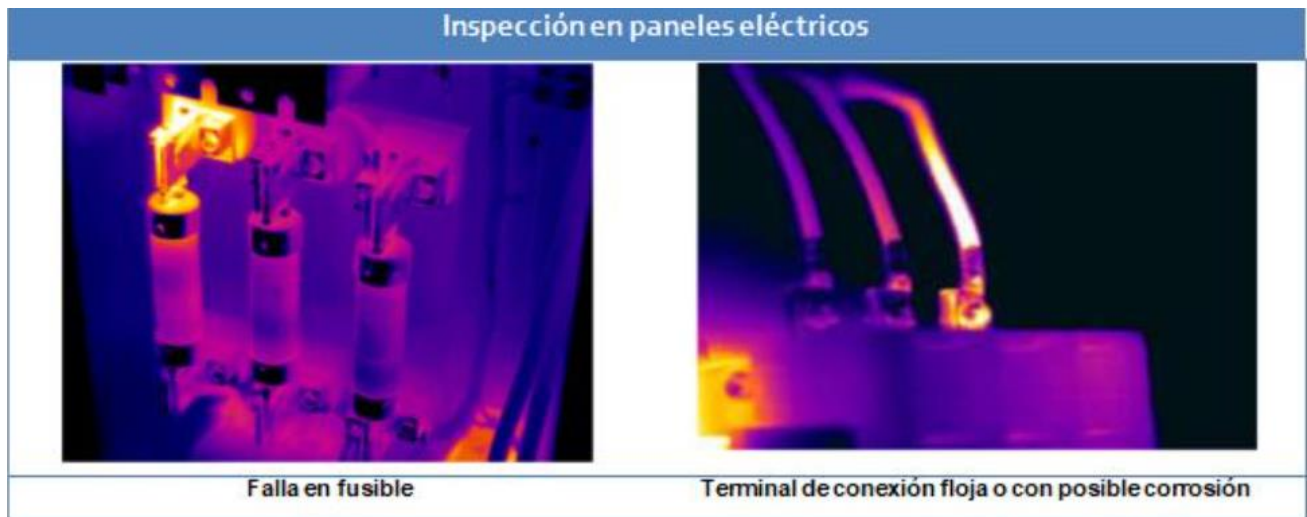
cumplan las características adecuadas que nos permita recoger la radiación infrarroja emitida por los cuerpos, que arroje la imagen térmica del objeto y nos proporcione el diagnóstico de temperatura del objeto analizado. Como se observa en las figuras 21 y 22.

Capacitación:

El personal técnico debe de recibir la capacitación en el uso adecuado de la cámara termográfica, que implica la operación, descargar de los resultados obtenidos en el software, analizar si los valores, si están dentro de rango de lo contrario se debe generar la solicitud del servicio para la intervención del equipo.

Figura 21

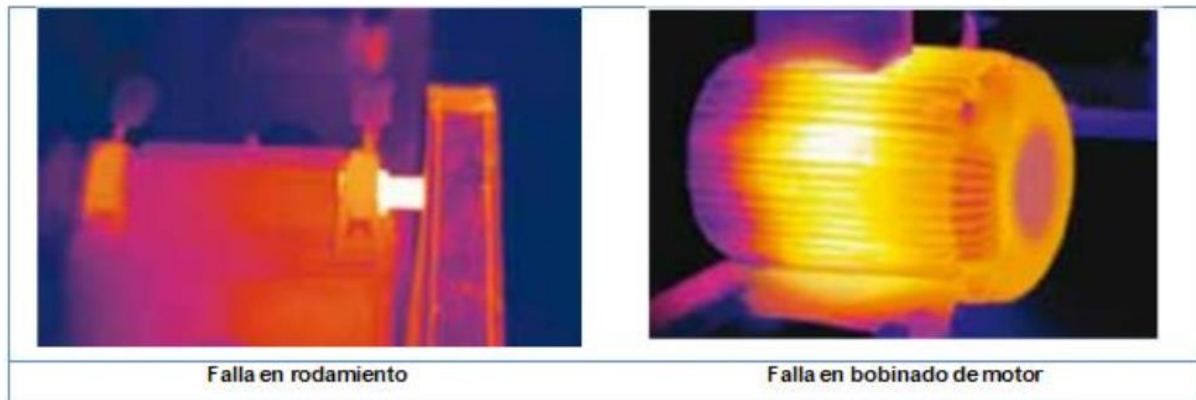
Inspección en paneles eléctricos.



Nota. Fuente CBC

Figura 22

Inspección de motor eléctrico



Nota. Fuente CBC

Implementación de Análisis de vibraciones:

Los equipos que quedan sujetos a dicha inspección son los siguientes:

- Turbina de vapor y de gas.
- Bombas centrífugas.
- Ventiladores.
- Motores Eléctricos.
- Compresores rotativos de tornillos y alternativos.
- Torres de refrigeración

Dependiendo del tipo de equipo será posible realizar mediciones en diferentes puntos, sin embargo, es importante que cada equipo sujeto a medición cuente con un marcaje y numeración sobre el punto donde debe colocarse el sensor antes de iniciar con la toma de

datos, esto ayudara a mejorar la repetitividad del análisis, así como también observar alguna tendencia a la mejora o hacia la perdida de desempeño del equipo.

Equipo Vibración y Capacitación técnica.

Para realizar la inspección de análisis vibracional de equipos rotativos se requiere un equipo analizador de vibraciones, que cumplan las características adecuadas que nos permita recopilar los datos de las fuerzas excitatriz o excitación del sistema analizado.

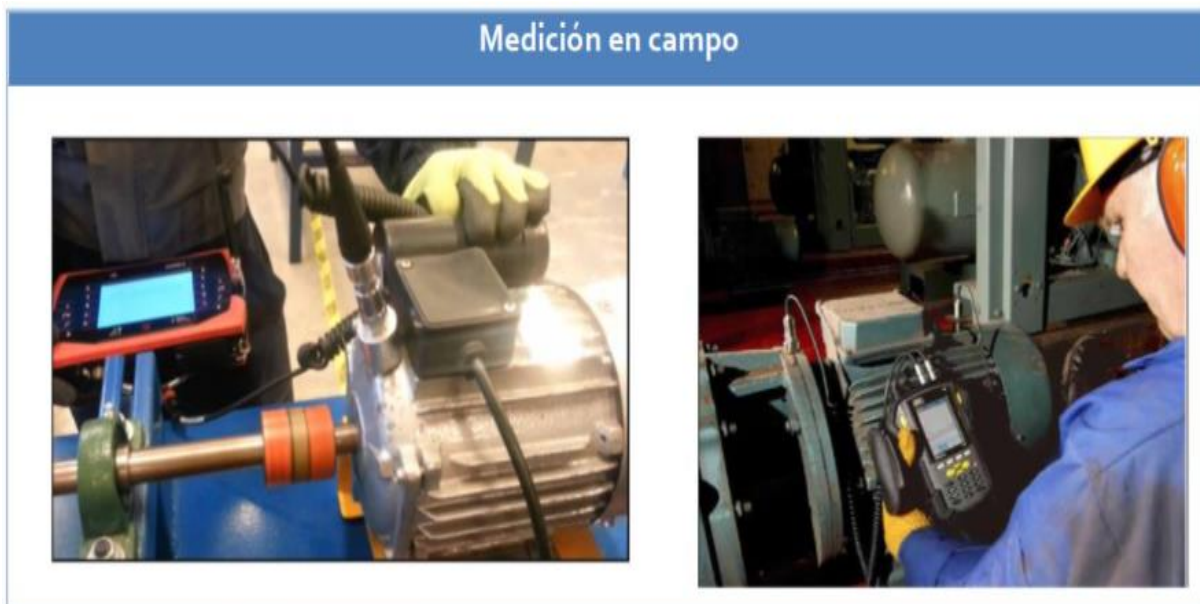
Como se observa en las figuras 23, 24, 25 y 26

Capacitación:

El personal técnico debe de recibir la capacitación en el uso adecuado del equipo analizador de vibraciones, que implica la operación, descargar de los resultados obtenidos en el software, analizar si los valores, si están dentro de rango de lo contrario se debe generar la solicitud del servicio para la intervención del equipo.

Figura 23

Medición en Campo



Nota: Archivo CBC

Figura 24

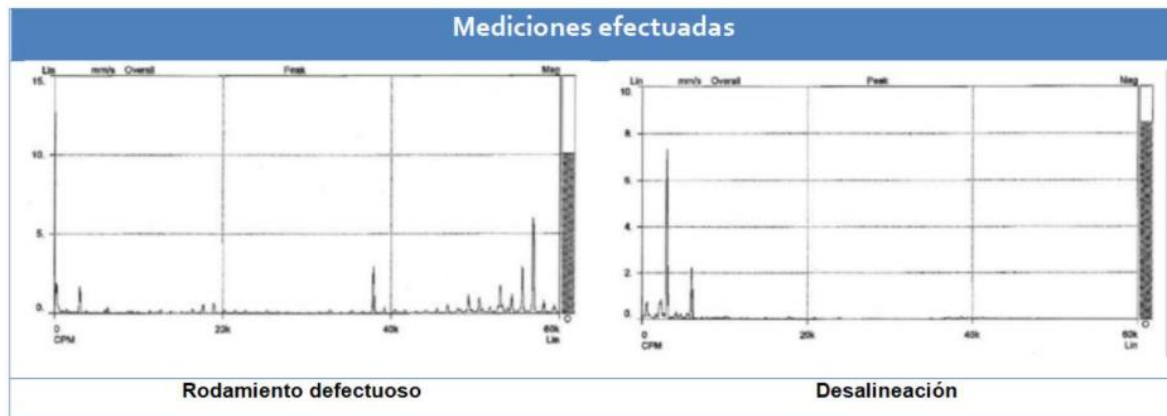
Punto de Medición



Nota: Archivo CBC

Figura 25

Ejemplo de anomalías detectada a través de análisis de vibraciones



Nota.: Archivo CBC

Figura 26

Anomalías detectadas a través de análisis de vibraciones



Nota. Archivo CBC

Implementación de Análisis de Lubricantes:

La implementación de Análisis de lubricantes a diferencia de las demás técnicas predictivas requiere que el equipo se encuentre en reposo para realizar la toma de muestras. En un equipo en movimiento, dependiendo las condiciones de operación, la muestra puede estar sometida a temperatura, presión, lo cual puede poner en riesgo la integridad de la persona asignada para recolección de muestras.

Los espejos de ruta deben contemplar los equipos para los cuales es necesario realizar la recolección de muestra. La cantidad de aceite a recolectar dependerá de las observaciones del proveedor de dicho servicio. Cada muestra debe ser identificada, identificando los siguientes puntos. Como se observa en la figura 27

- Equipo superior (Ejemplo, Llenadora, etiquetadora)
- Componente donde se recolecta la muestra (Codificación definida conforme procedimiento códigos de instalaciones).

Figura 27

Ejemplo de anomalías detectadas a través de análisis de aceite.



Nota. Archivo CBC

6.2.3 *Desarrollo de espejos de ruta.*

Para la ejecución de las inspecciones de ruta predictivas, es necesario establecer un listado de puntos a ser evaluados. Para dicha actividad se debe hacer uso del formato para inspecciones predictivas.

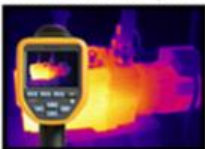
Dependiente de la cantidad de los puntos a inspeccionar por equipo es válido agrupar diferentes equipos en un mismo espejo de ruta o un área productiva. Los espejos de ruta no podrán contener dos tipos de inspecciones diferentes, es decir dentro de un espejo de ruta no podrán realizarse inspecciones termográficas y análisis de vibraciones. Debe existir un espejo de ruta por actividad. Es importante contemplar el estado de las instalaciones con el objetivo que ningún equipo o punto quede pendiente de inspección. De igual manera una vez finalizada la inspección y analizado la información se deberá proceder con la carga de requisiciones de mantenimiento para que puedan ser planificadas y programadas en el menor tiempo posible. Como se observa en la figura 28.

Figura 28

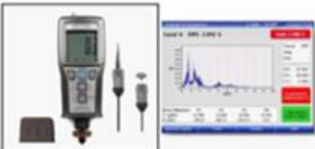
Espejo de Ruta.

Herramientas e Insumos


Las herramientas necesarias para la ejecución de este procedimiento son las siguientes:
La realización de este servicio no requiere de materiales.



(a) Cámara Termográfica



(b) Analizador de Vibraciones



(c) Análisis de Aceite

Procedimiento

A continuación se le presenta un listado de equipos los cuales se requiere evaluar en base a los criterios definidos

Item	Area	Código Instalación	Descripción	¿Se realizó Inspección? ¿Se tomo muestra?	¿Se detecto Anomalia?
1	SALA DE MAGUINAS	MAR-SM-04-02-01-01	MOTOR PRINCIPAL COMPRESOR	S	NO
2	SALA DE MAGUINAS	MAR-SM-04-02-02-01-02	CAJA REDUCTORA MOTOR PRINCIPAL COMPRESOR	S	NO
3	LINEA 1	MAR-L1-06-06-01	MOTOR PRINCIPAL SELLADOR LLENADORA	S	NO
4	LINEA 1	MAR-L1-06-06-02	VARIADOR MOTOR PRINCIPAL LLENADORA	S	NO
5	LINEA 4	MAR-L4-06-12-01-02	MOTOR PARA BOMBA CENTRIFUGA P501	S	NO
6	LINEA 4	MAR-L4-01-01-01-02	PLC DESPALETIZADORA	S	NO
7	SUBSTACION ELECTRICA	MAR-SE-01-02-01-01	TRANSFORMADOR TRIFASICO	S	NO
8	SALA JFWBES	MAR-SJ-08-02-01	MOTOR MOTOBOMBA 1	S	NO
				S	NO

Nota. Archivo CBC

Frecuencia de ejecución.

La ejecución para actividades predictivas deberá de ser respetado como mínimo la siguiente frecuencia: Según tabla 6.

Tabla 6

Frecuencias de actividades predictivas

Actividad	Frecuencia Mínima	Validación de acciones correctivas
Termografía	Trimestral	Maximo dos semanas después de la corrección
Análisis de vibraciones	Trimestral	Maximo dos semanas después de la corrección
Análisis de Lubricantes	Semestral	Conforme frecuencia mínima de ejecución

Nota: Archivo CBC

6.2.4 Implementar Planes de Mantenimiento Predictivo en Sistema SAP PM.

Para garantizar que las actividades de mantenimiento predictivo sean gerenciadas automáticamente y por ende se garantice la ejecución, se implementara los planes de mantenimiento en sistema SAP PM,

Según el siguiente procedimiento:

Creación de ubicación técnica línea L821 en sistema SAP PM

Identificar la ubicación técnica en sistema SAP PM utilizando transacción IH01

Una vez identificado la ubicación técnica de la línea L821, verificar el centro de costos asignado a esa ubicación técnica, para poder generar el equipo. Como se observa en la figura 29.

FIGURA 29

Ubicación técnica Línea L821

Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura		
Detalles completos		
Ubic. técn.	PE-02	Válido de
Denominación	Planta Huachipa	
PE-02-0111	Estación tratamiento aguas residuales E	
PE-02-0121	Aire comprimido de baja Envasado	
PE-02-0122	Aire comprimido de baja ETA	
PE-02-0131	Aire comprimido de alta	
PE-02-0141	Vapor	
PE-02-0151	Frio envasado	
PE-02-0152	Frio soplado	
PE-02-0153	Frio Cerveza	
PE-02-0161	CO2	
PE-02-0171	Electricidad	
PE-02-0191	Soda cáustica	
PE-02-0201	Jarabe simple	
PE-02-0221	Jarabe compuesto	
PE-02-0227	Cocimiento	
PE-02-0228	Fermentacion	
PE-02-0229	Filtracion	
PE-02-0230	Recepcion, Molienda, Beneficiamiento	
PE-02-0231	Tratamiento Levadura	
PE-02-0401	Línea 1 - SB010	
PE-02-0402	Línea 3 - SBO6	
PE-02-0403	Línea 4 - SBO14	
PE-02-0501	Línea 1 - GRB - Cerveza	
PE-02-0561	Línea 1 - PET - 821	
PE-02-0562	Línea 2 - PET - 822	
PE-02-0563	Línea 3 - PET Atipax	
PE-02-0564	Línea 4 - Multiempaque	
PE-02-0701	Laboratorio ETA	
PE-02-0711	Laboratorio Degustación	
PE-02-0721	Laboratorio de calidad - Físico químico	
PE-02-0722	Laboratorio de calidad - Microbiológico	

Nota: SAP PM CBC
























Creación de códigos de equipos asignado un centro de costo.

Para creación de equipos en sistema SAP PM se utiliza la transacción IE01, Se creará los equipos según la relación de equipos asignados a la línea L821.

Como se observa en la figura 30.

Figura 30

Equipos asignados dentro de la ubicación técnica de la línea L821

Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura		
 Nivel hacia arriba Detalles completos 		
Ubic.técn.	PE-02-0561	
Denominación	Línea 1 - PET - 821	
▼  PE-02-0561	Línea 1 - PET - 821	
▶  7054698	Despaletizadora-Berchi	
▶  7054699	Enjuagadora-Rinser	
▶  7054700	Ozonizador-De agua- HMI	
▶  7054701	Filtro UV- De Agua	
▶  7054702	Carbonatador-Paramix	
▶  7054703	Medidor-Brix	
▶  7054704	Llenadora-Botella KHS 72	
▶  7054705	Dosificador Nitrogeno	
▶  7054706	Elevador-de Tapas	
▶  7054707	Capsuladora-KHS 14	
▶  7054708	Etiquetadora-Triner	
▶  7054709	Inspector-Nivel	
▶  7054710	Codificador-Videojet 01 LASER	
▶  7054711	Codific-Videojet 02-STAND BY	
▶  7054712	Envolvedora-Botella SMI	
▶  7054713	Distribuidor de paquetes	
▶  7054714	Codificador-Paquetes	
▶  7054715	Soplador-Sonic	
▶  7054716	Transporte-Aereo de Pet	
▶  7054717	Transporte-Botella Etiquetada	

Nota: SAP PM CBC

Desarrollo hoja de ruta y creación de plan de Mantenimiento


Para el desarrollo de hoja de ruta y creación de plan de mantenimiento utilizaremos las siguientes transacciones:






IA01 Creación de hoja de ruta. Es la parte del procedimiento y estrategia de tiempos que se asigna al plan de mantenimiento es esencial para crear el plan de mantenimiento.

Como es mostrado en la figura 31.

Figura 31

Hoja de Ruta


Vis.instrucción: Res.paquetes mantenimiento


 Paquete mantenimiento preventivo
 
 Propia
 
 Externo
 
 Cab.
 
 Plan

GrHRuta PH561002 Termografia ContGrpoHR 11

Resumen oper.paquetes mant.prev.												
Op.	SOp	Descripción operación	1S	1Q	1M	2M	3M	4M	6M	1A	2A	3A
0010		3M-TERMO-MOTOR PRINCIPAL RINSER	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0010	0010	MOTOR PRINCIPAL RINSER										
0010	0020	APLICAR MÉTODO DE SEGURIDAD 3D										
0010	0030	COMUNICAR A INOVUCRADOS LA ACT. PREDIC.										
0010	0040	REALIZAR INSPECCIÓN PREDICTIVA										
0010	0050	REALIZAR 5 'S										
0010	0060	COMUNICAR A LOS INVOLUCRADOS FINAL ACT.										
0010	0070	GESTIONAR INFORME FINAL DEL ANALISIS										
0010	0080	ENTREGAR OM A SUPERVISOR										

Fuente: SAP PM CBC

IP01 Creación de Plan de Mantenimiento. Crear un plan de mantenimiento preventivo

en SAP es el proceso en el que se integran los datos de las hojas de ruta o instrucciones y se programan a fechas determinadas cumpliendo con varios parámetros. Como se observa figura 32.

Figura 32

Modelo plan de Mantenimiento predictivo en sistema SAP PM

Visualizar plan de mantenimiento preventivo: Plan estrategia 000000010

Plan mant.prev. 10139 Plan 0561 - Enjuagadora-KHS

Cab.plan mant.

Ciclos plan de mantenimiento 15.03.2022 Parám.programación plan mantenimiento Datos adicionales plan mantenimiento

Ciclo	Unidad	Texto ciclo mantenimiento	Offset
	90DÍA	Trimestral	0

Posición Lista objeto posición Emplazamiento posición Llamadas programadas posición Ciclos posición 15.03.2022

Posición PM 36850 Termografía

Objeto de referencia

Ubic.técn. PE-02-0561 Línea 1 - PET - 821

Equipo 7054699 Enjuagadora-Rinser

Conjunto

Datos de planificación

Centro planif. RP04 Planta Huachipa - CBC Grupo planif. PH2 EnvaPET

Clase de orden ZM03 Orden de Mantenimiento Técnico Clase actividad PM 108 Termografía

Pto.tbjo.resp. P_ELE 00 / RP04 Tec Eléctico División

Prioridad

Documento venta /

Hoja de ruta para mantenimiento

Tp.	GrHRuta	CGrHR	Descripción
A	PH561002	11	Termografía









































Nota: SAP PM CBC

Generación automática de orden de Mantenimiento SAP PM.

Con el plan creado se lanza los planes de mantenimiento a corto, mediano y largo plazo, para que salgan las órdenes de trabajo de acuerdo con la frecuencia establecida como se observa en la fig 33.

Figura 33

Generación Automática de Ordenes de Mantenimiento en el Sistema SAP PM

Modificar órdenes y operaciones: Lista de pedidos y operaciones													
<div><div></div><div>Orden</div><div>Notificación individual</div></div>													
Orden	Op.	CL	AMa	...	Denom.ubic.técnica	Equipo	Texto breve operación	Denominación objeto	Inic.extr.	Pto.tbjo.op.	Status sistema op.	PLMa...	Dur.normal Un.
800545978	0010	ZM03	108		Línea 1 - PET - 821	7054699	3M-TERMO-MOTOR PRINCIPAL RINSER	Enjuagadora-Rinser	25.01.2021	P_ELE 09	NOTI CTEC IMPR R.	4276	120 MIN
800545979	0010	ZM03	108		Línea 1 - PET - 821	7054699	3M-TERMO-MOTOR PRINCIPAL RINSER	Enjuagadora-Rinser	19.02.2021	P_ELE 00	ABIE BLOQ	4276	120 MIN
800545980	0010	ZM03	108		Línea 1 - PET - 821	7054699	3M-TERMO-MOTOR PRINCIPAL RINSER	Enjuagadora-Rinser	02.04.2021	P_ELE 17	NOTI CTEC IMPR	4276	120 MIN
800923414	0010	ZM03	108		Línea 1 - PET - 821	7054699	3M-TERMO-MOTOR PRINCIPAL RINSER	Enjuagadora-Rinser	17.11.2021	P_ELE 17	BLOQ IMPR LIB.	4276	120 MIN
800923415	0010	ZM03	108		Línea 1 - PET - 821	7054699	3M-TERMO-MOTOR PRINCIPAL RINSER	Enjuagadora-Rinser	19.01.2022	P_ELE 17	NOTI CTEC IMPR	4276	120 MIN
800972585	0010	ZM03	108		Línea 1 - PET - 821	7054699	3M-TERMO-MOTOR PRINCIPAL RINSER	Enjuagadora-Rinser	26.02.2022	P_ELE 13	NOTI CTEC IMPR	10139	120 MIN
800972615	0010	ZM03	108		Línea 1 - PET - 821	7054699	3M-TERMO-MOTOR PRINCIPAL RINSER	Enjuagadora-Rinser	03.04.2022	P_ELE 00	ABIE	10139	120 MIN
800972617	0010	ZM03	108		Línea 1 - PET - 821	7054699	3M-TERMO-MOTOR PRINCIPAL RINSER	Enjuagadora-Rinser	02.07.2022	P_ELE 00	ABIE	10139	120 MIN
800972619	0010	ZM03	108		Línea 1 - PET - 821	7054699	3M-TERMO-MOTOR PRINCIPAL RINSER	Enjuagadora-Rinser	30.09.2022	P_ELE 00	ABIE	10139	120 MIN
800972621	0010	ZM03	108		Línea 1 - PET - 821	7054699	3M-TERMO-MOTOR PRINCIPAL RINSER	Enjuagadora-Rinser	29.12.2022	P_ELE 00	ABIE	10139	120 MIN

Nota: SAP PM CBC

6.2.5 Planificación y cumplimiento de mantenimiento predictivo:

Planificación de actividades de mantenimiento predictivo.

En esta etapa se planificará las actividades predictivas de acuerdo con la disponibilidad de equipos y técnicos, la disponibilidad de equipos se revisa en el programa de producción revisado semanalmente. Como se observa en la figura 34.

Figura 34

Programa de producción

Programa Actual de Producción LÍNEA 821			HORA DE ACTUALIZACIÓN 29/09/2021 18:21		
Inicio	Fin	Cod	Descripción	Emp	
lun 27/09 00:00	mié 29/09 03:09	BA003709	PEPSI COLA PET 750ML CAJA C/12	750 ml	
mié 29/09 04:10	mié 29/09 06:10	SCR 1	Scrubbing	-	
mié 29/09 06:10	mié 29/09 09:00	Cip 3	Cip 5 pasos - Gaseosa	-	
mié 29/09 10:22	jue 30/09 20:10	BA005693	AGUA SAN CARLOS PET X4 3000 S/GAS	3000 ml	
jue 30/09 20:10	jue 30/09 21:10	PP	Parada Programada	-	
jue 30/09 21:10	vie 01/10 08:44	BA005693	AGUA SAN CARLOS PET X4 3000 S/GAS	3000 ml	
vie 01/10 08:44	vie 01/10 22:56	BA003737	TRIPLE KOLA PET 3000 ML C/04 SHRINK LISO	3000 ml	
vie 01/10 22:56	sáb 02/10 04:05	BA003726	CONCORDIA PINA PET 1,5 SHRINK C/6	1500 ml	
sáb 02/10 04:05	sáb 02/10 05:05	CF	Cambio de formato	-	
sáb 02/10 05:05	sáb 02/10 07:25	Cip 1	Cip 3 pasos - Gaseosa	-	
sáb 02/10 07:25	dom 03/10 04:18	BA003712	PEPSI COLA PET 2L CAIXA C/6	2000 ml	
dom 03/10 04:18	lun 04/10 00:00	PP	Parada Programada	-	

Nota: Archivo CBC

Programación de orden de mantenimiento predictivo en sistema SAP PM.

Una vez que se tenga la disponibilidad del equipo se procederá a realizar la programación de la orden de mantenimiento, asignando la actividad al técnico de turno, colocando el código asignado al técnico en sistema SAP PM, también se asignara el tiempo para ejecutar la actividad, como se observa figura 35.

Figura 35

Programación de orden de mantenimiento en Sistema SAP PM

Modificar Orden de Mantenimiento Técnico 800784334: Cabecera c

Orden: ZM03 800784334 Termografía

Stat.sist.: CTEC NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC

Datos cab. Oper. Componentes Costes Objetos Datos adic. Emplaz. Planific. Control

Responsable

Gpo.plan.: PH4 / RP04 Ser. Pro. Tal. BIB

Rs.pto.tr.: P_ELE 07 / RP04 Fernando Flores

Aviso:

Costes: 0.00 PEN

Cl.activ.PM: 108 Termografía

EstdInstal: 1 En funcionamien

Fechas

Inic.extr.: 17.08.2021 Prioridad: 3-medio

Fin extr.: 17.08.2021 Revisión:

Objeto de referencia

Ubic.técn.: PE-02-0201 Jarabe simple

Equipo: 7054674 CIP-EJIS-SD

Conjunto:

Primera operación

Operación: 3M-TERMO-PANEL ELÉCTRICO PRINCIPAL ClvCá:

PtoTrab/Ce: P_ELE 07 / RP04 ClvCtrl: PM01 Cl.activ.:

TrabInvert: 1.0 HRA Cantidad: 0 Dur.oper.: 90 MIN

Nº pers.: 0

MAF ☐ Comp. ☐

Nota: SAP PM CBC

Impresión de órdenes de servicio.

La orden programada se tiene que imprimir para entregar al técnico, quien ejecutara la actividad, la orden de mantenimiento impresa contempla información de seguridad,

información de calidad y el procedimiento a ejecutar.

Entrega de órdenes y ejecución de actividades de mantenimiento predictivo.

El técnico recibe la orden de mantenimiento, (figura 34), se acerca al área donde realizar la inspección predictiva según el procedimiento, utilizara el equipo predictivo para realizar el análisis, Una vez realizado el análisis, el técnico descargara en software del equipo predictivo.

El software del equipo predictivo descargara un informe donde se contempla los valores del análisis, si están dentro de rango, quiere decir que el equipo está en condiciones óptimas de funcionamiento, pero si sale fuera de rango y se observara una alerta, el técnico procederá a generar una solicitud de servicio para su pronta atención.

Notificación de ordenes ejecutadas.

El técnico de Mantenimiento notificara al orden de mantenimiento en el sistema SAP PM Transacción IW41. Donde el describe los tiempos de ejecución y detalla el informe de los hallazgos encontrados en la inspección.

Construcción de indicadores.

El sistema SAP PM, permite descargar e importar informes en formato Excel, lo cual es modelado, para obtener indicadores.

Análisis de indicadores.

Con el análisis de los indicadores del mantenimiento predictivo se logrará:

Hacer seguimiento al cumplimiento del plan de mantenimiento predictivo.

Garantizar las actividades solicitadas en los hallazgos de alguna posible anomalía del