

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMA E INFORMÁTICA
ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

TESIS

**Aplicación del Mantenimiento de Prevención para mejorar la Gestión del Servicio
de Mantenimiento, en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA – 2019**

PRESENTADO POR:

Córdova Mollo, Joseph

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

ASESOR:

Ing. Aldo Laos Bernal

HUACHO – 2019

DEDICATORIA

A mi madre Que me apoyo siempre en todas las etapas de mi vida, y a pesar de hacer el rol de padre y madre gracias a su esfuerzo y dedicación he podido culminar mis estudios, a ella le dedico todo mi esfuerzo en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que pueda estudiar.

Dedicado con mucho amor y cariño a la señora Juliana Mollo Carbajal, mi madre, mi padre, mi ángel.

Joseph Córdova M.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a mi madre, que jamás dejo de creer en mi y nunca dejo de ayudarme y siempre se preocupo para que pueda terminar mis estudios con éxito.

A mis hermanos Jan Carlo, Arthur, y Karen que fueron un gran apoyo y que gracias a su ayuda incondicional son partícipes de que yo este en este punto de mi vida a puertas de obtener el título profesional tan anhelado.

Finalmente, pero no menos importante a mi asesor el ING. Aldo Laos Bernal, quien fue mi maestro y quien marco con sus enseñanzas positivamente en el desarrollo de nuestro aprendizaje. Y que gracias a su apoyo he podido culminar el desarrollo de mi tesis

A todos con mucho cariño.

Joseph Córdova M.

Ing. JORGE ANTONIO SANCHEZ GUZMAN
PRESIDENTE

ING. RONALD ALCANTARA PAREDES
SECRETARIO

ING. RAUL CHAEZ ZA VALETA
VOCAL




ALDO FELIPE LAOS BERNAL
Ingeniero Industrial
C.I.P. 20459

ING. ALDO LAOS BERNAL
ASESOR

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción sobre todo las de transformación de materia prima, se sustentan en una posible producción sin interrupciones. Uno de los principales sustentos, para lograr ello, es la eficiente gestión de la función del mantenimiento industrial.

Según el último Congreso Mundial del 2018, realizado en Estocolmo – Suecia; se conviene aceptar, que solo existen dos clases de mantenimiento, tales son: el mantenimiento correctivo y el mantenimiento de prevención y sus derivados.

En este sentido, muchas plantas industriales, están optando por la práctica del mantenimiento de prevención, ya que su uso ha implicado un aumento de la eficiencia. Hasta el 30% más de lo existente.

El caso del estado, realizado en la Planta Azucarera de la Empresa AIPSA, versión año 2019 y parte del 2020, se enfoca en la aplicación del mantenimiento de prevención, de tal forma de minimizar , la ocurrencia de horas por paralizaciones imprevistas, con los adicionales de mejorar la gestión en los aspectos de administración, aspecto técnico y aspecto económico.

RESUMEN

El estudio “aplicación del Mantenimiento de Prevención para mejorar la Gestión del Servicio de Mantenimiento en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA – 2019, desarrollado por el suscrito, se puede resumir de la manera siguiente.

- En los tres primeros capítulos, entre otros, se expone el planteamiento del problema, destacándose la descomposición de la realidad problemática; donde se resalta fue en el año 2019, ocurrieron 1147 horas por paralizaciones imprevistas, con implicancias de periodo de producción y no cumplimiento con los plazos de entrega. Seguidamente, se plantean los objetivos, también, se describen los antecedentes del problema, y además se destaca la formulación de hipótesis.
- En el diseño método lógico es importante indicar que se trata de un estudio correlacional, y luego se presenta la operacionalización, de las variables, consideradas en el estudio.
- En el cuarto capítulo, se presentan los resultados obtenidos, previo análisis de la situación actual. En ello es importante señalar que según los indicadores de gestión; el Área de Trapiche, es la más crítica.
- Entre lo que más se evidencia es fue el estudio eleva la eficiencia global de planta al 86.95% de un 71.06% actual y que irá mejorando, conforme se reajuste el programa de M.P. propuesto.
- En los capítulos quinto y sexto se discuten los resultados, justificado que, con los resultados obtenidos, es conveniente la aplicación del mantenimiento de prevención.

Palabras Clave: Mantenimiento, Prevencion y Servicios de Mantenimientos.

ABSTRACT

The study "application of Prevention Maintenance to improve the Management of the Maintenance Service in the Sugar Plant of the AIPSA Company - 2019, developed by the undersigned, can be summarized as follows.

- In the first three chapters, among others, the problem statement is exposed, highlighting the decomposition of the problematic reality; Where it stands out was in the year 2019, 1147 hours occurred due to unforeseen shutdowns, with implications for the production period and non-compliance with delivery times. Next, the objectives are proposed, also, the background of the problem is described, and the formulation of hypotheses is also highlighted.
- In the logical method design, it is important to indicate that it is a correlational study, and then the operationalization of the variables considered in the study is presented.
- In the fourth chapter, the results obtained are presented, after analyzing the current situation. In this it is important to note that according to management indicators; the Trapiche Area is the most critical.
- Among what is most evident is the study increases the overall efficiency of the plant to 86.95% from a current 71.06% and that it will improve, as the M.P. proposed.
- In the fifth and sixth chapters the results are discussed, justified that with the results obtained, the application of preventive maintenance is convenient.

Keywords: Maintenance, Prevention and Maintenance Services.

INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
INTRODUCCIÓN.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
CAPITULO I.....	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	11
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1. Problema General.....	14
1.2.2. Problemas Específicos.....	14
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.	15
1.3.1. Objetivo General	15
1.3.2. Objetivos Específicos.....	15
CAPÍTULO II.....	16
MARCO TEÓRICO	16
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	16
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	16
2.2. BASES TEÓRICAS.....	27
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	40
2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	43
2.4.1. Hipótesis General.....	43
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	43
CAPÍTULO III	44
METODOLOGÍA.....	44
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO.....	44
3.1.1. Tipo:	44
3.1.2. Enfoque:	44
3.1.3. Nivel:.....	44
3.1.4. Métodos:.....	44
3.1.5. Tipo de estudio.....	44
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	44
3.2.1. Población.....	44

3.2.2. Muestra.....	44
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.....	45
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
3.4.1. Técnicas a emplear.....	47
3.4.2. Descripción de los instrumentos.	47
3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	47
CAPÍTULO IV	48
RESULTADOS	48
4.1. VISIÓN Y MISIÓN DE LA EMPRESA.....	48
4.2. PROCESO DE PRODUCCION DEL AZÚCAR.....	48
4.3. DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	56
4.4. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN.	58
4.5. EQUIPO Y/O MÁQUINAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO	58
4.6. RECORD DE PAROS Y TIEMPOS DE PAROS	69
4.7. INDICADORES DE GESTIÓN.....	69
4.8. PERDIDAS ECONÓMICAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL	73
4.9. ANALISIS DE CAUSALIDAD.....	74
4.10. CONTINGENTE LABORAL.....	75
4.11. FIABILIDAD DEL SISTEMA.....	75
4.12. NECESIDAD DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	76
4.13. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	77
4.13.1. Ubicación de la función Mto. En la organización de la planta	77
4.14. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	78
4.15. PROGRAMA PROPUESTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO....	79
4.16. EVALUACIÓN.....	82
4.17. DOCUMENTOS TÉCNICOS.....	82
4.18. EL LILA.....	87
4.20. ABASTECIMIENTO.....	88
4.21. EL ÁREA DE MAESTRANZA.	88
CAPÍTULO V	99
ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	99
CAPÍTULO VI	101
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
FUENTES DE INFORMACIÓN	102
ANEXOS	105

ANEXO N° 1	106
MATRIZ DE CONSISTENCIA	106
ANEXO 2.....	108
ANEXO N° 3	109
ANEXO 4: FORMATO HOJA RMC.....	112

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Las empresas industriales, actualmente, se ven en la necesidad de ser más competitivas, en el sector productivo. En que se encuentren tal es así, que se busca, que los inputs de producción, conduzcan a la obtención de productos con cero defectos.

Tratándose de lograr una alta competitividad; las empresas en sus procesos de producción, tienen que poseer máquinas confiables, mano de obra fiable, materiales adecuadamente seleccionados, métodos convenientes adoptados, y que al interactuar con los elementos internos del proceso de producción; se permita obtener productos dentro de los más altos estándares de calidad, y precios competitivos.

A nivel mundial, la mejora continua, en la preservación de la maquinaria de uso industrial; es una filosofía, cuya práctica fue iniciada en Toyota, en los Estados Unidos, y más enriquecida por la industria japonesa. Por ello surgen pilares del mantenimiento productivo total; cada uno con aplicación específica, de acuerdo al problema real, que se enfrente.

Hoy en día, las empresas internacionales deberían poder desarrollar todas sus capacidades de adaptación a fin de competir en mercados cada vez más extensos, dinámicos y exigentes; en una época signada por la globalización de los mercados

y la crisis económica mundial. Entre los factores decisivos que mejoran la posición competitiva de una empresa se encuentran la innovación tecnológica, la internacionalización, la financiación, la gestión de los recursos humanos y el desarrollo de prácticas de gestión encaminadas a mejorar la eficiencia y productividad de los procesos. Esforzarse por obtener el mayor retorno de inversión en plantas industriales. Sin embargo, las fallas y la presencia de mal funcionamiento en las plantas industriales pueden generar aumento de los costos operativos y pérdida de ingresos, por lo que no se puede negar que la gestión del mantenimiento está cobrando mayor importancia debido a su impacto. directamente en el proceso de producción.

En el contexto latinoamericano, países como Brasil, México, Chile, vienen aplicando la nueva filosofía del mantenimiento industrial, visualizando, el mantenimiento autónomo, el mantenimiento enfocado, el mantenimiento planificado, el mantenimiento de calidad, y el mantenimiento preventivo; que utilizando las herramientas modernas de calidad; permiten obtener un servicio de calidad, en el mantenimiento industrial.

De lo anteriormente anotado; se extrae como un pilar muy importante del mantenimiento industrial, como lo es el mantenimiento de prevención, que integra la práctica de los pilares anteriores, en lo referente al mantenimiento industrial.

En el Perú, algunas empresas industriales, como aceros Arequipa, Grupo Gloria, Grupo Backus , entre otros, llevan un periodo de regular tiempo, implementando el mantenimiento de prevención con TPM.

En nuestra región Lima – Provincias, no se cuenta con empresas a nivel industrial, que estén implementando el mantenimiento de prevención como una forma de mejorar la eficiencia de gestión de sus sistemas de mantenimiento.

El caso se pretende desarrollar y solucionar, tiene como realidad problemática , las instalaciones fabriles de la fábrica de azúcar de la Empresa Agroindustrial Paramonga S.A.

La empresa en mención, está ubicada en el distrito de Paramonga, Provincia de Barranca, Región Lima – Provincias. Su actividad principal es la producción de azúcar de uso industrial y de uso doméstico.

Agroindustrial Paramonga S.A. (AIPSAÛ, tiene una producción estimada de 10,500 bolsas diarias de azúcar, se trabaja a tres turnos, los treinta días del mes, con año fiscal.

El caso problema, se origina, cuando se reporta que el año 2019, se presentaron 1547 horas de paros imprevistos, y en lo que va del año ya tenemos 385 horas de paros imprevistos, a pesar de contar con un departamento de mantenimiento; al aparecer, la eficiencia de la gestión del mantenimiento no levanta, explicándose en parte ello, porque no se cuenta con una política de prevención de averías, ni fiabilización de los grupos de trabajo, así como de un servicio de calidad.

Todo ello conlleva a retrasos en el cumplimiento de los programas de producción y pérdida de fidelidad de clientes.

El autor de la presente investigación, con el permiso de la alta dirección de la planta, toma el caso y planea la alternativa de solución, basada en la aplicación del mantenimiento de prevención para mejorar la eficiencia de gestión de la función del mantenimiento.

Este estudio tendrá enfoque cuantitativo y de nivel de diseño de investigación correlacional, entre las variables aplicación del mantenimiento preventivo y la variable mejora de la eficiencia del sistema de gestión del mantenimiento.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Realizada en forma interrogativa, es la siguiente:

1.2.1. Problema General.

¿Cómo la aplicación del mantenimiento de prevención se relaciona con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019?

1.2.2. Problemas Específicos.

- ¿Cómo la fiabilización de los grupos de trabajo se relaciona con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019?
- ¿Cómo el cálculo de fiabilidades de máquinas se relaciona con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019?

- ¿Cómo el uso óptimo de los inputs de producción se relaciona con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Los objetivos a alcanzar, en el presente estudio, son los siguientes:

1.3.1. Objetivo General

Conocer la Aplicación del Mantenimiento de Prevención y su relación con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Conocer la fiabilización de los grupos de trabajo y su relación con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019.
- Conocer el cálculo de fiabilidades de máquinas y su relación con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019.
- Conocer el uso óptimo de los inputs de producción y su relación con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

López y Madera (2015) en su tesis titulada: “Propuesta de Guía para Aplicación de Mantenimiento Autónomo hasta la Etapa Tres, en Servicios de Odontología para Instituciones Prestadoras de Servicios De Salud”, la institución que le respaldó fue la Universidad ECCI, el objetivo fue diseñar directrices para la implantación del auto mantenimiento de los servicios odontológicos hasta el nivel 3 en los establecimientos de salud. La encuesta es descriptiva - el diseño experimental pertinente, la muestra es entre el 1 de junio y el 3 de agosto, se realizaron 13 solicitudes de mantenimiento correctivo, los resultados son los siguientes:

- Como resultado de la estrategia de análisis y mantenimiento, se puede observar que se pueden reducir varias métricas transversales, tales como: B. Tiempo muerto de los equipos y costos de mantenimiento.
- Para cualquier empresa, independientemente de su negocio principal, estos son factores altamente horizontales para el buen funcionamiento de la estructura organizativa.
- Estos contenidos indican los pasos para implementar adecuadamente las estrategias de mantenimiento autónomo en el área de estudio para lograr la reducción de los indicadores antes mencionados.
- Derivado de los análisis, realizados se tienen:

El cronograma de capacitaciones

Formato de Hoja de vida

Formato de tarjetas F

Formato de Base de datos

- Todas estas herramientas ayudan a implementar los métodos de mantenimiento analizados en este documento, pero no son obligatorios y cualquier organización puede manejar los formatos que deseen, siempre que cumplan con los requisitos propuestos.

Meza y Galarza (2020) en su tesis titulada: “Propuesta para la Aplicación de PMO al Plan de Mantenimiento de la Turbina de gas de la Empresa Air Liquide Colombia (ALCO)”, la institución que le respaldó fue la Universidad ECCI, El objetivo es desarrollar una propuesta basada en PMO para empresas ALCO, enfocándose en los activos en estudio, asegurando la continuidad del proceso productivo de acuerdo con los planes, métodos y procedimientos de mantenimiento establecidos para mejorar la estrategia de mantenimiento. El estudio fue de tipo mixto, diseño experimental, y el instrumento de recolección de datos fue la entrevista, llegando a las siguientes conclusiones:

- Debido a que el equipo que se analiza es altamente especializado, tiene un equipo muy robusto con una larga vida útil, se puede utilizar durante mucho tiempo y es altamente eficiente, con menor desgaste de las partes móviles (en comparación con los motores diesel convencionales), su Mantenimiento preventivo es muy sencillo y poco invasivo, lo que hace que la relación "coste de mantenimiento - producción" sea muy favorable.

- Por su larga vida útil se podrá generar servicios/productos que recuperen los recursos de inversión, ya que las turbinas generarán más de 2 mil millones de pesos, teniendo en cuenta la relación costo-beneficio se logra un resultado de casi el 1000%. durante los 30 años de vida útil de los componentes.
- La venta de vapor y el uso de gases de combustión de turbinas produce la mayor parte de los beneficios descritos en el punto anterior y es una de las ventajas de la cogeneración, ya que los residuos de la combustión se utilizan para generar otros productos como vapor y dióxido de carbono a largo plazo. run Representan una fuente alternativa de un recurso muy lucrativo.

Díaz (2019) en su tesis titulada: “Aprendizaje automático para el mantenimiento predictivo en los buses del transporte público.”, la institución que le respaldó fue la Universidad Central del Ecuador, el objetivo fue desarrollar e implementar un modelo predictivo de fallas para las unidades de una empresa de transporte en bases a sus registros históricos usando técnicas de aprendizaje de máquina. La investigación fue de metodología CRISP-DM, el instrumento de recolección de datos fue encuesta, llegando a las siguientes conclusiones:

- El resultado de este trabajo es un modelo predictivo de fallas desarrollado para una unidad de una empresa de transporte e implementado en una aplicación web.
- En cuanto al desarrollo de un modelo predictivo de fallas, según el registro histórico de la empresa, random forest es el modelo que brinda

mejores resultados. La precisión obtenida del modelo final puede depender de la cantidad de datos utilizados. Para algunos componentes que no muestran una variación constante en la naturaleza, el intervalo de tiempo del análisis es muy corto. Estas limitaciones se ven reflejadas en las estimaciones obtenidas, tomando los componentes sustitutos más comunes valores cercanos al valor real, mientras que los componentes que no registran muchos datos toman valores de manera inconsistente. A pesar de lo limitado de la información, se obtuvieron resultados aceptables.

- Varias técnicas de aprendizaje automático, desde la preparación de datos hasta la comparación de diferentes modelos, contribuyen en gran medida a mejorar los modelos de manera significativa.

Mora (2011) en su tesis titulada: “Diseño e Implementación de la Gestión de los Niveles de Servicio para el Área de Redes, Seguridad y Mantenimiento Informático de Etapa”, La institución que lo apoya es la Universidad de Cuenca. El propósito es desarrollar un sistema de gestión para mantener y mejorar la calidad de los servicios de TI y facilitar medidas para eliminar los servicios defectuosos de acuerdo con la justificación comercial y de costos, lo que conducirá a una mejor relación entre la organización de TI y sus clientes. El estudio está fundamentado, el diseño experimental, y la herramienta de recolección de datos es una encuesta de la que se extraen las siguientes conclusiones:

- Las principales actividades e instalaciones técnicas proporcionadas por la empresa para la implementación del servicio de TI "e-mail" se

utilizan para monitorear su calidad, dando como resultado el catálogo de servicios, el acuerdo de nivel de servicio.

- El Catálogo de Servicios proporciona al departamento de Redes, Seguridad y Mantenimiento Informático de ETAPA una herramienta de diálogo para la gestión de las distintas entidades a las que presta servicios ETAPA.
- Permite a los departamentos de Redes, Seguridad y Mantenimiento Informático de ETAPA trabajar en un modelo que facilita el establecimiento de Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA), Acuerdos de Nivel Operacional (OLA) y Contratos de Soporte (UC). s) Los servicios informáticos prestados se evalúan objetivamente frente a las personas implicadas.

Anchaluisa y Trujillo (2021) en su tesis titulada: “Plan de Negocio para la Creación de una Plataforma Digital para la Gestión de Servicios de Mantenimiento y Reparaciones Menores del Hogar - FIX NOW”, la institución que le respaldó fue la Escuela Superior Politécnica del Litoral, el objetivo fue determinar si existe aceptación del servicio ofertado mediante la plataforma digital por parte de los usuarios y clientes que pertenecen al mercado objetivo definido anteriormente. La investigación fue de tipo básica, la población será de 1 017 524 personas, llegando a los siguientes resultados:

- Para validar la propuesta de proyecto a través de un estudio de mercado, se consideró una muestra de 300 personas que coincidían con el perfil

de la base de clientes objetivo a la que FIX NOW quería llegar, y se les encuestó con 23 preguntas.

- Este capítulo permite el análisis e interpretación de la información obtenida de la encuesta y la observación de los gráficos de acuerdo con cada pregunta planteada.
- Para la primera pregunta, se puede observar que, en cuanto al género, el 54,3% de los encuestados son mujeres y el 45,7% restante son hombres.
- De esta información se puede inferir que el programa puede dirigirse tanto a hombres como a mujeres, por lo que no nos limitamos a un solo género preferido en el grupo objetivo ya que los resultados no mostraron diferencias significativas.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

Lopez (2017) en su tesis titulada: “Aplicación del Mantenimiento Preventivo en la Línea de Envasado para la Mejora de la Productividad en la Empresa, COSTAGAS Arequipa SA 2017”, la institución que le respaldó fue la Universidad César Vallejo, el objetivo fue determinar como el mantenimiento preventivo mejora la productividad en la línea de envasado CostaGas. El estudio fue de un diseño experimental aplicado, con población tomando botellas de CostaGas Arequipa S.A. en un plazo de 8 semanas, y la muestra estuvo conformada por botellas de 10 kg empacadas durante 8 semanas, comprendiendo los meses de marzo de 2017 a julio de 2017. La empresa CostaGas Arequipa S.A, los instrumentos de recolección de datos son observaciones y cronómetros, logró los siguientes resultados:

- Dimensión 1: Se puede comprobar que la disponibilidad media es de 0,8850, y el valor de disponibilidad está lejos de la media de 0,6802. La disponibilidad máxima es 0,96.
- Dimensión 2: Se puede comprobar que el MTBF medio es de 9,8125, y el valor de MTBF está lejos de la media de 6,87235. El valor máximo es 23,00.
- Interpretación de la Capacidad: Se puede comprobar que la capacidad media en el preanálisis es de 0,5688, mientras que el valor de la capacidad dista mucho de la media de 0,6244. La productividad máxima en el pretest es de 0,66.

Morillo (2018) en su tesis titulada: “Aplicación del mantenimiento autónomo para incrementar la productividad en el área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018”, la institución que le respaldó fue la Universidad César Vallejo, el objetivo fue determinar que la aplicación del mantenimiento autónomo incrementa la Productividad en el Área de Mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018. La investigación es aplicada-deductiva, de diseño preexperimental, y el escenario básico es AIRTEC S.A. Callao 2018, la muestra es el área de mantenimiento de máquina herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018, las herramientas de recolección de datos son informes mensuales de errores, informes mensuales de mantenimiento correctivo, etc. con los siguientes resultados:

- Disponibilidad de la Dimensión 1: la mayor disponibilidad de horas de máquina se deriva de la reducción del tiempo de inactividad, lo que ayuda a aumentar la productividad en la región.

- Formación del personal de la dimensión 2: la formación del personal tiene un impacto directo en el operador de la máquina, las instrucciones para el mantenimiento autónomo se pasan directamente a la máquina, lo que se traduce en una mayor disponibilidad de horas máquina y horas-hombre en el campo de las máquinas herramienta. Mantenimiento de la empresa AIRTEC. S.A. Callao 2018.

De Costa (2010) en su tesis titulada: “Aplicación del Manteamiento Centrado en la Confiabilidad a Motores a Gas de Dos Tiempos en Pozos de Alta Producción.”, la institución que le respaldó fue la Pontificia Universidad Católica del Perú, el objetivo fue presentar una metodología diseñada para disminuir las posibles fallas existentes de los equipos y sistemas incrementando su disponibilidad y confiabilidad. La investigación fue de diseño experimental, la muestra es de los históricos de fallos, y a veces de los resultados de ensayos, el instrumento de recolección de datos fue observación, llegando a las siguientes conclusiones:

- De acuerdo al AMEF y la clasificación obtenida a través del NPR (Número de Prioridad de Riesgo), de los 124 modos de falla analizados, se obtuvo lo siguiente:
 - a. 26 fallas inaceptables (21.0%).
 - b. 43 fallas de reducción deseable (34.7%).
 - c. 55 fallas aceptables (44.3%).
- Durante el análisis de criticidad de las 40 partes se obtuvo lo siguiente:
 - a. 21 partes críticas (52.5%).

b. 10 partes semicríticas (25.0%).

c. 9 partes no críticas (22.5%).

El 52,5% de los engranajes son críticos, por lo que necesitamos un mejor control en función de su estado de conservación y del inventario de repuestos necesarios.

- De los 17 equipos estudiados, 8 tuvieron $\beta \leq \beta \leq 1$, por lo que los errores que ocurrieron fueron aleatorios y solo cuando se aplicó el correcto monitoreo y mantenimiento preventivo son herramientas efectivas para optimizar y operar el equipo que representa esta fase de trabajo , asegurando así su disponibilidad y confiabilidad.

Chapoñan (2017) en su tesis titulada: “Aplicación del Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Productividad del Simulador de Maquinaria Pesada Caterpillar de Ferreyros S.A., Callao, 2017.”, la institución que le respaldo fue la Universidad César Vallejo, el objetivo fue determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en la empresa FERREYROS S.A., Callao, 2017. Este estudio es un diseño experimental aplicado. La población está representada por el número de servicios de capacitación semanales del simulador de equipo pesado Caterpillar. La muestra se refiere a la cantidad de servicios de capacitación brindados en el período de 12 semanas entre enero de 2018 y junio de 2018. El recolector de datos es una tabla de observaciones, se obtienen los siguientes resultados:

- En este trabajo se presenta un análisis descriptivo de los resultados obtenidos antes y después de la productividad de la empresa Ferreyros

S.A. recibió. Asimismo, se analizaron datos en los programas Excell y SPSS junto con las dimensiones del mantenimiento preventivo, a saber, confiabilidad y disponibilidad, variables dependientes y sus dimensiones. De esta forma, la media, la mediana, la varianza y la desviación estándar se observan y aplican a las variables y dimensiones.

- Disponibilidad de la Dimensión 1: Esta métrica se mide en base a la diferencia entre el tiempo total y el tiempo de inactividad del Simulador de Maquinaria Pesada Caterpillar, determinando así la disponibilidad antes y después de la mejora, en la Tabla 37 se presentan los datos obtenidos.
- Confiabilidad Dimensión 2: Para medir esta métrica se calcula el uptime del simulador de maquinaria pesada Caterpillar en base al número de fallas, obteniendo así la confiabilidad antes y después de la mejora, y los datos obtenidos se muestran en la Tabla 34.

Salazar (2014) en su tesis titulada: “Propuesta de mejora en la gestión del servicio de mantenimiento preventivo en el taller de mecánica de la Empresa Tracto Camiones Usa E.I.R.L. para mejorar su rentabilidad”, la institución que le respaldó fue la Universidad Privada del Norte, el objetivo fue mejorar la rentabilidad de Tracto Trucks USA proponiendo una mejor gestión de los servicios de mantenimiento preventivo. La investigación es aplicada, diseño preexperimental, la muestra es predicción estacionaria, la herramienta de recolección de datos es la observación, y se logran los siguientes resultados:

- Con base en las mejoras implementadas en la simulación de la gestión del servicio de mantenimiento preventivo (QuickLube), se

atendió un total de 23 unidades por día, con un tiempo promedio de 30.16 minutos por ala de camión, logrando el 93.68% de las operaciones en QuickLube, casi el 100%, lo que Muestra que el sistema es absolutamente rentable y confiable para la empresa.

- Después de un cálculo de inversión, el proyecto es muy satisfactorio tanto para el cliente como para la empresa, por la disponibilidad de su equipo y el logro de las metas de la empresa en términos de tiempo y costo, el resultado del proyecto es positivo, un presente neto positivo se logra valor, generando ganancias. Tasa de rendimiento superior a la requerida. Por otro lado, el proyecto tiene un B/C de 1.35 y una TIR de 108%.

Cornejo (2016) en su tesis titulada: “Propuesta de un Sistema de Gestión Empresarial para Mypes que brindan servicio de mantenimiento mecánico y eléctrico en el Sector Minero, 2017 – 2018”, la institución que le respaldo fue la Universidad Católica Santa María, el objetivo fue proponer un Sistema de Gestión Empresarial para MYPES que brindan Servicio de Mantenimiento Mecánico y Eléctrico en el Sector Minero, para el periodo 2017 – 2018. La investigación fue de tipo descriptivo - explicativo, diseño no experimental, llegando a las siguientes conclusiones:

- Los muchachos de la industria deben aprovechar todas las oportunidades para mejorar la industria y administrar de manera más consistente cada servicio realizado. Solo con un gran trabajo y el correcto repertorio de empresas mineras pueden ser aliados estratégicos monitoreando

constantemente cualquier oportunidad o amenaza que pueda presentarse en la industria.

- Se recomienda asesorar a las principales empresas de la industria minera para contribuir al desarrollo sostenible de las mypes del sector, cooperar en su crecimiento como empresa de mercado y ser monitoreadas constantemente por ellas para que puedan evaluar constantemente su gestión de servicios.
- Se recomienda la implementación de este sistema de gestión empresarial por ser un indicador de la mejora continua de sus actividades, evaluando y controlando cada uno de estos temas en los diferentes niveles de gestión empresarial en las mypes.

2.2. BASES TEÓRICAS.

Los fundamentos teóricos, que fundamentarán el presente estudio, son los siguientes:

- **El mantenimiento industrial.**

(Sanzol Iribarren, 2010) afirma que estas tecnologías están diseñadas para mantener los equipos e instalaciones funcionando el mayor tiempo posible para obtener la máxima disponibilidad y rendimiento.

El mantenimiento industrial incluye tecnologías y sistemas que permiten la predicción, inspección, lubricación y reparación eficientes de fallas, al tiempo que brindan a los operadores y usuarios de máquinas estándares de tiempo de actividad y contribuyen al resultado final de una empresa. Esta es una organización de investigación que encuentra las formas más convenientes para las máquinas, tratando de extender su vida útil de una manera que sea beneficiosa para el usuario.

Objetivos.

Según (Navarrete Pérez, 1998) son los siguientes:

- Reducir el tiempo de inactividad no planificado del equipo,
- Mantendré la máquina funcionando.
- Ayuda a aumentar la productividad laboral.
- Asegurar que las máquinas trabajen continuamente con la máxima eficiencia y el mínimo desgaste y maximizar su vida útil.
- Mantener el perfecto estado de los medios de producción al menor costo.
- Mejorar la utilización de la capacidad.
- Incrementar la disponibilidad de tecnología a un costo razonable.
- Mantener o restaurar el estado técnico de los equipos, máquinas e instalaciones para que puedan desempeñar sus funciones productivas de servicio.
- Organización y ejecución de las funciones de mantenimiento.
- El diseño de los trabajos de mantenimiento garantiza la organización y eficacia de los sistemas y métodos utilizados (p.1)

Etapas.

(Navarrete Pérez, 1998) Refiere que la actividad mantenimiento industrial es un caso parcial del circuito administrativo general y lo comprenderá las siguientes etapas:

• Planificación

Conformar el objetivo – tarea que se quiere alcanzar siendo sus etapas principales.

- ✘ Precisar los objetivos que se quiere alcanzar.
- ✘ Determinar la premisa de la existencia

- ✎ Trazar alternativas para lograr los objetivos básicos.
- ✎ Elegir la mejor alternativa.
- ✎ Forma un acuerdo de dirección que expresa la decisión tomada.

- **Organización.**

Es la definición y formación del sujeto y el objeto de dirección. Se puede lograr al formular las siguientes preguntas:

- ✎ ¿quiénes realizan el proceso?
- ✎ ¿Con qué se realizan?
- ✎ ¿Cómo se realiza el proceso?
- ✎ ¿Quiénes ejecutan y quiénes orientan?
- ✎ ¿Cómo fluye la información? (Pág. 4)

Factores del proceso organización del mantenimiento.

(Navarrete Pérez, 1998) señaló que la organización de los sistemas de mantenimiento depende de una serie de factores que juegan un papel fundamental en las actividades de fabricación. No tener en cuenta estos factores y querer replicar la actividad en lugar de apoyarla puede hacer que sea un obstáculo e ineficiente. Los factores para considerar son:

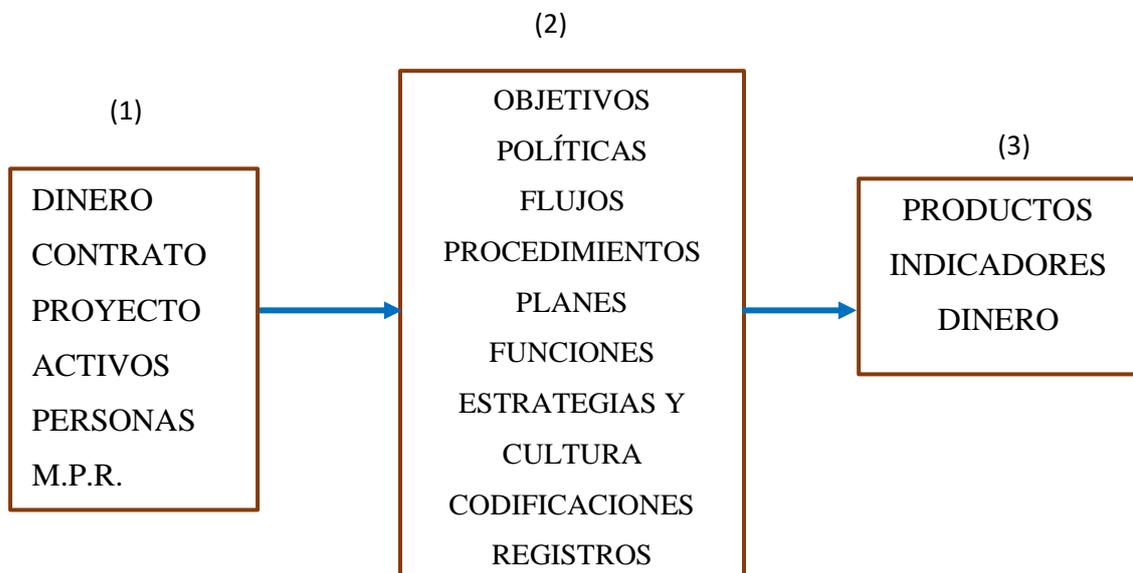
- Rendimiento y valor.
- Características técnicas de producción.
- Tamaño de la empresa.
- Distribución de equipos en mantenimiento en planta.
- Recursos calificados de energía y material verde disponibles para que la empresa trabaje.

- **El sistema de mantenimiento en la empresa.**

Para hablar de sistemas de mantenimiento industrial, debemos entender los principios generales de cada sistema. Podemos definirlo como: "Una entidad limitada con partes interconectadas e interdependientes cuya suma es mayor que la suma de sus partes. Cambiar una parte de un sistema afecta a otras partes y, por lo tanto, a todo el sistema, creando un patrón predecible de crecimiento activo y adaptación. de un sistema depende de lo bien que se adapte a su entorno" (Gonzalez, 2014).

¿Cómo construir un sistema de mantenimiento?

Cuando hablamos de sistema de gestión de mantenimiento industrial, tenemos que incluir los principales elementos, factores y consideraciones, nombremos, los describimos a continuación.:



Para la implantación de un sistema de mantenimiento (Gonzales, 20147) refiere que se debe tener presente:

- ☒ Inversión
- ☒ Contratos (cláusulas contractuales de adquisición de activos)

- ✎ Proyectos (i.p.c.)
- ✎ Activos
- ✎ Personas
- ✎ M.P.R. (materiales, partes y repuestos)

- **Los sistemas de producción.**

Un sistema de producción es una de las formas en la industria que utiliza varios recursos para producir bienes y servicios.

Bosenberg y Metzen (1992) vincularon la complejidad natural de los sistemas de producción al desarrollo de los métodos de fabricación, en los que se establecieron pautas y principios de trabajo, delineando las estructuras dentro de una organización, las tareas básicas, los métodos científicos, etc. que deben satisfacer al ser humano. seres que forman parte del líder del equipo del sistema.

Boyer y Freyssenet (1995) describen los sistemas de producción como ajustes internos y externos que permiten controlar las actividades económicas y de manufactura en una organización con el fin de reducir la incertidumbre en las condiciones laborales y de mercado.

Un sistema de producción también se puede definir como un proceso de conversión en el que se integran materiales e insumos en diferentes etapas del ciclo de fabricación hasta obtener un producto terminado.

El enfoque de sistemas de producción no solo garantiza la fabricación de productos homogéneos y de alta calidad, sino que también permite aplicar

controles en cada etapa del ciclo de fabricación, maximizando el nivel de seguridad de la mano de obra. Y reducir los residuos generados en todo el proceso.

Al diseñar un sistema de producción, establezca un conjunto de pautas de fabricación para garantizar que los elementos estructurales básicos del sistema funcionen de manera consistente y armoniosa.

El diseño de estos sistemas suele ser realizado en dos etapas:

- En la primera etapa se consideran aspectos como la ubicación de la planta industrial, las tecnologías y máquinas a utilizar, la capacidad de producción requerida, es decir, los activos fijos.
- La segunda etapa involucra la correcta definición e integración de las áreas de producción, flujo de materiales, disposición del almacén, condiciones ergonómicas del lugar de trabajo, por mencionar algunas variables.

- **El mantenimiento preventivo.**

El propósito del mantenimiento preventivo es encontrar y arreglar pequeños problemas antes de que causen fallas. El mantenimiento preventivo se puede definir como una lista completa de actividades, todas realizadas por usuarios, operadores y personal de mantenimiento. Velar por el normal funcionamiento de las instalaciones y edificios, máquinas, equipos, vehículos, etc.

Antes de comenzar a mencionar los pasos necesarios para establecer un programa de mantenimiento preventivo, es importante analizar sus componentes para que podamos partir de una base común de referencia (Mantenimiento. com. 2016).

Como sugiere el nombre, el mantenimiento preventivo se desarrolló con la idea de utilizar una gama de datos relacionados con varios sistemas y subsistemas o incluso piezas para predecir y predecir fallas en máquinas y equipos. Bajo esta premisa, se diseñan planes con una frecuencia similar a la de un calendario para modificaciones de subensambles, reemplazos de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricante, etc., a maquinaria, equipo e instalaciones que usan equipo y lo que les importa. hacer para evitar errores.

Beneficios del mantenimiento preventivo.

Necesitará proyectar los beneficios del mantenimiento preventivo, los más relevantes según (Mantenimiento. Com 2016) son los siguientes:

1. Reducir las fallas y el tiempo de inactividad (aumentar la disponibilidad de equipos y sistemas).

Por supuesto, si tiene muchos errores con los que lidiar, puede dedicar menos tiempo al mantenimiento regular y usará el mantenimiento reactivo, que cuesta mucho más porque es un mantenimiento de "extinción de incendios".

2. Prolongar la vida útil de los equipos y sistemas.

El cuidado adecuado de su equipo puede ayudar a prolongar su vida útil.

Sin embargo, requiere la participación de todos en las prioridades ineludibles de ejecución y la idea de un estricto cumplimiento de los procedimientos.

3. Mejorar la utilización de recursos.

Cuando se trabaja con calidad y se siguen cuidadosamente los procedimientos, el mantenimiento preventivo aumenta la utilización de maquinaria, equipos e instalaciones, lo cual está directamente relacionado con:

Programa de mantenimiento preventivo implementado. Qué se puede hacer y cómo se debe hacer.

4. Reduzca el inventario.

El mantenimiento planificado le permite reducir los niveles de inventario.

5. Ahorrar

El dinero ahorrado en mantenimiento es una gran cantidad de costos secundarios para la empresa. Cuando los equipos trabajan de manera más eficiente, el valor de los ahorros es enorme.

- **El mantenimiento productivo total (TPM)**

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un método de mejora que asegura la disponibilidad y confiabilidad esperada de las operaciones, equipos y sistemas aplicando los siguientes conceptos: Prevención, Cero Fallas, Cero Incidentes y Pleno Compromiso. de la gente.

En términos de participación total, esto significa que las actividades tradicionales de mantenimiento preventivo pueden ser realizadas no solo por el personal de mantenimiento, sino también por el personal de producción (una fuerza laboral capacitada con múltiples habilidades).

Ventajas de implementar TPM

Como puede verse en (Industrial, 2012), los objetivos de TPM se centran en mejorar la eficiencia de los equipos y las operaciones al reducir las averías, las no conformidades y el tiempo de cambio, y son igualmente relevantes para las actividades de limpieza. Actividades que involucran al personal de producción destinadas a aumentar la probabilidad de mantener el ambiente limpio y ordenado, un requisito previo para la eficiencia del sistema. Además, TPM tiene las siguientes ventajas:

- ✓ Mejora de la Calidad: Los equipos en buenas condiciones producen menos unidades defectuosas.
- ✓ Aumento de la productividad: al aumentar el tiempo disponible.
- ✓ Proceso de producción continuo: El equilibrio y la continuidad del sistema no solo benefician a la organización por la disponibilidad, sino que también reducen la incertidumbre en la planificación.
- ✓ Aprovechamiento del capital humano.
- ✓ Reducir los costos de mantenimiento correctivo. También hay menos averías y menos categorías de compras de emergencia.
- ✓ Reducir costos operativos.

Debe recordarse que estos dispositivos están sujetos al desgaste natural. Las actividades de TPM se centran en eliminar los factores de desgaste forzado y mejorar el mantenimiento de los equipos y las instalaciones.

- **La confiabilidad**

La confiabilidad (Menéndez, 2015) se refiere a la consistencia de los resultados. El análisis de confiabilidad tiene como objetivo garantizar que los resultados de un cuestionario sean consistentes con los resultados de otro cuestionario. Si esto sucede, se puede decir que es altamente confiable.

La confiabilidad también ocurre cuando dos o más evaluadores usan el mismo material para evaluar al mismo estudiante y obtienen resultados similares.

En términos de confiabilidad, la consistencia de los resultados es importante. Para poder hablar de resultados válidos, se necesita fiabilidad, porque no se puede evaluar el cambio de las cosas. Sin embargo, el cuestionario puede ser confiable porque sus resultados son consistentes. Pero no dejes que mida lo que espera medir. En este caso, tenemos un ejemplo evidente de un cuestionario que es fiable pero carece de validez. La fiabilidad es una condición necesaria pero no suficiente para la validez. Una prueba de validez siempre debe ir acompañada de una prueba de fiabilidad. La fiabilidad indica el grado de acuerdo, pero no si las conclusiones y decisiones extraídas del cuestionario son razonables.

Las mejores estimaciones de la fiabilidad del cuestionario provienen de dos series de mediciones en las mismas condiciones y la posterior comparación de resultados. Pero incluso eso es imposible porque las condiciones nunca serán las mismas. Por lo tanto, la principal función de los estudios de confiabilidad, y lo que les da calidad, es tratar de minimizar el impacto de cualquier condición que requiera acciones diferentes en las dos situaciones (p. 5).

- **Herramientas para la administración del mantenimiento.**

- **El análisis ABC**

El análisis ABC es un método de clasificación comúnmente utilizado en la gestión de inventario. Se deriva del principio de Pareto.

El análisis ABC le permite identificar artículos que tienen un impacto significativo en el valor total (inventario, costo de bienes vendidos).

También puede crear categorías de productos que requieran diferentes niveles y modos de control.

Cómo hacer un análisis ABC

- ✓ Para realizar un análisis ABC, primero debe determinar cuáles son los artículos principales en nuestro inventario. Luego los dividimos en 3 grupos.
- ✓ Artículos de tipo A: Se relacionan con los más importantes (más usados, más vendidos o urgentes). Suelen ser los que aportan más ingresos.
- ✓ Artículos de tipo B: Son artículos secundarios o secundarias.

✓ Artículos de tipo C. Estos no son importantes. Mantener inventarios a menudo cuesta más dinero que los beneficios que aportan.

- **Modo de fallas y sus efectos.**

(Minitab, s/f) establece: Un modo de falla es una causa de falla o una forma en que un sistema puede fallar.

Cuando un sistema tiene muchas oportunidades de fallar, tiene múltiples modos de falla o riesgos competitivos. Cuanto más complejo es el sistema, más posibilidades de error. Por ejemplo, una alarma contra incendios residencial puede fallar debido a baterías agotadas o faltantes, cableado defectuoso, detectores defectuosos o sirenas defectuosas. Una aeronave puede tener muchos modos de falla.

Comprender los modos de falla es importante para mejorar la confiabilidad del producto. En los sistemas de alarma contra incendios residenciales, una batería agotada o faltante es la causa más común de falla. Las alarmas de humo con cable reducen el problema de las baterías agotadas o faltantes.

El análisis de modo y efectos de falla (FMEA) es un método utilizado para analizar las causas de las fallas y comprender su frecuencia y efectos. Al identificar los posibles modos de falla y sus efectos, puede implementar acciones y planes correctivos apropiados.

- **El análisis causa raíz.**

El análisis de causa raíz (RCA o RCA) es una técnica de resolución de problemas que intenta evitar que un problema o falla se repita y determinar su causa raíz.

Hay varias medidas efectivas (métodos) para abordar la causa raíz del problema. Por lo tanto, RCA es un proceso iterativo y una herramienta para la mejora continua.

Este método generalmente se usa de manera reactiva para identificar la causa raíz de un incidente, identificar el problema y resolverlo. El análisis ocurre después del evento. Tener una buena comprensión de los ACR puede hacer que el enfoque sea preventivo, anticipando posibles eventos antes de que ocurran.

El análisis de causa raíz no es un método simple y definitivo; existen muchas herramientas, procesos y filosofías al realizar RCA. Sin embargo, existen varios enfoques actuales o ampliamente definidos que pueden identificarse por su facilidad de tratamiento o región de origen: basados en la seguridad, basados en la producción, basados en procesos, basados en fallas y basados en sistemas (Okes. 2009).

2.3.DEFINICIONES CONCEPTUALES.

Consideramos los más significativos.

- **Mantenimiento preventivo.**

Tiene un solo propósito, que es encontrar y corregir los errores y problemas que conducen al fracaso. Nació para corregir los errores antes de que sucedan. Los datos de los sistemas y subsistemas se utilizan para este fin.

- **Gestión.**

Acción y efecto para el control y la gobernanza. También es un conjunto de actividades o actividades involucradas en el funcionamiento y la gestión de una organización.

- **Eficiencia.**

La capacidad de confiar en algo o alguien para obtener un resultado. Esto implica el uso racional de los medios disponibles para lograr el objetivo. Es la capacidad de lograr un objetivo hipotético en el menor tiempo posible y utilizando la menor cantidad de recursos posible, lo que significa optimización.

- **Eficacia.**

La capacidad de lograr un efecto deseado o deseado después de realizar una acción. Uso juicioso de los medios para lograr objetivos predeterminados (es decir, lograr objetivos con la menor cantidad de recursos y tiempo disponibles)

- **Confiabilidad:**

Fiabilidad, probabilidad de buen funcionamiento de una cosa.

- **Disponibilidad:**

La disponibilidad del sistema a menudo se mide como un factor en su confiabilidad, ya que la disponibilidad aumenta a medida que aumenta la confiabilidad.

- **Optimización.**

Buscar mejores resultados, más eficacia o mayor eficiencia en el desempeño de alguna tarea.

- **Inputs de producción**

Recursos utilizados para producir bienes y servicios terminados. Las cantidades de varios insumos que deben usarse para producir bienes y servicios están definidas por la función de producción.

- **Mejora continua.**

Un enfoque eficaz para lograr la calidad global, también conocida como excelencia, representa la evolución que ha sufrido el concepto de calidad. Así, la calidad es la etapa más desarrollada de la continua transformación que sufre el concepto de calidad a lo largo del tiempo.

- **Sistemas:**

Un objetivo complejo cuyas partes o componentes están relacionados con al menos algunos otros componentes, puede ser físico o conceptual. Todos los

sistemas tienen composición, estructura y entorno, pero solo los sistemas materiales tienen mecanismos (o procesos), y solo algunos sistemas materiales tienen formas (formas).

- **Averías.**

Daño, deterioro que impide el funcionamiento de algo.

- **Productividad.**

La relación entre la cantidad de producto obtenido de un sistema de producción y los recursos utilizados para lograr esa producción. También se puede definir como la relación entre los resultados y el tiempo empleado: cuanto menos tiempo se tarda en alcanzar el resultado deseado, más productivo es el sistema.

- **Tasa de fallas.**

Puede expresarse como fallas como porcentaje del número total de productos inspeccionados o utilizados (relativo), o como el número de fallas observadas durante la operación (nominal aquí)

- **Rendimiento.**

La relación entre los medios para lograr algo y el resultado obtenido. También se llama rendimiento al beneficio o beneficio que algo o alguien proporciona.

2.4.FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.

2.4.1. Hipótesis General.

La Aplicación del Mantenimiento de Prevención se relacionan significativamente con la Gestión de Servicio de Mantenimiento en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA - 2019.

2.4.2. Hipótesis Específicas.

- La fiabilización de los grupos de trabajo se relacionan significativamente con la Gestión de Servicio de Mantenimiento en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA - 2019.
- El cálculo de fiabilidades de máquinas se relaciona significativamente con la Gestión de Servicio de Mantenimiento en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA - 2019.
- El uso óptimo de los inputs de producción se relaciona significativamente con la Gestión de Servicio de Mantenimiento en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA - 2019.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO METODOLÓGICO.

3.1.1. Tipo:

No Experimental – Transversal.

3.1.2. Enfoque:

Cuantitativo.

3.1.3. Nivel:

Correlacional.

3.1.4. Métodos:

Deductivo.

3.1.5. Tipo de estudio.

Aplicativo.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.2.1. Población.

Se considera el 100% de máquinas, y utilizadas en el flujo del proceso de producción.

3.2.2. Muestra.

Es de tipo censal (al 100%).

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VI: Aplicación del mantenimiento de prevención	El mantenimiento preventivo se define como la inspección sistemática de cualquier tipo de equipo o dispositivo (mecánico, eléctrico, informático, etc.) de acuerdo con las normas establecidas para evitar fallas por uso, desgaste o tiempo..	Definición de Dounce (2014): “El mantenimiento preventivo es el conjunto de operaciones y mantenimiento requerido para mantener un sistema operando normalmente y sin mal funcionamiento”.	<ul style="list-style-type: none"> • Fiabilización de los grupos de trabajo. • Cálculo de fiabilidades de máquinas. • Uso óptimo de los inputs de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de fallos • Efecto de fallos • Tasa de disponibilidad. • Tasa de confiabilidad. • Tasa de rendimiento.
VD1: Gestión del Servicio de Mantenimiento	La gestión del mantenimiento se define como el proceso de mantenimiento de los activos y recursos de la empresa, cuyo objetivo principal es el control de costes, tiempos, recursos y el cumplimiento de la legislación..	Salazar (2014) menciona: La gestión integral del mantenimiento implica actuar sobre aspectos importantes para el buen desarrollo de la empresa y está relacionada de alguna manera con el	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de O.T.M. cumplidas • Indices de fallos • Tiempo promedio de fallos. • Tiempo promedio de reparación 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de máquinas • Hojas de Excel • Cronómetro • Órdenes de trabajo.

mantenimiento de la • Índice de costos.
instalación, es decir, se
gestiona activamente según
los objetivos de la empresa y
no solo sobre los objetivos
tradicionales de
mantenimiento.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.4.1. Técnicas a emplear.

Las técnicas para la recolección de datos, que se utilizaron son las siguientes: Observación in situ, análisis documental, la entrevista, encuestas, la estadística descriptiva.

3.4.2. Descripción de los instrumentos.

- **Bitácora:** Para registrar lo observado en el campo de la realidad problemática.
- **Fichas:** Sobre todo las fichas de interpretación, para anotar las deducciones del material bibliográfico a consultar.
- **Hoja de Excel:** Para registro de datos de funcionamiento de máquinas.
- **Hoja de muestreo:** Para registrar cada cierto periodo de tiempo, el estado de funcionamiento de las maquinarias.
- **Ordenes de trabajo:** Nos permitirá el análisis y evaluación del cumplimiento de los trabajos.

3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para procesar los datos recogidos con los instrumentos indicados anteriormente, se utilizará la estadística descriptiva; así como el uso del programa SPSS.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. VISION Y MISION DE LA EMPRESA

VISION: Ser la empresa líder en el sector agroindustrial del país a través de la excelencia de sus colaboradores y la optimización de sus procesos de producción y dirección, compitiendo exitosamente en el mercado global.

MISION: Somos una empresa agroindustrial socialmente responsable con un creciente posicionamiento en el mercado, satisfacemos a nuestros clientes con productos que cumplen estándares de calidad, preservamos el medio ambiente mediante la modernización de equipos, innovación, procesos productivos eficientes y eficaces; contribuyendo en la mejora de la calidad de vida de nuestros colaboradores y agregando valor a los accionistas.

4.2. PROCESO DE PRODUCCION DEL AZÚCAR

El procesamiento del azúcar, comprende dos fases:

- 1) La Etapa de extraer el jugo de la caña de azúcar (trapiche)
- 2) La etapa de concentrar y cristalizar el jugo (elaboración)

PRIMERA ETAPA: TRAPICHE.

1) Manipuleo y Carga de la Caña.

Cortada la caña, es cargada mecánicamente en los camiones de las capacidades máximas aprovechables son de 25 y 40 TM, respectivamente, estos transportan la materia prima a la planta de azúcar.

Los vehículos al ingresar a la planta son pesados en una balanza de 60 TM, luego pasan al patio del ingenio para empezar el descargue.

2) Descara de Caña.

La caña es descargada mediante una grúa de hilo con capacidad nominal de 25 TM. Los camiones de 40 TM son descargados, con dos partes depositándose la caña en la mesa alimentadora.

3) Mesa Alimentadora.

Consiste en un conductor receptor de 6 x 12 mts. con 6 hileras de cadenas transportadoras que se mueven a muy baja velocidad de desplazamiento (9.8 pie/minuto) y cuya función es almacenar la caña y alimentar uniformemente al fondear de molinos, evitando discontinuidad en la molienda, este equipo posee instalado dos rompebulto o cardingrum para esparcir la caña en el conductor N° 01 rompiendo los paquetes y nivelando el colchón.

4) Limpieza de Caña.

La limpieza se realiza en la mesa alimentadora y primer conductor de caña, mediante chorros de agua en diferentes posiciones que lavan la misma, eliminando la tierra.

5) Conductor de Caña N° 1

Consiste en un conductor de arrastre de 6 pies de ancho x 57 de largo con baja velocidad de desplazamiento (14.8 pie/minuto), el cual recibe la caña proveniente de la mesa conduciéndola al machetero para su preparación y posterior descargue en el conductor N° 2

6) Cuchillas Preparadoras de Caña (Machetero 1)

Consta de un solo juego de cuchillas de 48 hojas con ajuste de 3 del fondo del conductor movida de forma directa por un motor eléctrico de 200 Hp y 590 RPM, el índice de preparación promedio es de 50 a 60%.

7) Conductor de Caña N° 2

La caña parcialmente preparada es descargada al segundo conductor de caña, cuyo modelo es con slats tipo apron.

8) Cuchillas Preparadoras de Caña (Macheteros 2).

Igual que el anterior, consta de un solo juego de cuchillas de 46 hojas, fileteados los costados. Cuyas longitudes son 49 cm., de largo por 15 cm. de ancho. Es movida de forma directa por un motor de 150 kw.

9) Desfibrador de Caña

El desfibrador es del tipo GRUENDER y está constituido por un juego de 45 martillos que giran a 1 RPM sobre un eje horizontal golpeando con gran fuerza a la caña en forma longitudinal lográndose un índice de preparación hasta de 80% promedio. El equipo es accionado mediante una turbina worthington de 300 HP con su reductor.

10) Conductor de Caña N° 3

Una vez concluida la preparación, la caña pasa al 3er. conductor que es el tipo de arrastre con 3.9 íes de ancho x 29 de largo que es accionado por un motor reductor lográndose una velocidad de 115 pies /minuto. La materia prima es entregada así al tandem de molinos previo paso por un chute inclinado con electroimán, cuya finalidad es retener algún pedazo de metal, logrando así que llegue solo caña triturada los molinos.

11) Molienda.

El tándem de molino consta de 4 unidades triple masa, dos de ellas MC NIEL y el resto SALZGGITTER, accionadas por dos turbinas de vapor Worthington de 500 hp con sus respectivas reducciones alta y media y una caja de cambios que impulsa las dos unidades.

Cada molino consta de 3 masas, superior, entrada y salida, siendo estas dos últimas movidas por la superior mediante un juego de piñones de 17 dientes.

La extracción de sacarosa se consigue mediante un proceso de compresión continua (dos veces por molinillo) e inhibición compuesta, aplicando agua caliente al último molinillo (70°C) y diluyendo el jugo al tercero y segundo. El jugo de fruta más puro, compuesto por el extracto (jugo mixto) del primer y segundo molino, se envía a la planta de preselección para iniciar el proceso de procesamiento.

Como subproducto de la molienda, el bagazo tiene un contenido de humedad de alrededor del 48%, parte del cual se utiliza como combustible para calderas y el resto se almacena para su posterior uso o venta.

SEGUNDA ETAPA: ELABORACIÓN

1) Proceso de Sulfatación.

El pH se baja de 6,5 a 3,5 por una reacción química de blanqueo, reduciendo así la presa del trapiche directamente a la columna de sulfato; la columna de sulfito es una columna con placas, lo que puede bloquear la descarga de gas residual muy rápidamente, y aumentar la superficie de contacto a través de la parte superior de la ventilación, absorber el gas y hacerlo contracorriente en el jugo, originalmente agregado en honor al azufre industrial químicamente puro, por combustión interna, quemado por el oxígeno que ingresa por reacción con el aire ($S + S_2 = SO_2$)

A medida que el anhídrido ácido sube a través de la torre de sulfatación, el nitrógeno u oxígeno del gas en el horno que acompaña al anhídrido ácido se separa formando burbujas en la parte inferior de la torre y se descarga a la atmósfera a través de la chimenea del ventilador.

2) Pesado de Jugo y Encalamiento.

El jugo sulfatado se bombea a la báscula de jugo, y cuando la báscula de jugo cae, la báscula de jugo levanta automáticamente la tapa del recipiente y descarga su peso en el tanque de cal por gravedad, mientras abre el conducto del tanque pequeño de la báscula. Este álcali se inyecta para neutralizar este jugo reducido, que luego se bombea a un calentador para elevar la temperatura. La lechada de cal tiene un sistema automático de control de pH.

3) Calentamiento.

El jugo se bombea a estos calentadores verticales con una superficie de calentamiento de 100 metros cuadrados, y la temperatura del jugo es de hasta 105°C.

Cada calentador consta de una calandra tubular que hace circular el jugo dentro del tubo y el vapor fuera del tubo para producir vapor de intercambio de calor - jugo en dos etapas con una temperatura primaria de 85°C y una secundaria de hasta 105°C, ideal para una clarificación óptima del jugo original la temperatura.

4) Decantación.

Después de calentar, el jugo se bombea a grandes recipientes llamados clarificadores, cada uno de los cuales consta de varias cámaras. Aquí se asienta la torta de filtración, la torta de filtración se descarga desde el fondo del clarificador y el jugo limpio se vierte y concentra en el evaporador.

5) Filtración.

La cachaza obtenida del clarificador, aun conteniendo sacarosa, se procesó en dos filtros rotativos (Oliver), en los cuales la torta de filtración adherida al tambor se lavó con agua caliente hasta su descarga. A través de esta filtración, el jugo filtrado puede regresar al tanque de cal, y los ingredientes procesados y lavados forman una torta de filtración, que se envía al desagüe como desecho.

6) Evaporación.

El jugo clarificado con un pH de 6,50-7,00 se envía al evaporador (6), y el flujo de jugo fluye continuamente de VI a V6.jarabe. El jugo entregado al evaporador es expuesto a una temperatura de 110 °C y tensión de vapor en los diversos efectos de diferentes superficies de calentamiento y estaciones de evaporación. El jarabe se almacena en recipientes adecuados desde los que se introduce en el tanque.

7) Cristalización

El jarabe obtenido se introduce en cubas cristalizadoras de tipo tradicional o VACUN PANS, donde se cocinan 3 tipos de masa "A", "B" y "C" mediante el sistema 3-Temp.

La calidad ideal del azúcar está influenciada por cómo se diseña y se sirve la sartén.

La alta densidad reduce el consumo de vapor y el tiempo del ciclo, pero permite un control satisfactorio; la operación es una cuestión de velocidad, con el riesgo de grumos y granos incorrectos.

Existen diferentes técnicas para la formación de gránulos, la más recomendada es la siembra porque consume en mayor medida las aguas madres, lo que permite la producción eficiente de azúcares blancos y livianos.

En Agraria Azucarera Andahuasi, el jarabe, la miel y la jalea se concentran en las bandejas de semillas A1 y A2 para formar una tercera semilla, una de las cuales se procesa en un nuevo grano.

La miel final se llama melaza y tiene varios usos industriales como alcohol, ácido acético, Ajinomoto etc. Estos miles se extraen de potes (e) Los azúcares comerciales se extraen de potes A1 y A2.

Finalmente, existen cristalizadores para masa A-B y masa C, donde la masa A-B completa su agotamiento al enfriarse antes de la centrifugación.

8) Centrifugación.

Esta etapa consiste en separar el azúcar de la miel en las diferentes masas, devolver la miel para una nueva cocción si la miel es la primera o segunda para la masa B y C

respectivamente, azúcar comercial para almacenamiento y procesamiento del inventario enviado. envíos posteriores.

Existen diferentes tipos de centrifugado en masa: 2 Auto Roberts, 2 Continuos Roberts y 2 Continuos Silver, 2 de los cuales son automáticos, 4 son continuos, cuando se trata de panela, Auto se usa para Masa A y B, si es para masa A es azúcar blanca, si es azúcar morena, continua para la masa C, si es azúcar blanca, para la masa B y C.

9) Secado y Embolsado

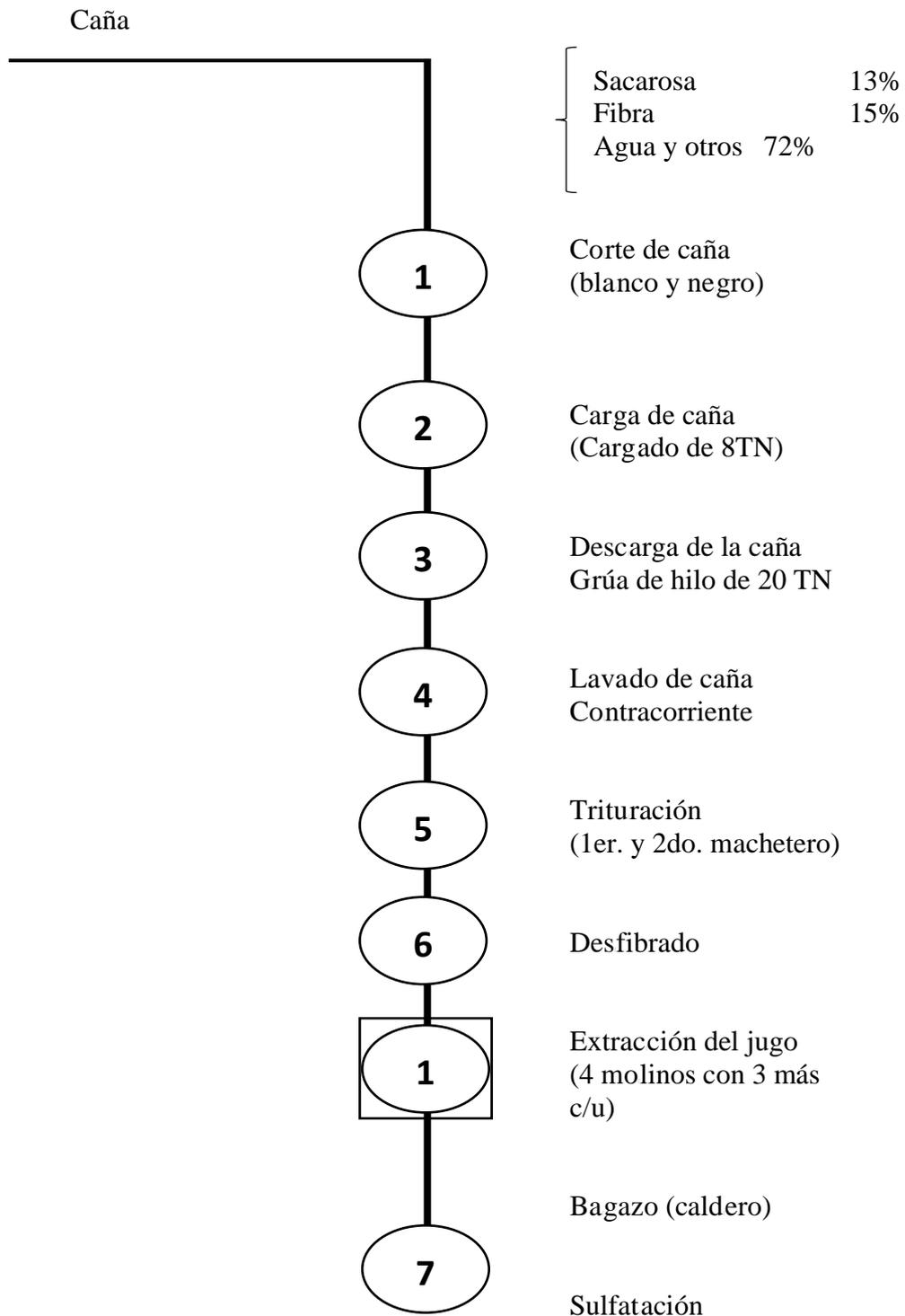
El azúcar obtenido se transporta al secadero a través de un elevador, y una vez seco el azúcar se eleva a un tamiz, donde tamiza únicamente partículas pequeñas y uniformes, no los trozos formados en el proceso, secado y tamizado El azúcar se recibe en una tolva desde donde se pasa a la bolsa correspondiente, la cual cuenta con una báscula de caída libre semiautomática RCA, ajustable a 50 kg. contenedor x bolsa.

Desde el área de empaque, las bolsas son transportadas a la bodega, donde se almacenan para su envío inmediato y posterior.

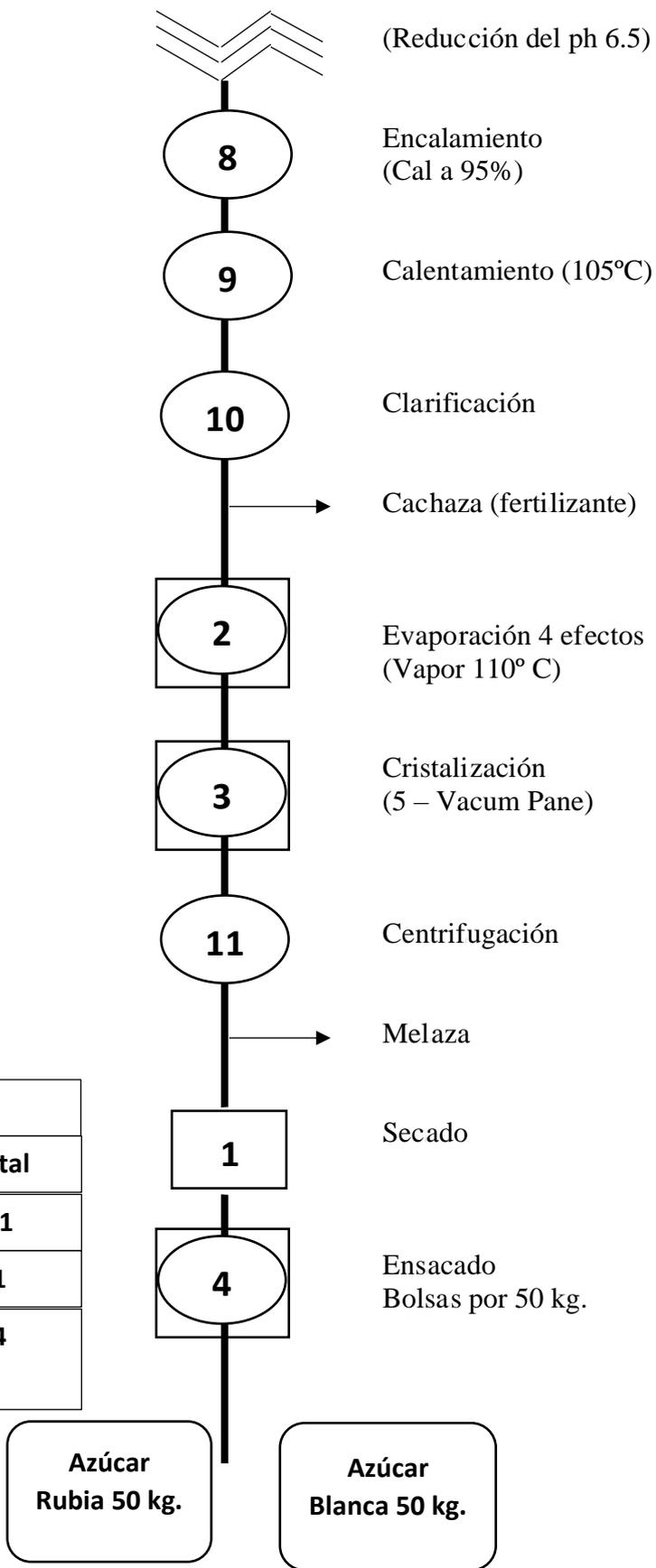
4.3. DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO.

En la elaboración N° 03 se expone el diagrama del proceso productivo de la fabricación del azúcar.

Figura 1. Diagrama de operación de proceso de elaboración del azúcar (6,550 TN día caña)



LEYENDA	
Actividad	Total
Operación	11
Inspección	1
Operación Inspección	4



Fuente: El Autor

4.4. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN.

La empresa trabaja las 24 horas del día, en 3 turnos de 8 horas cada uno, con una producción en promedio de 4000 toneladas de caña por día.

4.5. EQUIPO Y/O MÁQUINAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO

En los cuadros que se adjuntan en las páginas siguientes; se exponen las máquinas y equipos. Usados en el proceso.

4.0 DESCRIPCIÓN DE TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS

RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	
Camiones simples (una carroza)	20 – 25 TON
Camiones con remolque	40 – 45 TON
Transporte de caña al Ingenio	

<u>TRAPICHE</u>				
GRÚA HILO	Capacidad	Motor		
Descarga de caña	25 TON.	Marca	Potencia	Voltaje
		Siemens Trifásico	50 HP	460 v
		Reductor		
		Potencia	Velocidad	Voltaje
		4.8 HP	1150 RPM	220V

CONTINÚA CUADRO

<u>MESA ALIMENTADORA</u>				
Transporte de caña al primer conductor	Capacidad	Motor		
	25 TON.	Potencia	Velocidad	Velocidad de arrastre
		20 HP	1770 RPM	3 mts / min.
		Diseño		
		Largo	Ancho	Inclinación
		12 mts.	6 mts.	27.5"
Sistema de conducción	N° de Arrastrad.	Tipo de cadena		
	60	G		
Bomba				
Sistema de riego (Pre lavado)	Compartidor Ø	Velocidad Descarg.	Potencia	Diamet Succ.
	4 pulg.	35 its/seg.	24 HP	6 pulg.

CONTINÚA CUADRO

	Diseño				
Plateador pequeño	Largo	Ancho	Diámetro	Material	Nº disco
	19 pies	5.5 pulg.	15.5 pulg.	Acero VCL – 140	10
	Motor				
	Potencia	Velocidad			
	18 HP	56 RPM			

	Diseño				
Plateador grande o Cardin Drum	Largo	Diámetro	Material	Nº Disco	Nº Aletas
	22 pies	6 pies	Acero VCL-40	10	8 x c/d

Motor		Reductor
Potencia	Velocidad	Velocidad
18 HP	56 RPM	47 RPM

PRIMER CONDUCTOR	Diseño			
Transporte de caña al primer machetero	Largo	Ancho	Inclinación	Modelo Cadena
	6 pies	57 pies	18°	689

Motor	
Potencia	Velocidad
20 HP	14.8 pies/min.

CONTINÚA CUADRO

<u>PRIMER MACHETERO</u>	Diseño				
Desmenuza la caña	Nº hojas	Largo	Material		
	48	99 pulg.	Boeler VCL-140		
	Diseño de Hoja			Motor	
	Largo	Ancho	Grosor	Potencia	Velocidad
	45 cms.	15 cms.	¾ pulg.	200 HP	690 RPM

<u>SEGUNDO CONDUCTOR</u>	Diseño				
Transp. la caña desmen. al segundo machet.	Largo	Ancho	Inclinación	Modelo cadena	Nº Arrastra.
	16.8 mts.	1.20 mts.	15°	698	41
	Motor				
	Potencia	Velocidad			
	7 HP	17 mts/ min.			

CONTINUA CUADRO

<u>SEGUNDO MACHETERO</u>	Diseño				
Desmenuza la caña	Nº Hojas	Largo	Material		
	46	99 pulg.	Boeler VCL – 140		
	Diseño de Hoja			Motor	
	Largo	Ancho	Grosor	Potencia	Velocidad
	45 cms.	15 cms.	¾ pulg.	200 HP	690 RPM

<u>DESEFIBRADOR</u>	Diseño				
Desfibrador de caña – Modelo GRUENDER	Nº Discos	Largo	Material	Separadores	Nº Martillo
	14	2.40 mts.	Boeler VCN – 150	15	45
	Diseño de Disco				
	Diámetro	Material			
	24	Acero fundido			

CONTINUA CUADRO

TERCER CONDUCTOR	Diseño				
Transp. la caña desfibr. al Tanden de Molin.	Largo	Ancho	Inclinación	Modelo Cadena	Nº Arrastra.
	29 pies	3.9 pies	25°	698	41
	Motor				
	Velocidad	115 pies / min			

Encargado de la extracción del jugo	Tanden de molinos		
	Molinos	Mazas	Capacidad
	4	3	55 TCH
Diseño de masas			
Diámetro	Longitud	Rayado	Material
27 pulg.	42 pulg.	1 ½ x 65°	Hierro fundido Ac.
Piñones	Velocidad		
17 dientes	85 RPM		
Motor			
Velocidad	Potencia	Rotación	
3600 RPM	500 HP	Antihorario	

CONTINÚA CUADRO

Tanq. de rec. de jugo extraído de los molinos	Diámetro	Velocidad de bombeo
	42 pulg.	20 lts/scg.

Colocador DNS	Diseño		
	Longitud	Ancho	Tela metálica
	77 ½	99 pulg.	½ pulg.

<u>Calentadores verticales en serie</u>	Diseño			
Intercambiador de calor a 105°C	Nº de calentad.	Diámetro de ingre.	Diámetro de Sali.	Calandrias
	4	4 pulg.	6 pulg.	72
	Superficie			
	100.74 mts. 2			

<u>FILTRO DE CACHAZA DORR</u> <u>OLIVER HORIZ.</u>	Diseño	
	Potencia	Velocidad
	3.6 HP	17 vueltas/horas

CONTINÚA CUADRO

<u>EVAPORADORA DE QUÍNTUPLE EFECTO</u>	Evaporador 1		
Elimina el agua que se encuentra mezclada con el jugo.	Superficie	Vapor de calandria	Tamp del cuerpo
	846 m2	120°C	112°C
Evaporador 2			
	Superficie	Vapor de calandria	Tamp. del cuerpo
	667 m2	111°C	100°C
Evaporador 3			
	Superficie	Vapor de calandria	Tamp del cuerpo
	368 m2	98°C	86°C
Evaporador Efecto A			
	Superficie	Vapor de calandria	Tamp del cuerpo
	192 m2	84°C	56.20°C
Evaporador Efecto B			
	Superficie	Vapor de calandria	Tamp del cuerpo
	207 m2	84°C	56.20 °C

CONTINÚA CUADRO

VACUM – PANS O TACHOS	Diseño			
Granulado de jarabe	Tiempo de cocción	Presión	Vacío	
	1.5 – 2 horas	20 psi.	25 ibs.	
	Vacum – Pans Masa A		Vacum – Pans Masa B	
	Capacidad	Volumen	Capacidad	Volumen
	40 TM	27 m3	20 TM	15 m3
	Vacum – Pans Masa C		Bombas de vacío	
	Capacidad	Volumen	Motor Power	Velocidad
	40 TM	27 m3	12.7 kw.	1760 RPM
			Diámetro	268 mm.

	Centrifuga Continua 1			
CENTRIFUGA CONTINUA	Para cargar	Capacidad	Motor	Velocidad
Separación del azúcar y licor madre.	Masa y miel de segunda	7 TCH	50 HP	1770 RPM
	Centrifuga Continua 2 y 3			
	Para cargar	Capacidad	Motor	Velocidad
	Masa y miel de tercera	45 TCH	50 HP	1770 RPM

CONTINUA CUADRO

<u>CONDUCTOR DEL AZÚCAR</u>	Conductor de azúcar 1 y 2	
Transporte del azúcar a la etapa de secado	Bomba	Velocidad
	3.6 HP	1730 RPM

	Diseño			
<u>SECADO DE AZÚCAR HORIZONTAL</u>	Temp. Máxima	Velocidad máxima aire	Longitud	Inclinación
Eliminar el agua potable presente de 0.2 a 0.5% de humedad.	43°C	1 mts /seg.	9 mts.	1 a 15° - 1-20°

<u>TOLVA DE RECEPCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO</u>	Diseño		
Pre almacenamiento, para el embolsado del azúcar.	Altura	Diámetro	Orificio de salida
	15 pies	16 pies	6 3/4"

<u>BALANZA ELECTRÓNICA</u>	Marca	Peso
Muestra el peso del embolsado 50 kgr.	Rodapesa Parking Machina	200r.

4.6. RECORD DE PAROS Y TIEMPOS DE PAROS

- a. En el cuadro N° IV.1, se muestra cuantitativamente, la cantidad de número de paros y tiempos de paros; todos ellos de manera imprevista.
- b. Se nota que, en el año 2019, han ocurrido 686 paros, con una implicancia de 1147 horas improductivas.
- c. En dicho cuadro, se aprecia también, que la mayor cantidad de ocurrencias y tiempos de paros; ocurren en el área de trapiche y unos pocos en el área de elaboración.
- d. Igualmente, se puede apreciar, que las actividades de mantenimiento; por lo general son correctivas; por lo que se confirma, que hay una excesiva predilección de la producción sobre el mantenimiento.
- e. Teniendo en cuenta que se estiman 7920 horas para producción y se ha incurrido en el 14.5% de tiempos improductivos; solo se ha alcanzado el 85.5% de horas disponibles para producción.

4.7. INDICADORES DE GESTIÓN.

- En el cuadro N° IV.2, se exponen los resultados de los indicadores considerados, tales como: tiempo promedio entre fallas tiempo promedio de averías.
- Además del recurrente de órdenes de trabajo de mantenimiento, en el año 2019, nos indica que ha habido un 20% de órdenes de trabajo, por concluir. Esto, porque no ha existido la supervisión de su cumplimiento, ni el monitoreo del caso.
- Como ejes de indicadores centrales, se va a considerar la disponibilidad, la tasa de producción y la tasa de calidad.

- Para determinar la eficiencia global de planta, considero, el algoritmo:

E.G.P. (Disponibilidad x tasa producción x tasa calidad) x 100

- Luego calculamos:

- Disponibilidad = $\frac{Hrs. teóricas - Hrs. de paro}{Hrs. teóricas} \times 100$ D = 85.51%

- Tasa de producción = 88.41%

- Tasa de calidad = 95%

E.G.P. = 71,06%

- La actual, eficiencia global de planta es de 71,06%.

MÁQUINAS / COMPONENTES	Nº DE PAROS	TIEMPOS DE PAROS (hrs)	MOTIVOS	ACCIÓN DE MANTTO.	OBS.
<ul style="list-style-type: none"> • Grúa de hilo. <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Reductor 	60	81	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema eléctrico • incrustaciones 	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Mesa alimentadora <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Cadena de arrastre • Bomba 	55	75	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de pernos de ccadena. • Fisura, planchas de fardo. • Rotos de bomba 	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Primer conductor <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Cadenas 	87	91	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de pernos de cadena • Atascamiento 	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Primer machetero. <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Machetes 	45	96	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de machetes • Cojinetes 	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Segundo conductor <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Cadenas 	56	95	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de pernos • Polvos y cenizas 	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Segundo Machetero <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Machetes 	61	73	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de machetes • Fallo asist. Eléctrico. 	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Desfibrador (03) <ul style="list-style-type: none"> • Martillos • Motor 	71	107	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de martillos • Falla sistema eléctrico • Sobrecargas 	Correctivo	

Cuadro N° IV. 1

MÁQUINAS / COMPONENTES	N° DE PAROS	TIEMPOS DE PAROS (hrs)	MOTIVOS	ACCIÓN DE MANTTO	OBS
<ul style="list-style-type: none"> • Tercer Conductor. • Cadena • Motor 	48	86	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de pernos • Descarrilamiento de cadena • Eje de motor. 	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Molinos (4) • Bomba • Masas • Motor • Catalinas 	66	152	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsor de bomba • Fisura de masas • Sistema de presión • Sistema eléctrico 	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Evaporadores (04) • Tuberías • Moto reductor 	35	88	<ul style="list-style-type: none"> • Eje moto reductor • Tuberías sin purgar 	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Centrífugas • Motor • Interno 	57	108	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema eléctrico • Canastillas deterioradas • Cojinetes 	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Secador • Moto reductor • Cangilones 	45	75	<ul style="list-style-type: none"> • Flexión de eje de motor • Atascamiento de cangilones 	Correctivo	
Σ	686	1147	•		

Record de paros y tiempos de paros - año 2019.

CUADRO N° IV. 2

INDICADORES DE GESTIÓN, AÑO 2019

N°	Máquinas	MTBF (hrs)	MTTR (hrs.)	U	D
1	Grúa de hielo	132	1.52	0.9886	
2	Mesa alimentadora	144	1.36	0.9906	
3	Primer conductor	91.03	1.04	0.9887	
4	Primer machetero	176	2.13	0.9880	
5	Segundo conductor	141.43	1.70	0.9890	
6	Segundo machetero	129.83	1.36	0.9978	
7	Desfibrador	111.54	1.51	0.9870	
8	Tercer conductor	165	1.79	0.9880	
9	Molinos	120	2.30	0.9880	
10	Evaporadores	226.28	2.51	0.9898	
11	Centrífugas	138.94	1.9	0.9924	
12	Secador	176	1.66	0.9887	

Fuente: El autor.

4.8.PERDIDAS ECONÓMICAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

- Tomando como referencia, el precio de venta del producto final (bolsa de azúcar), donde se estiman considerar todos los costos unitarios; la situación actual del sistema de mantenimiento, le cuesta a la empresa S/. 18'351.960; concepto dejado de percibir, o estimado como pérdida.
- Al respecto el grupo Wong, está preocupado, dado a que ellos apuntan a no tener (interferencias por mantenimiento y según ellos el año 2018; tuvieron una reparación general, de calidad, y qué a luces 2019, no lo refleja.

4.9. ANALISIS DE CAUSALIDAD.

Hablando técnicamente, el tema. Debo decir que el proceso de producción, tiene sus máquinas, instaladas en serie, por eso cuando una falla, afecta el trabajo de maquinaria que le sigue, en la línea del proceso.

En un promedio, las máquinas, tienen 20 años de edad; promedio. Esto quiere decir que arrastran, desgastes y deterioro; a pesar de las paradas de planta: cuyos efectos técnicos no se traducen en alta confianza.

Si nos referimos a las raíces de las causas, es preciso indicar, que a mi criterio son raíces técnicas y raíces humanas; con más tendencia a la segunda. Digo ello porque el tema de las capacitaciones y adiestramiento; han estado ausentes en los últimos cinco años, hasta la fecha.

Acentuando la raíz humana; es necesario, decir, que el responsable del Dpto. de Mtto. No tiene el perfil adecuado para el puesto. Desempeña una función netamente reactiva.

- No podemos aceptar, que en la mayoría de las máquinas consideradas, para el estudio, el tiempo de aparición de las averías, sean cortos; siendo el más corto, el del primer conductor con 91.00 horas, es decir que cada 91.03 Hrs. Ocurrió una falla.
- Las máquinas anotadas en el cuadro N° IV.1, están constituidas por elementos fijos, como de elementos móviles. Es el caso de que los elementos móviles, ubicados externamente, como volantes, cadenas, fajas, ejes de motores, de conexión, muchas veces no están técnicamente bien instalados; lo que implica que se descarrilen “vuelven” **por estar flajos** en aaxxxxx, entre otros, y provoquen frecuente accidentes.

4.10. CONTINGENTE LABORAL.

El área de mantenimiento, actualmente, cuenta con el contingente de personal, siguiente:

- 16 mecánicos : con experiencia en planta
- 14 eléctricos : con experiencia en planta
- 12 soldadores : Con experiencia en planta
- 01, Ingeniero Mecánico :Jefe de área
- 08 caldereros : con experiencia en planta
- En cuanto a conocimiento técnicos, la mayoría de ellos, lo ha ganado por sus más de 20 años en la planta procesadora de azúcar.
- La dirección del área, se encuentra dependiendo del área de producción. Por lo que la función de producción está en prioridad, por encima de la función del mantenimiento.
- La planta, no se involucra, en un plan de mejora continua, que en el caso del mantenimiento; el autor del estudio, pretende impulsar esta filosofía del mantenimiento; propugnando por la práctica de la cultura Preventiva.

4.11. FIABILIDAD DEL SISTEMA.

- Como ya se dijo, anteriormente, que se asume que las instalaciones de la maquinaria, en el proceso de producción; se encuentran dispuestas en un sistema en serie; entonces, podremos determinar la fiabilidad actual de las máquinas consideradas en el cuadro N° IV. 1.
- Fiabilidad en serie: F_{SS}
- $F_{SS} = 0.9886 \times 0.9906 \times 0.9887 \times 0.9880 \times 0.9890 \times 0.9978 \times 0.9870 \times 0.9880$
 $\times 0.9880 \times 0.9898 \times 0.9924 \times 0.9887 = 0.883$

4.12. NECESIDAD DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Tal como se ha visto en los párrafos anteriores, se deduce que hay una necesidad de implantar el mantenimiento preventivo; en la planta procesadora de azúcar de la empresa Agroindustrial Paramonga S.A. (AIPSA); por las razones principales siguientes:

- Técnicamente el conjunto de máquinas, con un promedio de vida de 20 años, padece de un acelerado deterioro y desgastes; que de no remediarse, podría adelantar, decisiones de reemplazo de varias máquinas; inconveniente por ahora, dada las restricciones económicas que ha impuesto el grupo Wong.
- De no mediar, la aplicación del mantenimiento preventivo, los parámetros como el MTBF; y la eficiencia global de planta, se verán acortados; es decir, que el tiempo promedio entre fallas, se hará más corto y la eficiencia global de la planta, tendría tendencia de reducción.
- Económicamente, la situación actual, afecta con una pérdida de S/. 18'351.960; lo que conllevaría a incrementarse; sino se redujeran las fallas
- Tenemos un contingente laboral, que vale la pena, tecnificarlo, para involucrarlo seguidamente, en la filosofía de mejora continua, en la función del mantenimiento.
- El sistema de producción, cuenta con maquinarias, instaladas en un sistema en serie, por lo que de no reducirse los paros, estaremos fomentando, retrasos en el cumplimiento del programa de producción y adicionalmente, incurriendo en incumplimiento con las fechas de venta, del producto.

4.13. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

4.13.1. Ubicación de la función Mtto. En la organización de la planta

- Es necesario, dar el lugar jerárquico que debe corresponder a la función del mantenimiento. Es decir el área de mantenimiento, tiene que tener similar nivel orgánico, que el área de producción.
- Esto permitirá, que Mtto. Tome sus propias decisiones, y que ayude a sus decisiones; las coordinaciones interfuncionales con las otras áreas, a fines al mantenimiento.
- La propuesta de la nueva organización, se da en la figura IV.1.

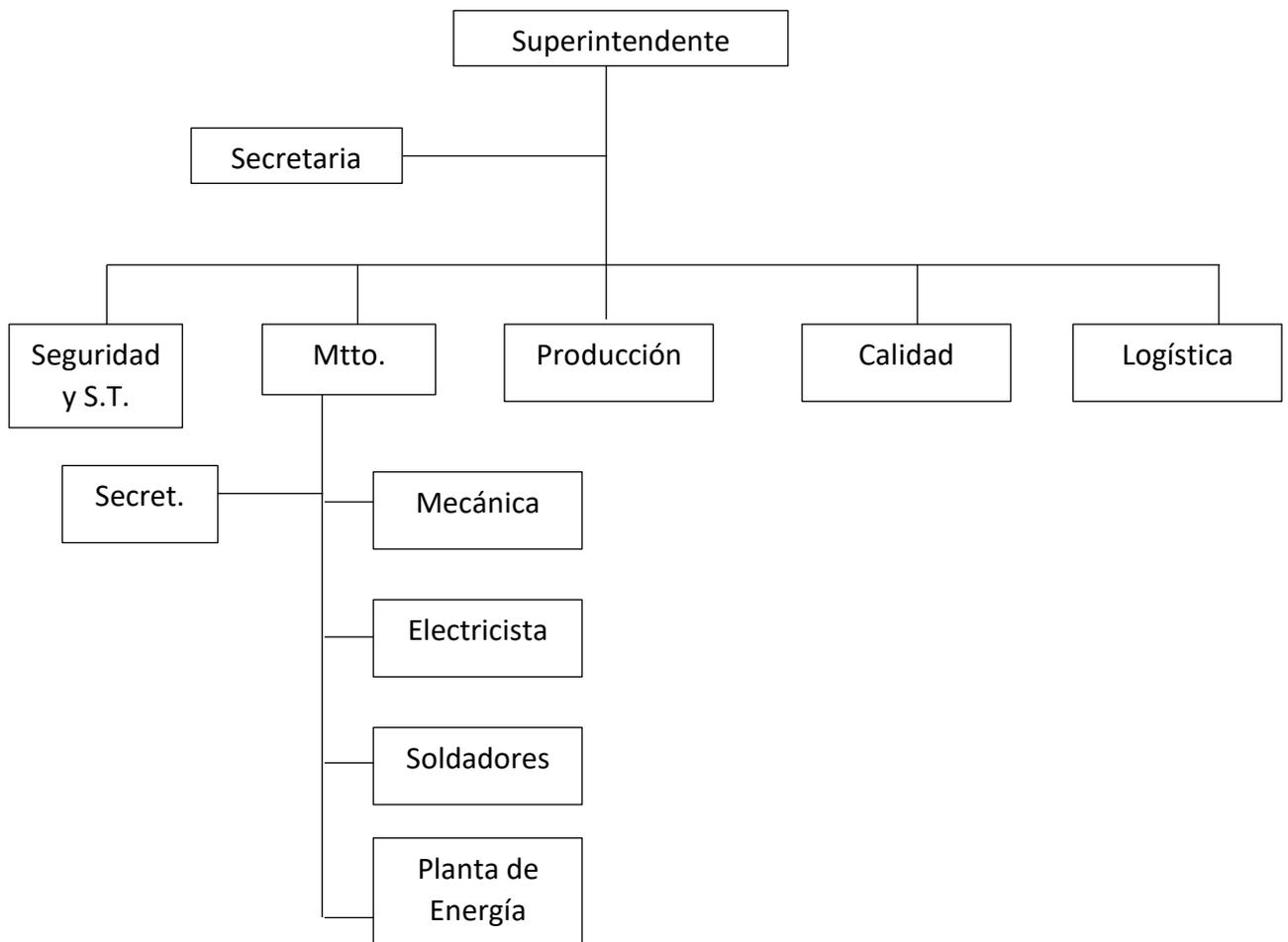


Figura. N° IV.I.

- Reorganización del Dpto. de Mantenimiento
- Se propone la existencia de subáreas, como mecánica, electricidad, soldadores, planta de energía. Dichas sub áreas deben estar a cargo de las técnicas con mayor antigüedad y experiencia en la planta azucarera.
- Cabe resaltar, que los almacenes, dependen del área de logístico.
- También, se hace hincapié, que a lo personal de mantenimiento y producción; se les brindará capacitación pertinente, para acompañar bien el programa de mantenimiento preventivo.

4.14. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Como se dijo anteriormente; los 12 máquinas, registrados en el Cuadro IV.1. son críticas, por promedio de edad y por su tiempo medio entre fallos.
- Por ello, es necesario, indicar que actividades de mantenimiento preventivo, se va a desarrollar para el periodo 2020.
- En primer lugar, para las máquinas, correspondientes a la sección trapiche, realizaremos lo siguiente:
- Limpieza, lubricación, inspección, ajustes y aprietes; es decir daremos preferencia a la implantación del lila.
- Sin embargo, para todos las máquinas consideradas críticas; consideraremos; las actividades; que se indican en el cuadro N° IV.3 (Programa Propuesto)
- Como parte de apoyo para el mantenimiento preventivo; es conveniente, determinar capacitaciones, al personal de producción como al personal del Dpto. de mantenimiento.

- La cantidad de capacitaciones y horas respectivas; se resolverá en la medida que vaya implementando el Programa de Mantenimiento Preventivo.
- Sin embargo, me permito sugerir , que sean dos a tres capacitaciones al año, con dos horas por cada capacitación. Estas capacitaciones, se referirán a: como detectar anomalías, instalación correcta de cojinetes instalación de ejes de bombas, mantenimiento de cadenas de transmisión de movimientos, lubricación y engrase adecuado; y reglas de seguridad en el trabajo.
- Los capacitadores serán: jefe de seguridad, jefe del Dpto. de Mantenimiento y proveedores.
- Las capacitaciones, serán coordinadas con el Área de Recursos Humanos y se llevarán a cabo en el Auditorium de la Empresa, fuera del horario de trabajo.

4.15. PROGRAMA PROPUESTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Esta vez, vamos a incluir, a todas las máquinas consideradas críticas, y se irá evaluando el Programa, durante el año 2020. En los momentos de mejora de funcionamiento; se irán descartando, máquinas, que seguramente ya no serán críticas.

- En el Programa en mostrar en el cuadro Np IV. 4, se consideran; las tareas de mantenimiento preventivo, como:
 - Limpieza externa (L.E.)
 - Inspección continua (I.C.)
 - Inspección Periódica (I.P.)
 - Limpieza Interna (L.I.)
 - Lubricación y/o engrase (LU/EN)
 - Reparación Parcial (R.P.)
 - Reparación General (R.G.)

- Se ha constituido un equipo de mejora continua integrado por representantes de producción (4) de mantenimiento (4) de calidad (02) y de seguridad (02).
- El equipo de mejora continua, está presidido por el jefe del Departamento de Mantenimiento.
- En el cuadro del Programa propuesto de mantenimiento preventivo, también se anotan, las frecuencias de atención, los tiempos estimados; y el personal asignando; para las tareas de mantenimiento. Todos estos estimados, se hicieron en coordinación con el grupo de mejora continua.
- Se ha tenido cuidado, no caer en la hiper conversación ni en la hipo conservación.
- Del cuadro N° IV.4, tenemos un mantenimiento planeado por prevención, con 421.33 Hrs. Programadas de paro, lo que significa, rebajarlo al 36.70%, con respecto al actual.
- Nuestro contingente de personal, estará asignado en un 60% al trabajo de manutención preventiva. El 40% lo destinamos al trabajo de manutención de las otras máquinas, no incluidas en el Programa de Mantenimiento Preventivo Propuesto

Cuadro N° IV.4.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO.

Actividades Maquinas	L.E.		I.C.				L.I.		I.P.			LU/EN			R.P.			R.G.			
	Frec.	Tiempo	Pers.	F.	T.	P.	E.	T.	P.	F.	T.	P.	F.	T.	P.	F.	T.	P.	F..	T.	P.
01. Grúa de hilo	Diario		Operario	Diario		Operario	Mensual	30'	Mecánico	Mensual	60'	Mecan. Elect.	Mens.	10'	Mecan.	Bim.	40'	Mecan.	Anual		Tercero
02. Me alimentadora	Diario		Operario	Diario		Operario	Mensual	30'	Mecánico	Mensual	60'	Mecan.	Mens.	10'	Mecan.	Bim.	40'	Mecan.	Anual		Tercero
03. Primer conductor	Diario		Operario	Diario		Operario	Quincenal	30'	Mecánico	Mensual	60'	Mecan. Elect.	Mens.	10'	Mecan.	Bim.	40'	Mecan.	Anual		Tercero
04. Primer machetero	Diario		Operario	Diario		Operario	Quincenal	30'	Mecánico	Mensual	60'	Mecan. Elect.	Mens.	10'	Mecan.	Bim.	40'	Mecan.	Anual		Tercero
05. Segundo conductor	Diario		Operario	Diario		Operario	Quincenal	30'	Mecánico	Mensual	60'	Mecan. Elect.	Mens.	10'	Mecan.	Bim.	40'	Mecan.	Anual		Tercero
06. Segundo machetero	Diario		Operario	Diario		Operario	Quincenal	30'	Mecánico	Mensual	60'	Mecan. Elect.	Mens.	10'	Mecan.	Bim.	40'	Mecan.	Anual		Tercero
07. Desfibradores	Diario		Operario	Diario		Operario	Quincenal	90'	Mecánico	Mensual	180'	Mecan.	Mens.	30'	Mecan.	Bim.	120'	Mecan.	Anual		Tercero
08. Tercer conductor	Diario		Operario	Diario		Operario	Quincenal	30'	Mecánico	Mensual	60'	Mecan.	Mens.	10'	Mecan.	Bim.	40'	Mecan.	Anual		Tercero
09. Molinos (04)	Diario		Operario	Diario		Operario	Quincenal	120'	Mecánico	Mensual	240'	Mecan.	Mens.	40'	Mecan.	Bim.	160'	Mecan.	Anual		Tercero
10. Evapores (04)	Diario		Operario	Diario		Operario	Quincenal	80'	Mecánico	Mensual	240'	Mecan.	Mens.	40'	Mecan.	Bim.	160'	Mecan.	Anual		Tercero
11. Centrifuga (02)	Diario		Operario	Diario		Operario	Quincenal	60'	Mecánico	Mensual	120'	Mecan. Elect.	Mens.	20'	Mecan.	Bim.	120'	Mecan.	Anual		Tercero
12. Secador	Diario		Operario	Diario		Operario	Quincenal	30'	Mecánico	Mensual	60'	Mecan. Elect.	Mens.	10'	Mecan.	Bim.	40'	Mecan.	Anual		Tercero

4.16. EVALUACIÓN.

Podemos determinar una nueva eficiencia global de planta (E.G.P.) como efecto del Programa de Mantenimiento Preventivo Propuesto.

Disponibilidad : 94.68%

Tasa de producción : 94.68%

Tasa de calidad : 97.00%

Entonces E.F.P. $(0.9468 \times 0.9468 \times 0.97) \times 100 = 0.8695 = 86.95\%$

4.17. DOCUMENTOS TÉCNICOS.

Si bien es cierto, el Área Mantenimiento, cuenta con formatos de trabajo; éstas son muy extensas, fue a la par, causan desorientación a los integrantes de Mantenimiento.

Otro aporte en ese sentido, será la de utilizar formatos básicos y simples; que sean de fácil entendimiento del personal y que contribuyan en la eficiencia en el trabajo.

En tal sentido, se propone, el uso de los documentos técnicos siguientes:

i. Ficha de máquina.

Cuyo formato se presenta adjunto; nos servirá para llevar un registro de las características de la máquina, así como las acciones de mantenimiento, que se hayan practicado en ella. También nos servirá de base de datos, para record de funcionamiento y determinación de indicadores, como el tiempo promedio de reparación y el tiempo medio entre fallas.

Mensualmente los datos de ocurrencias, se registraran en el sistema informático.

ii. Orden de trabajo.

Documento, cuyo formato se adjunta y nos servirá para organizar el trabajo, y deducir con ello, las tareas concluidas y pendientes a realizar.

Para esto, debemos ser precavidos y sinceros, en los tiempos a considerar, para realizar los trabajos.

En este aumento, tiene mucho que ver el comité mejora continua, que se propone constituir.

iii. Vale de material.

Otro documento importante, cuyo formato se adjunta; nos permitirá registrar los consumos y a posterior, analizarlos, para poder determinar indicadores e consumo, así como establecer los lotes económicos de pedidos.

FORMATOS.

A) Ficha de máquina

<u>FICHA DE MÁQUINA</u>			
AIPSA			
DPTO. DE MTTO. _____			
MÁQUINA: _____		UBICACIÓN: _____	
FECHA INSTALACIÓN: _____		MARCA: _____	
CARACTERÍSTICAS			
MECÁNICAS	ELÉCTRICAS	OTROS	OBS.

DÍA Y MES	OCURRENCIA	MOTIVO	ACCIOON DE MTTO.	TIEMPO	OBS.

b) Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO				
AIPSA. DPTO. MATTO. _____ N° <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>				
DE : _____ A : _____ ASUNTO : _____ FECHA : _____				
DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	TIEMPO	OBS.
Firma Responsable:				

c) Vale de material.

VALE DE MATERIAL				
AIPSA DPTO. MTTO. _____ N° <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>				
DE : _____ A: _____ ASUNTO : _____ FECHA: _____				
ITEMS.	CANT.	INV. INIC.	INV. FINAL	OBS.
Firma Responsable:				

d) Listado de inspección.

Este documento será de complemento a una orden de trabajo y será adjuntado a este.

Su utilización, se dará sobre todo, cuando se trata de realizar inspecciones para efectos de acciones preventivas de mantenimiento.

Se registrarán las pautas críticas de la maquinaria, a inspeccionar y las condiciones en su estado.

Listado de Inspección				
AIPSA. DPTO. MTTO.				
MAQUINA: _____ UBICACIÓN: _____				
RESPONSABLE (s) _____				
FECHA: _____				
ITEMS DE INSPECCIÓN	CONDICIÓN			SUGERENCIA
	BUENO	REGULAR	MALO	

- Estarán a cargo del Jefe de Mantenimiento, o de su Staff; y durante una periodicidad de tiempo, desarrollada durante el año.

- Cada entrenamiento con una duración de 45 minutos y cada charla, con una duración de 90 minutos.

4.18. EL LILA.

Estas siglas significan:

L : Lubricación

I : Inspección

L : Limpieza

A : Apriete.

Esta técnica del Mantenimiento, tendremos que desarrollar una vez, evaluada la capacitación, y el entrenamiento, toda vez, que estas actividades, serán consideradas básicas, para prevenir fallas en la maquinaria.

En el programa propuesto de mantenimiento preventivo, se consideran estas actividades, pero es necesario que los operadores de máquinas, se vuelvan diestros y/o competentes en el manejo de esta técnica.

4.19. EL EQUIPO KAIZEN.

Nuestro estudio está encaminado, dentro de la filosofía de la Mejora Continua, y por lo tanto era necesario constituir el Equipo Kaizen o de Mejora Continua.

Tendrá como finalidad, esencial, el diseño y puesta en práctica de todo lo que signifique mejorar la calidad del servicio, de mantenimiento, que permita asegurar la calidad del producto y minimizar al más bajo costo, las paralizaciones por averías de máquinas.

A este equipo lo denominaremos Equipo Piloto Kaizen, y estarán constituida por:

- ✓ Jefe del Dpto. de Mantenimiento (Quien lo preside)

- ✓ Jefe del Dpto. de Producción
- ✓ 3 Maestros mecánicos eléctricos de Mantenimiento
- ✓ 3 supervisores de calidad.
- ✓ 1 jefe de seguridad y salud ocupacional.
- Con este equipo hemos podido, determinar actividades del M.P. tiempos y frecuencias; que se han registrado en el Programa de Mantenimiento Preventivo Propuesto.
- Se han convocado a los más experimentados en la planta, considerando sus conocimientos y antigüedad en la Empresa.

4.20. ABASTECIMIENTO.

Considero que los almacenes de la planta, existen los materiales necesarios y repuestos necesarios, para realizar los trabajos de mantenimiento.

En el Anexo N° 1 se exponen las mismas.

4.21. EL ÁREA DE MAESTRANZA.

Es un soporte técnico, para la parte operativa del mantenimiento, que merece nuestra atención, y en las páginas adjuntas, se ilustra un ejemplo de cómo desarrollar un proceso de mejora continua en dicho taller.

El taller un solo turno de 8 horas de lunes a viernes, desde las 7H30 a 13H00, en la tarde de 14 H00 a 16 H30 p.m. y sábado de 7H30 am a 12H00.

De acuerdo al historial estadístico, obtenido del año 2019, el producto que más se vendió fue el Eje – piñón con \$76.933 con 42/100, seguido de las Ruedas

Dentadas, Ejes y Otros productos de diferentes formas de mecanizados que no son repetitivos. Ver figura 2.

Los productos que más se fabrican según su orden son los siguientes:

- Eje piñón
- Rueda Dentada
- Ejes
- Otros

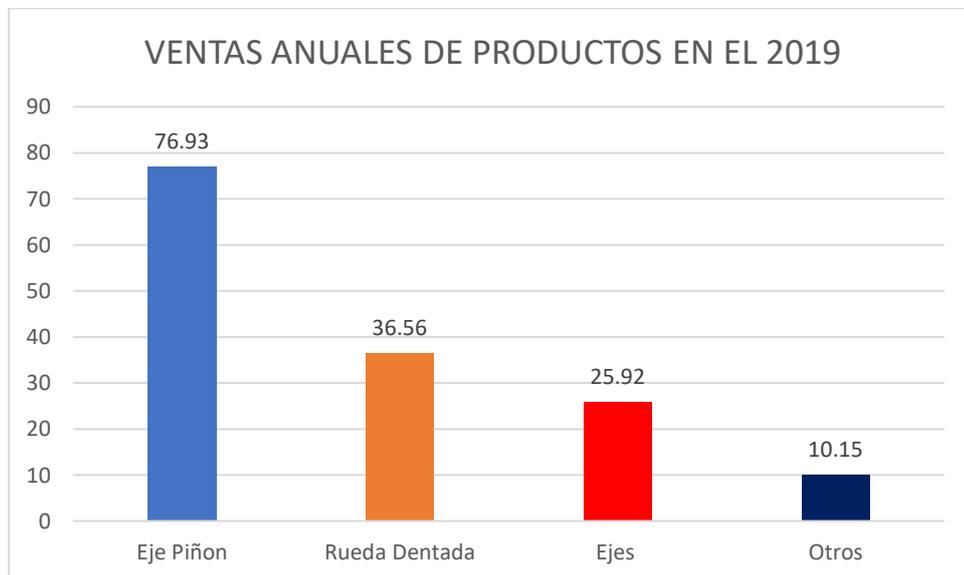


Figura 2. Diagrama de Pareto Ventas 2019

Descripción del Producto.

Los Eje – Piñones son construidos en acero SAE 7210, este es un acero utilizado para cementación, debido a que su núcleo es de alta resistencia y se requiera alta dureza y resistencia al desgaste superficial, combinado con buena tenacidad.

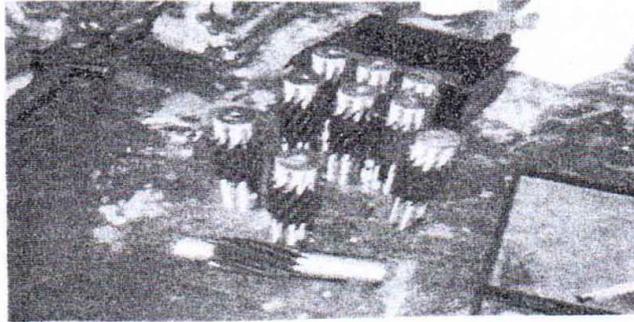


Figura 3. Ejes cementados

En la siguiente Tabla 2 se observan las tendencias del taller y las condiciones actuales en las etapas del proceso, en donde se detalla la productividad y el tiempo total.

Tabla 2

Medidas	Actual	Expectativa	Futuro
Productividad	1.4 Ejes – piñones / día	Incrementar 100%	2.8 Ejes – piñones / día.
Tiempo total	11.376.84 min/Eje - piñon	Disminuir 10%	10,239,16 min/eje piñon.

Mapa de la Cadena de Valor Actual (VSM)

En taller se tiene una producción de 33 Ejes – Piñones en un mes. Si en el mes se trabajan 24 días, se obtiene un ritmo de producción de 349.01 min/und.

Es de considerar que el taller no se dedica a fabricar solamente los Ejes – Piñones, sino que el trabajo es compartido con otras actividades dando prioridad a la fabricación del Eje – Piñon.

El cálculo del ciclo de producción de la demanda que es el ritmo que debe producir el taller, se lo obtiene de la siguiente manera:

$$\frac{24 \text{ días}}{60 \text{ und.}} \times \frac{8h}{1 \text{ día}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 h} = 192 \frac{\text{min}}{\text{und}}$$

Identificación de las condiciones actuales del equipo.

Como primer paso para la implementación, se crea un equipo tpm, el mismo que analizo las condiciones actuales, tanto del área de Bodega de Repuestos y Herramientas, como las máquinas en estudio, utilizando el formato de la figura 3.

ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL EQUIPO.			
Grado	_____	Desactivación del equipo	_____
Fecha	_____	Evaluado por	_____
Condición general 1	_____		

Adaptador Limpieza	_____		

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	_____		

Figura 4. Formato para el análisis de la condición actual del equipo.

Del análisis de las Tablas de Clasificación del TPM, 3, 4 y 5 se escogen los ítems de baja calificación bajo el siguiente criterio: se suman todos los puntos y se divide para la cantidad de ítem que hay en la tabla, el coeficiente de esta división en el Tomo es 3.23 y todos aquellos ítems que estén por debajo de 3.23 se los consideró de baja calificación, y así con la fresadora y la rectificadora (3)

Tabla 3: Hoja de calificación de la rectificadora.

Máquina: : Rectificadora

Sumatoria del total de Items : 110

Promedio : 3.93

Item #	Razón de Bajas Calificación
10	Falta de limpieza
11	Falta de mantenimiento
14	Falta de orden por parte del operario
15	Falta de limpieza
18	Falta de orden por parte del operario
27	Descuido del jefe del taller
28	Descuido del supervisor.

Tabla 4. Hoja de calificación de la fresadora.

Máquina: : Fresadora

Sumatoria del total de Items : 94

Promedio : 3.24

Item #	Razón de Bajas Calificación
1	Falta de limpieza
5	Falta de mantenimiento
7	Falta de mantenimiento
8	Falta de limpieza
9	Descuido del operario
10	Falta de mantenimiento
11	Falta de mantenimiento
14	Falta de limpieza y orden en lubricantes
15	Descuido del operario
16	Operario desconoce forma de lubricar
20	Falta de mantenimiento
21	No se realiza limpieza

23	Operario no ordena al herramental
28	Descuido del jefe del taller
29	Descuido del supervisor

Tabla 5. Hoja de calificación del torno

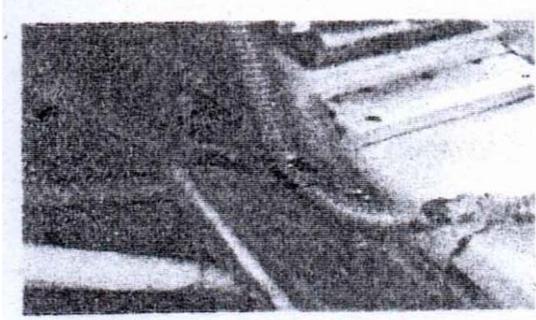
Máquina: : Torno

Sumatoria del total de Items : 100

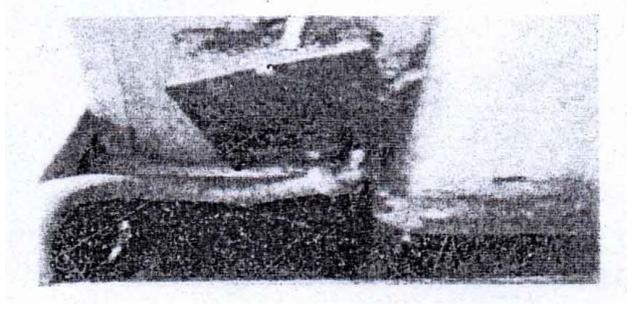
Promedio : 3.23

Item #	Razón de Bajas Calificación
1	Falta de limpieza
3	Descuido del operador
6	Falta de mantenimiento
8	Falta de mantenimiento
10	Falta de mantenimiento
11	No se planifica limpieza de paneles eléctricos
13	Descuido de los sistemas de seguridad
15	Falta de limpieza y orden en lubricantes
16	Descuido del operador
17	Descuido del operador
19	Operarios desconocen la forma de lubricar
20	Descuido del operador
23	Falta de limpieza
25	Descuido del operador
27	Operario desordenado
30	Jefe del taller descuidado
31	Descuido del supervisor

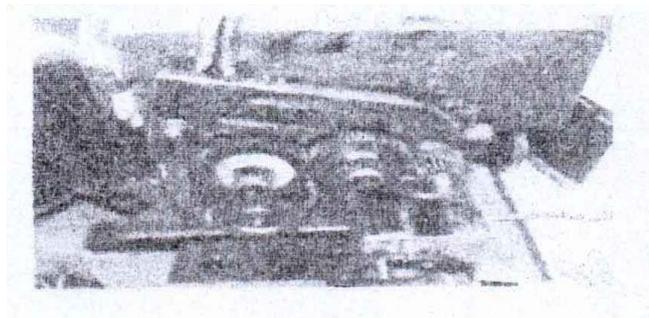
Luego de realizar el análisis de todos aquellos ítems que resultaron de baja calificación en las tres máquinas se presentan fotografías del antes y después de la mejora ver figura 4 y 5.



Protector de cable flojo y roto

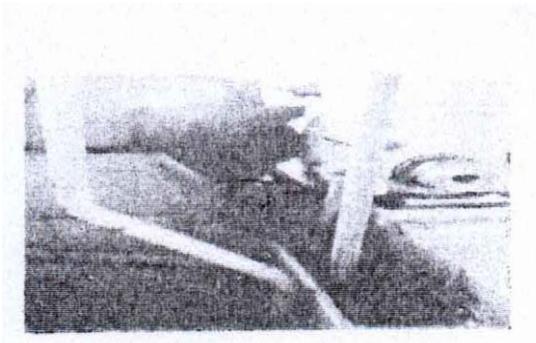


Panel distribuidor flojo

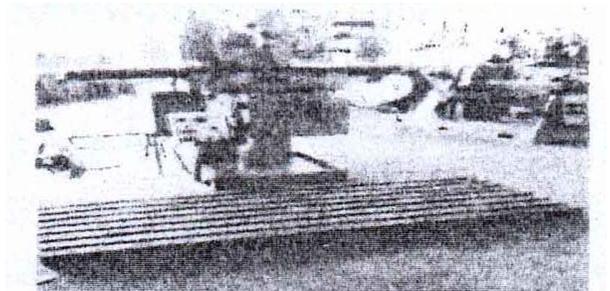


Engranajes flojos

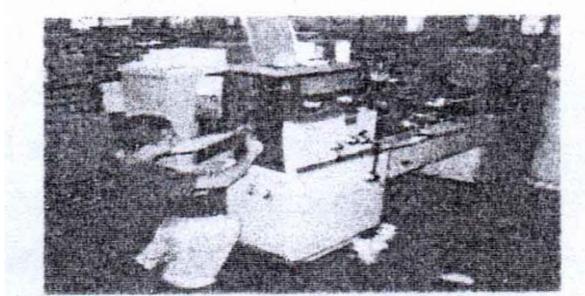
Figura 5. Fotografías antes de la mejora.



Protectores reparados



Piso limpio y sin aceite .



Ajuste de engranajes

Figura 6. Fotografías después de la mejora.

Con el equipo TPM se elaboró un plan de mantenimiento autónomo para las máquinas torno y fresadora, de esta manera los operarios se encargan del mantenimiento de rutina colaborando con el departamento de mantenimiento para que pueda planificar la prevención de Fallas, mejorar los equipos y se dedique a cosas más especializadas de mantenimiento.

En la tabla 6, se realiza un cuadro comparativo del OEE antes y después de la mejora, notándose un incremento en las dos máquinas. Según la tabla de calificaciones del OEE, el Torno tiene una calificación de 41% que según la tabla de calificaciones es inaceptable y la fresadora 72%, siendo su ponderación de acuerdo a la tabla regular.

Tabla 6: comparación del OEE antes y después.

MAQUINAS	OEE	
	ANTES	DESPUES
Torno	28%	41%
Fresadora	49%	72%

Mapa de la Cadena de Valor Final (VSM)

Para realizar el cálculo de mejora del VCM Final, se utilizó el indicador OEE antes y después de la mejora, para las máquinas Torno y Fresadora. Calculando la diferencia de estos indicadores se tiene (4).

$$Torno = 41\% - 28\% = 13\%$$

$$Fresadora = 72\% - 49\% = 23\%$$

Luego se tomaron los tiempos efectivos en el VSM actual de ambas máquinas y se les aplicó dicha diferencia.

$$\text{Torno} = 91.37 \times 0.13 = 11.88 \text{ min}$$

$$\text{T tiempo de ópera. Final Torno} = 91.37 - 11.88 = 79.49 \text{ min.}$$

$$\text{Fresadora} = 147.95 \times 0.23 = 34.03 \text{ min.}$$

$$\text{T tiempo de operac. Final Fresa} = 147.95 - 34.03 = 113.92 \text{ min.}$$

Como el cuello de botella es la fresadora se alcanzan a fabricar 37 unidades al mes.

$$\text{Nuevo ciclo de prod.} = 113.92 + 201.01$$

$$= 314.93 \frac{\text{min}}{\text{und}}$$

$$\frac{314.93 \text{ min}}{\text{und.}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ mes}}{24 \text{ días}} = 0.0273 \frac{\text{mes}}{\text{und.}}$$

El inverso es:

$$\frac{1}{0.0273} = 36.6 \approx 37 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$$

Con este ritmo de producción final se fabrican 60 unidades y se logra satisfacer la demanda de 60 unidades al mes.

$$\text{Ritmo de Prod. Final} = 80.41 + 113.92 = 194.33 \frac{\text{min}}{\text{und}}$$

$$\frac{194.33 \text{ min}}{\text{und.}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ mes}}{24 \text{ días}} = 0.0168 \frac{\text{mes}}{\text{und}}$$

El inverso es:

$$\frac{1}{0.0168} = 59.5 \approx 60 \frac{und}{mes}$$

Resultados esperados.

Medir la mejora lograda con el TPM evaluado como un proceso global, es difícil. En tal caso, al proceso global se lo dividió en dos subprocesos o máquinas, y se midió y evaluó el rendimiento de cada una.

Para ponderar el rendimiento de la aplicación del TPM se selecciona el indicador de eficacia global el más bajo de cada subproceso o máquina. Antes de la implantación de la metodología el OEE global fue de 28% y después de la implantación 41% realizando la diferencia entre estos dos porcentajes se tiene un incremento del 13% en la eficacia global del Taller ver tabla 7.

Subprocesos	Maquinas	OEE		Incremento
		Antes	Después	
Sub proceso 1	Torno	28%	41%	13%

Tabla 7. Comparación del OEE antes y después.

Índice de Prevención de Fallas (IPF)

Este indicador demuestra como al disminuir los paros no planeados disminuye el índice de prevención de fallas (5).

Para determinar la variación de este indicador se compara el antes y después de la mejora en una relación de paros no planificados a paros planificados en las dos máquinas y como resultado se tiene que el IPF para el Torno de 4 disminuyó a 0.42 puntos y para la fresadora de 10.17 a 0.51 puntos.

Torno

$$IPF (Antes) = \frac{144.86}{360} = 4$$

$$IPF(después) = \frac{153.30}{360} = 0.42$$

Fresadora.

$$IPF(antes) = \frac{1709.4}{168} = 10.17$$

$$IPF(Despues) = \frac{86.1}{168} = 0.51$$

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En la presente investigación, procedemos luego a analizar y discutir los resultados siguientes.

a) **En la parte técnica.**

En la situación actual, al referirse la producción sobre el cuidado de la maquinaria, en el año 2019, se han incurrido en 1147 horas de paralizaciones imprevistas; generándose más deterioro en los equipos.

Nuestra situación propuesta, al encaminar la gestión del Mantenimiento a la filosofía de mejora continua, propone la incurrancia en 421-33 horas por paros programados. Para ello, discrimina la criticidad de los equipos, a ser considerados en el Programa de Mantenimiento Preventivo Propuesto.

b) **El Aspecto del Nivel en la Organización**

Nuestra Reorganización Jerárquica, “rompe” la subordinación de la función del Mantenimiento; de la dependencia de Producción.

- Haciéndose de esta manera mejores tomas de decisiones, orientadas a garantizar, una buena calidad de servicio de mantenimiento.
- Contribuye, esto, a una mejor coordinación interfuncional, con áreas o Dpto. afines al Mantenimiento; para en equipo, reducir las pérdidas por calidad por seguridad, por producción y productividad.

c) **En la Documentación Técnica.**

La falta de una adecuada documentación técnica, implicaba un desorden en el registro de internación, y a veces emitidas; sobre lo cual no se podía analizar, la data histórica

de funcionamiento, acciones de mantenimiento realizadas, control de los trabajos y control del consumo de materiales y otros.

Con nuestra propuesta, se hace más ágil el registro de datos, que ya se realiza; y permite reportes justo a tiempo para una mejor toma de decisiones en pro de la preservación de las máquinas de producción.

d) En la Capacitación.

Un aspecto descuidado, que se logró concretar y ahora se va desplegando en su desarrollo.

El personal de planta, es muy conocedor de las máquinas e instalaciones, pero había de analizar esos conocimientos, con entendimientos y charlas, que mejoren su autoestima, e incentiven su capacidad de iniciativa.

Así propender a lograr de ellos, una mayor productividad; en los quehaceres de la producción y del Mantenimiento.

e) Del Indicador Principal,

Nuestro indicador principal, es la eficiencia global de planta.

La situación actual, con todo su problemática nos determina una Eficiencia Global de Planta de 71,06%, mientras que nuestra propuesta lo eleve al 86.95%. Pero el suscrito considera, que a medida, del seguimiento que se haga al Programa del M.P. se irá mejorando los factores considerados; tales como: la tasa de disponibilidad de máquinas, por tasa de producción y la tasa de calidad.

f) De la producción.

Es lógico, que con la reducción al 32.6% de para imprevistos, frente a la situación actual, se incrementará la producción y por ende los ingresos por ventas.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al concluir la presente investigación, se pueden deducir las conclusiones siguientes:

- Se eleva la Disponibilidad de máquinas al 94.68%
- Se eleva la tasa de producción al 94.68%
- Se eleva la tasa de calidad al 97%
- Se lograr mejorar el principal indicador de la Gestión del Mantenimiento, es decir la Eficiencia Global de la Planta al 86.95%.
- Se mejora el manejo administrativo, incidiéndose en una documentación técnica, sencilla, comprensible y adecuada.
- Se logra mejorar el aporte de los trabajadores, tanto de producción como mantenimiento, en lo referente a mayor producción y mejor calidad del servicio de mantenimiento.
- Se contribuye el incremento de la producción, e ingreso por ventas, al mejorar la disponibilidad de máquinas al 94.67%
- Se encamina la gestión a la práctica de la filosofía de la Mejora Continua.

En cuanto a las Recomendaciones tenemos las siguientes:

- Realizar seguimiento a las acciones de mantenimiento y preventivo, propuestas.
- Atender, el mantenimiento del taller de maestranza.
- Practica de incentivos al personal involucrado con el mantenimiento, producción, calidad y seguridad.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Fuentes Bibliográficas.

- Anchaluisa, K. y Trujillo, E. (2021) *Plan de Negocio para la Creación de una Plataforma Digital para la Gestión de Servicios de Mantenimiento y Reparaciones Menores del Hogar - FIX NOW* (Tesis Posgrado) Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador.
- Chapoñan, F. (2017) *Aplicación del Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Productividad del Simulador de Maquinaria Pesada Caterpillar de Ferreyros S.A., Callao, 2017* (Tesis Pregrado) Universidad César Vallejo, Lima – Perú.
- Cornejo, T. (2016) *Propuesta de un Sistema de Gestión Empresarial para Mypes que Brindan Servicio de Mantenimiento Mecánico y Eléctrico en el Sector Minero, 2017 – 2018* (Tesis Pregrado) Universidad Católica Santa María, Arequipa – Perú.
- De Costa, M. (2010) *Aplicación del Manteamiento Centrado en la Confiabilidad a Motores a Gas de Dos Tiempos en Pozos de Alta Producción* (Tesis Pregrado) Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima – Perú.
- Díaz, D. (2019) *Aprendizaje automático para el mantenimiento predictivo en los buses del transporte público* (Tesis Pregrado) Universidad Central del Ecuador, Quito – Ecuador.
- Dounce, E. (2014). *La productividad en el mantenimiento industrial*. (3a ed.). México D.F.: Patria. 277 pp.
- Lopez, E. (2017) *Aplicación del Mantenimiento Preventivo en la Línea de Envasado para la Mejora de la Productividad en la Empresa, COSTAGAS Arequipa SA 2017* (Tesis Pregrado) Universidad César Vallejo, Perú.

- López, M. y Madera, K. (2015) *Propuesta de Guía para Aplicación de Mantenimiento Autónomo hasta la Etapa Tres, en Servicios de Odontología para Instituciones Prestadoras de Servicios De Salud* (Tesis Pregrado) Universidad ECCI, Bogotá – Colombia.
- Meza, S. y Galarza, F. (2020) *Propuesta para la Aplicación de PMO al Plan de Mantenimiento de la Turbina de gas de la Empresa Air Liquide Colombia (ALCO)* (Tesis Pregrado) Universidad ECCI, Bogotá – Colombia.
- Mora, J. (2011) *Diseño e Implementación de la Gestión de los Niveles de Servicio para el Área de Redes, Seguridad y Mantenimiento Informático de Etapa* (Tesis Posgrado) Universidad de Cuenca, de Cuenca – Ecuador.
- Morillo, C. (2018) *Aplicación del mantenimiento autónomo para incrementar la productividad en el área de mantenimiento de máquinas herramienta de la empresa AIRTEC S.A. Callao 2018* (Tesis Pregrado) Universidad César Vallejo, Lima – Perú.
- Okes, D. (2009). *Root Cause Anaalysis: The Core Of Problem Solving and Corrective Action*. Quality Press, Milwaukee.
- Salazar, A. (2014) *Propuesta de Mejora en la Gestión del Servicio de Mantenimiento Preventivo en el Taller de Mecánica de la Empresa Tracto Camiones Usa E.I.R.L. para Mejorar su Rentabilidad* (Tesis Pregrado) Universidad Privada del Norte, Lima – Perú.
- Sanmartin Quizhpi, J.J. (2014). *Propuesta de un sistema de gestión para el mantenimiento de la empresa cerámica andina C.A. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana*.

Sanzol Irribarren, L. (2010). *Implantación del Plan de Mantenimiento TPM en planta de Cogeneración*. España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación.

Fuentes Electrónicas

Gonzales, J. (2014). *Sistemas de Mantenimiento Industrial*. Obtenido de <https://sistemademantenimiento.com/>.

Industrial. I. (2012). *Ingenieriaindustrialonline.com*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>

Mantenimiento.com. (2016) *Mantenimiento preventivo*. Obtenido de <http://www.mantenimientoplanificado.com/>

Menendez, A. (2015). *Confiabilidad* obtenido de <http://200.11.208.195/blogRedDocente/alexisdurand/wp-content/uploads/2015/11/15confiabilidaad.pdf>.

Minitab S.d. (s/f) *Modo de falla*.obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19help-and-how-to/modeling-statistics/reliability/supporting-topics/basics/what-is-a-failure-mode/>

Navarrete Pérez E. (1998) *Mantenimiento Industrial*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Mantenimiento_industrial#Objetivos.

ANEXOS

**ANEXO N° 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Aplicación del Mantenimiento de Prevención para mejorar la Gestión del Servicio de Mantenimiento, en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA – 2019

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO Y TÉCNICAS	
<u>Problema General</u>	<u>Objetivos General</u>	<u>Hipótesis General</u>					
¿Cómo la aplicación del mantenimiento de prevención se relaciona con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019?	Conocer la Aplicación del Mantenimiento de Prevención y su relación con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019.	La Aplicación del Mantenimiento de Prevención se relacionan significativamente con la Gestión de Servicio de Mantenimiento en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA - 2019.	(X) MANTENIMIENTO DE PREVENCIÓN		<ul style="list-style-type: none"> • Fiabilización de los grupos de trabajo. • Cálculo de fiabilidades de máquinas. • Uso óptimo de los inputs de producción. • Tasa de O.T.M. cumplidas • Indices de fallos • Tiempo promedio de fallos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de fallos • Efecto de fallos • Tasa de disponibilidad. • Tasa de confiabilidad • Tasa de rendimiento. • Ficha de máquinas • Hojas de Excel • Cronómetro • Órdenes de trabajo. 	<p>Tipo: No Experimental – Transversal.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Nivel: Correlacional.</p> <p>Métodos: Deductivo.</p> <p>Tipo de estudio. Aplicativo.</p>
<u>Problemas Específicos:</u>	<u>Objetivos Específicos:</u>	<u>Hipótesis Específicos:</u>					
1).- ¿Cómo la fiabilización de los grupos de trabajo se relaciona con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta	1).- Conocer la fiabilización de los grupos de trabajo y su relación con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta	1).- La fiabilización de los grupos de trabajo se relacionan significativamente con la Gestión de Servicio de	(Y) GESTIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO				

<p>Azucarera de AIPSA - 2019?</p> <p>2).- ¿Cómo el cálculo de fiabilidades de máquinas se relaciona con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019?</p> <p>3).- ¿Cómo el uso óptimo de los inputs de producción se relaciona con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019?</p>	<p>Azucarera de AIPSA - 2019.</p> <p>2).- Conocer el cálculo de fiabilidades de máquinas y su relación con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019.</p> <p>3).- Conocer el uso óptimo de los inputs de producción y su relación con la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA - 2019.</p>	<p>Mantenimiento en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA - 2019.</p> <p>2).- El cálculo de fiabilidades de máquinas se relaciona significativamente con la Gestión de Servicio de Mantenimiento en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA - 2019.</p> <p>3).- El uso óptimo de los inputs de producción se relaciona significativamente con la Gestión de Servicio de Mantenimiento en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA - 2019.</p>
--	--	--

- Tiempo promedio de reparación
- Índice de costos.

ANEXO 2

TABLA 3: Medidas de prevención de la contaminación ambiental propuestas para el ingenio caso de estudio.

CLASIFICACIÓN	MEDIDAS RECOMENDAS
Problema	Falta de diversificación de la Industria
Cambios en los productos	<ul style="list-style-type: none"> • Etanol • Generación y cogeneración de energía. • Mieles intermedias • Alimentos para ganado.
Problema	Presencia de fugas, derrames, pérdida de materia prima, subproductos y productos.
Cambios en los procesos Mejores prácticas de operación:	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor control de inventarios de insumos. • Prevenir arrastre, fugas y derrames de jugo, mediante controladores de nivel con alarmas. • Implementar un programa de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo • Diseñar e implementar procedimientos para normalizar las operaciones y sus etapas de arranques, fuera de operación, mantenimiento y limpieza • Capacitar y evaluar continuamente al personal encarado del equipo u operación unitaria. • Mantener un sistema de limpieza en toda la planta.
Problema	<ul style="list-style-type: none"> • Uso desmedido de agua, identificación de posibles reusos del agua e identificación de oportunidad para la sustitución de insumo por uno menos contaminante.
Cambios en los procesos Sustitución de insumos o materia prima.	<ul style="list-style-type: none"> • Sustitución del lavado de la caña por la limpieza en seco. • Reúso constante del agua de lavado de gases de combustión en la misma operación. • Reemplazar el lavado de suelo, por procesos de lavado de seco. • Uso de lubricantes biodegradables y mejor calidad para los equipos.
Problema	Pérdidas de calor y eficiencia en operación unitaria “Generación de vapor y electricidad”.
Cambios en los procesos Modificaciones tecnológicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Conversión de molinos de cuatro mazas a seis mazas, lo cual permite incrementar la capacidad de molienda 30%. • Instalación de un silo para el almacenamiento de bagazo, dimensionado de acuerdo a la capacidad de producción. • Instalación de motores y equipo de alta eficiencia, energética con base en una evaluación previa de la eficiencia de los motores, principalmente en centrífugas • Instalación de calderas 100% bagaceras con sistemas de control de partículas multiciclónico vía seca. • Instalación de sistemas de automatización de equipos, procesos e instrumentos de medición y control principalmente en evaporadores y tachos para evitar la caramelización, arrastre de miel o espumero y cuidar la calidad de la meladura. • Implementar procedimientos y tecnologías eficientes de lavado de acuerdo a las condiciones económicas de la empresa (boquillas de presión en mangueras, lavadoras de presión) • Diseñar e implementar tecnologías para el uso del calor sobrante del proceso en el secado del azúcar procesada y secado de bagazo.

ANEXO N° 3

TABLA LISTA DE MATERIALES ÁREA MECÁNICA

Lista de repuestos área mecánica	Cantidad	Unidad
Manguera hidráulica ¾ in, 28 Mpa (4000 psi)	20	m
Manguera hidráulica ½ in, 28 Mpa (4000 psi)	40	m
Manguera hidráulica 1 in, 28 Mpa (4000 psi)	20	m
Manguera hidráulica 1 ¼ in, 28 Mpa (4000 psi)	15	m
Acople hembra ¾ inc JIC	15	unid
Acople hembra ½ inc JIC	15	unid
Acople hembra 1 inc JIC	15	unid
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en 1 in	5	unid
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en ½ in	5	unid
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en ¾ in	5	unid
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en 1 ¼ in	5	unid
Adaptador macho de ½ in NPTR a ½ in. JIC	5	unid
Adaptador macho de ¾ in NPTR a ¾ in. JIC	5	unid
Adaptador macho de 1 in NPTR a 1 in. JIC	5	unid
Adaptador macho de 1 ¼ in NPTR a 1 ¼ in. JIC	5	unid
Válvula de alivio ¾ in de 500 a 3000 psi	3	unid
Válvula divisora ¾ in de flujo porcentual.	3	unid
Filtro hidráulico Baldwin BBT-287-10	8	unid
Esteras o tabillas de conductor # 2	50	unid
Esteras o tabillas de conductor # 1	50	unid
Juego de martillos extra para la desfibadora	93	unid*
Juego de cuchillas extra para precuchilla	24	unid*
Juego de cuchillas extra para cuchilla 1	66	unid*
Domite de repuesto para cuchilla y precuchilla	20	unid
Soldadura 6011 en 1/8 in	50	Kg
Soldadura 7018 en 1/8 in	50	Kg
Soldadura 6013 en 1/8 in	30	Kg
Soldadura para acero inoxidable 316L-16 1/8 in	30	Kg
Soldadura azúcar 80	20	Kg
Rollo soldadura teromatic OA 4923 de 7/61 (martillos) rollo 25 kgs.	1	rollo

Lista de repuestos área mecánica	Precio unitario (€)	Cantidad	Unidad	Total (€)
Soldadura eutectic teromatec 7/64 oA4601 (Cuchillas) rollo 25 kgs.	€ 372,400	1	rollo	€ 372,400
Cadena 2RC 140 doble con pasador	€ 162,000	5	m	€ 810,000
Cadena 2RC 160 doble con pasador	€ 125,000	5	m	€ 625,000
Cable de acero 5/8 in	€ 2,745	150	m	€ 411,750
Cable de acero 1 ¼ in	€ 4,000	30	m	€ 120,000
Rodamientos desfibadora 23252 CACK / W33	€ 3,454,611	2	unid	€ 6,909,222
Rodamientos precuchilla y cuchilla 22334CCK/W33C	€ 280,000	2	unid	€ 560,000
Rejilla para acople falk 1090T 10	€ 104,123	2	unid	€ 208,246
Rejilla para acople falk 1120T 10	€ 250,000	2	unid	€ 500,000
Rejilla para acople falk 1150T 10	€ 1,150,000	2	unid	€ 2,300,000
Acople completo falk 1160T 10	€ 3,689,000	1	unid	€ 3,689,000
Pintura anticorrosivo rojo oxido	€ 15,000	5	gal	€ 75,000
Pintura anticorrosivo	€ 16,500	5	gal	€ 82,500
Pintura amarillo John deere	€ 13,500	5	gal	€ 67,500
			TOTAL	€ 43,725,516

* Costo aproximado de fabricarlas en el Ingeniero.

Fuente: Elaboración propia.

TABLA LISTA DE MATERIALES ÁREA ELÉCTRICA

Lista de repuestos área eléctrica	Cantidad	Unidad
Cable THHN calibre # 6	300	m
Cable THHN calibre # 4	300	m
Cable THHN calibre # 2	300	m
Cable RVK 4 x 1.5 mm	100	m
Cable RVK 4 x 10 mm	100	m
Breaker trifásico 100A, 600V. Similar a FD 35 K de Eaton	2	unid
Arrancador contactor nema 3. Similar a AN16KN0 de Cuttler Hammer	2	unid
Protección térmica de sobrecarga H2020-3	2	Unid
Tubo fluorescentes eléctrico de 48 inc. 2 pin.	10	Unid
Tubo fluorescentes de 96 in, 1 pin	10	Unid
Estaciones de control nema 4 doble (botonera)	6	Unid
Plafón de porcelana para bombillo	10	Unid
Tubo HG 1 in por 10 ft.	20	Unid
Tubo HG 2 in	20	Unid

Lista de repuestos área eléctrica	Precio unitario (€)	Cantidad	Unidad	Total (€)
Conduleta T 1 in EMT	€ 1,946	10	unid	€ 19,460
Conduleta T 2 in EMT	€ 5,519	10	unid	€ 55,191
Conduleta LL de 1 in EMT	€ 1,652	10	unid	€ 16,520
Conduleta LL de 2 in EMT	€ 5,850	10	unid	€ 58,500
Conduleta LB 1 in EMT	€ 1,600	10	unid	€ 16,000
Conduleta LB 2 in EMT	€ 5,841	10	unid	€ 54,410
Conduleta C 1 in EMT	€ 1,751	10	unid	€ 17,510
Conduleta C 2 in EMT	€ 6,000	10	unid	€ 60,000
Conduleta LR 1 in EMT	€ 1,373	10	unid	€ 13,730
Conduleta LR 2 in EMT	€ 5,601	10	unid	€ 56,010
Tape 3M # 33	€ 2,407	30	unid	€ 72,210
Tape 3M 130C	€ 7,707	10	unid	€ 77,070
Lampara cuadrada 250W/240V para exterior (JETA6)	€ 42,406	5	unid	€ 212,030
			TOTAL	€ 4,196,850

Fuente. Elaboración propia.

LISTA DE LUBRICANTES

Lubricante	Cantidad	Unidad
Aceite Moil Spartan EP-220	800	L
Aceite móvil ATF D/M	800	L
Grasa SKF LGHB 2/18	60	Kg
Grasa Mobilux EP-2 Lithium Grease	181	Kg
Grasa Mobiltac MM	181	Kg
Grasa Chevron	181	Kg
Aceite Mobil Teresstic 68	800	L
Aceite Castro Alpha SP 320	30	Gal.

Fuente. Elaboración propia.

ANEXO 4: FORMATO HOJA RMC.
Tabla Ejemplo de plantilla de información hoja RCM

Funciones		Fallas funcionales		Sub parte	Modos de falla			Causas	Efectos			Acciones proactivas		
1		A			1	/			1	3		1	2	
					2	E			2	6		2	1	

Fuente: Formato elaborado por Ing. Jorge Valverde Vega, Profesor del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Significados de las abreviaturas en negrita.

Tipo de modo de falla	
I	Interno
E	Externo

Tipos de efecto	
1	La seguridad de las personas
2	El medio ambiente
3	La eficiencia de la producción
4	Las pérdidas del producto
5	La calidad del producto
6	La propia máquina

Tipo de acción proactiva	
1	Inspección de mantenimiento predictivo
2	Inspección de mantenimiento preventivo
3	Procedimiento de operación
4	Trabajo de rediseño
5	Dejar fallar. Trabajo de mto. Correcto.