



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

**Mantenimiento preventivo y mejora de la productividad en la Empresa Agraria
Azucarera Andahuasi S.A.A.- 2022**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Autor

Mijael Vladimir Espinoza Salazar

Asesor

Ing. Aldo Felipe Laos Bernal

Huacho – Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL SISTEMAS E INFORMATICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Espinoza Salazar, Mijael Vladimir	71894755	18 de agosto del 2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Laos Bernal, Aldo Felipe	15614107	0000-0002-5709-3901
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Hijar Tena, Alejandro	15646227	0000-0002-0124-6198
Barrenechea Alvarado, Julio Cesar	31923723	0000-0002-4865-3073
Martínez Chafalote, Ulises Robert	15616588	0000-0002-9523-308X

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA AGRARIA AZUCARERA ANDAHUASI S.A.A.-2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	13%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	<1%
4	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
6	planesdemantenimientoenindustrias.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
7	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%

Título
Mantenimiento preventivo y mejora de la productividad en la Empresa Agraria
Azucarera Andahuasi S.A.A.- 2022

Agradecimiento

A la Empresa, a sus trabajadores, y a todas las personas que me estimularon y ayudaron a realizar, el presente estudio.

Muchas gracias a todos.

Dedicatoria

A mis padres, hermanos y familiares, que siempre estuvieron presentes, apoyándome en mis estudios y en el logro del presente estudio.

ÍNDICE

TÍTULO	V
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
ÍNDICE	viii
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPÍTULO I.	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.5. VIABILIDAD DEL ESTUDIO	4

CAPÍTULO II.	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1.1. Antecedentes internacionales	7
2.1.2. Antecedentes nacionales	12
2.2. BASES TEÓRICAS	20
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	37
2.4. FORMULACIÓN DE LAS HIPÓTESIS	37
2.4.1. Hipótesis general	37
2.4.2. Hipótesis específica	38
CAPÍTULO III.	40
METODOLOGÍA	40
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO	40
3.1.1. TIPO	40
3.1.2. ENFOQUE	40
3.1.3. MÉTODO	40
3.1.4. TIPO DE ESTUDIO POR SU FINALIDAD	40
3.1.5. SEGÚN LA PROFUNDIDAD	40

	X
3.1.6. SEGÚN EL ALCANCE TEMPORAL	40
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	40
3.2.1. Población	40
3.2.2. Muestra	40
3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	41
3.3.1. TÉCNICAS A EMPLEAR	41
3.3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	41
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCEDIMIENTO DE LA INFORMACIÓN	41
CAPITULO IV	42
RESULTADOS	42
4.1. Aspectos Generales.	42
4.1.1. Misión:	42
4.1.2. Visión:	42
4.1.3. Proceso de producción del azúcar.	42
4.1.4. Primera etapa: Trapiche	43
4.1.3.2. Segunda etapa: Elaboración	46
4.1.4. Diagrama del Proceso Productivo.	51
4.1.5. Equipo y/o Máquinas en el Proceso Productivo	53
4.2. Diagnóstico situacional.	64

4.2.1. Récord de Paros y Tiempo de Paros.	64
4.2.2. Indicadores de gestión.	64
4.2.3. Perdidas Económicas con la situación actual.	68
4.2.4. Análisis de causalidad.	69
4.2.5. Contingente laboral	70
4.2.6. Confiabilidad del sistema	71
4.2.7. Necesidad del mantenimiento preventivo.	71
4.2.8. Ubicación de la función Mantenimiento en la organización de la planta.	72
4.2.9. Actividades de Mantenimiento Preventivo.	75
4.2.10. Programa Propuesto de mantenimiento preventivo.	76
4.2.11. Evaluación	64
4.2.12. Documentos Técnicos	64
4.2.13. Capacitación	71
4.2.14. Abastecimiento	72
4.2.15. El área de maestranza	72
4.2.16. El lila	73
4.2.17. El equipo Kaizen	73
CAPÍTULO V	75
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	75
CAPÍTULO VI	78

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
6.1. Conclusiones	78
6.2. Recomendaciones	79
CAPÍTULO VII	80
FUENTES DE INFORMACIÓN.	80
7.1. Fuentes Bibliográficas	80
ANEXO 2	88

RESUMEN

El presente trabajo propone determinar como se relaciona el mantenimiento Preventivo y la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. -2022.

La razón por la cual se hace el mantenimiento preventivo es porque momentáneamente se recurre a un mantenimiento correctivo, al encontrar paradas en línea de producción, ocasionando caos, tiempo e incumplimiento de la demanda.

A partir del diagnóstico realizado al proceso actual de mantenimiento se generan las posibles soluciones, a cada máquina con su respectivo inventario. El método consiste en la propuesta del programa de mantenimiento, en donde anotaremos las características técnicas más relevantes en la ficha de mantenimiento (ficha técnica) de cada equipo y sus respectivos puntos de mantenimiento.

El resultado que se obtiene, es el desarrollo de un Programa de Mantenimiento Preventivo la cual mejorara la productividad en el proceso, la cual garantizara la confiabilidad de los equipos y la reducción de tiempos de paradas por fallas, con la cual obtendremos el aumento de la capacidad de los equipos para funcionar en un instante determinado y aumentar la capacidad de operar sin producir daños materiales.

El proceso actual de molienda y producción se encuentra en un 71.06% de eficiencia global de planta, con un tiempo de para de 1147 horas, con la propuesta establecida, el proceso tendrá una mejora de un 86.95% de eficiencia global de la planta y un tiempo de parada de 422 horas, la cual la eficiencia global de la planta a incrementado en un 15.44% por tal razón el estudio apunta a la mejora y al incremento de la eficiencia de la planta.

Palabras claves: propuesta, confiabilidad, mantenimiento, preventivo, reducción de fallas por equipo

ABSTRACT

The present work proposes to determine how Preventive maintenance and the improvement of productivity are related in the Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. - 2022.

The reason why preventive maintenance is done is because momentarily corrective maintenance is used, when finding stops in the production line, causing chaos, time and non-compliance with the demand.

From the diagnosis made to the current maintenance process, possible solutions are generated, for each machine with its respective inventory. The method consists of the maintenance program proposal, where we will write down the most relevant technical characteristics in the maintenance file (technical file) of each piece of equipment and their respective maintenance points.

The result obtained is the development of a Preventive Maintenance Program which will improve productivity in the process, which will guarantee the reliability of the equipment and the reduction of downtime due to failures, with which we will obtain the increase in ability of equipment to function at a given instant and increase the ability to operate without causing material damage.

The current milling and production process is at 71.06% overall plant efficiency, with a stop time of 1147 hours. With the established proposal, the process will have an improvement of 86.95% overall plant efficiency and a stoppage time of 422 hours, which the overall efficiency of the plant has increased by 15.44% for this reason the study aims to improve and increase the efficiency of the plant.

Keywords: proposal, reliability, maintenance, preventive, reduction of equipment failures

Capítulo I.

Planteamiento del problema

1.1. Descripción de la realidad problemática

El tema de investigación que se aborda, está enfocado en la aplicación del mantenimiento preventivo, como propulsor de la mejora de la productividad en una empresa procesadora de caña de azúcar.

A nivel mundial, el mantenimiento preventivo, se implementa, desde los 1960, sobre todo en Alemania país cuya participación en la segunda guerra mundial, fue devastadora. Por ello los alemanes, analizaron el porqué de las caídas y fallas de sus naves aéreas, en forma respectiva, y concluyeron que el mantenimiento correctivo no bastaba para un largo y confiable funcionamiento de sus máquinas aéreas, sino que había que desarrollar un sistema preventivo de fallas.

Posteriormente, el mantenimiento preventivo es adoptado por las diversas industrias, en el mundo, con la finalidad de alargar la vida útil de sus activos, dotarlos de condiciones operativas adecuadas y otorgándoles una alta confiabilidad en el funcionamiento, en los procesos de producción.

A nivel nacional, hay más o menos un 15% al 20% de plantas industriales, que aplican mantenimiento preventivo en sus maquinarias, y las consiguientes, más privilegian la producción sobre la oportuna conservación de los activos.

A nivel local, sobre todo en el sector agrario y puntualmente en el rubro de las empresas fabricantes de azúcar, el aspecto de la conservación de maquinarias, se evidencia, con deficiencias lo que les impide, no adecuarse al, en el proceso de producción.

En cuanto a la realidad problemática de nuestro problema de investigación; esta se encuentra en la planta azucarera de la empresa Agraria Andahuasí S.A.A; la cual produce azúcar de consumo humano, para el mercado nacional.

El estado situacional del mantenimiento que desarrollan, mas indica principalmente que se incurre en un 59% promedio de tiempo perdido por mes; este critico indicador refleja, la falta de una política de mantenimiento de prevención que se traduce en fallas repetitivas y en aumento del deterioro de la maquinaria.

El sistema actual, no utiliza formatos técnicos de trabajo que posibiliten la generación de una base de datos, que, a posterior de su análisis, ayudara a mejorar toma de decisiones.

También es necesario señalar que, de las 720 horas estimadas a utilizar al mes, para la producción solo tenemos 466 horas efectivas por mes.

Lo anotado líneas arriba, ocurre porque se carece de un sistema de mantenimiento preventivo, que aporte a la consecución de los objetivos de producir al máximo con buena calidad y sin accidentes; de tal forma que manejemos un sistema de mantenimiento preventivo con impacto en la mejora de la productividad en el área de producción y mantenimiento.

Ante lo expuesto el autor de la presente investigación ha obtenido la autorización de la Empresa para desarrollar la aplicación del mantenimiento preventivo con impacto en la mejora de la productividad en la planta azucarera de la referida empresa.

1.2. Formulación del problema

Tanto el problema general, como los problemas específicos, se formularán de forma interrogativa.

1.2.1. Problema general

¿Cómo se relaciona el mantenimiento preventivo y la mejora de la productividad, en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. - 2022?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo se relaciona la gestión por competencias y la mejora de la productividad en la empresa Agraria Andahuasi S.A.A. - 2022?
- b) ¿Cómo se relacionan la disponibilidad y confiabilidad de máquinas; con mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. -2022?
- c) ¿Cómo se relaciona la calidad de conservación de máquinas con la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. - 2022?

1.3. Objetivos de la investigación

Los objetivos a alcanzar, en la presente investigación son los siguientes:

1.3.1. Objetivo general

Determinar, como se relaciona el mantenimiento Preventivo y la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. -2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Establecer la relación existente entre la gestión por competencias y la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. - 2022.
- b) Determinar la relación existente entre la disponibilidad y confiabilidad de máquinas; con la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. - 2022.
- c) determinar la relación existente entre la calidad de conservación de máquinas y la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. – 2022.

1.4. Justificación de la investigación

Se justifica el estudio teniendo en cuenta los aspectos siguientes:

1.5. Viabilidad del estudio

Se considera viable al estudio, por las razones siguientes:

- El autor, se encuentra laborando en la Empresa indicada.
- Se cuenta con el marco teórico y experiencias, en el tema de investigación.
- Se ha seleccionado el material de consulta, más idóneo
- Se tiene experiencia en la solución de problemas a fines al tema de investigación.
- Se tiene permanente acceso a las instalaciones, de la planta azucarera de la Empresa.
- Contamos con la asesoría profesional, especializada.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

CNH (acrónimo de Case New Holland) es un fabricante global de maquinaria, especializada en los sectores agrícola y de la construcción, filial de Fiat Industrial S.P.A. El ámbito de actuación de CNH incluye la ingeniería integrada, fabricación, comercialización y distribución de maquinaria en los cinco continentes. Las actividades de CNH se encuentran divididas en tres segmentos empresariales: equipos agrícolas, equipos para la construcción y servicios financieros.

Al 31 de diciembre de 2009, CNH fabrica sus productos en 38 localizaciones de todo el mundo y los comercializa en aproximadamente 170 países a través de unos 1.600 concesionarios y distribuidores.

Es el segundo mayor fabricante de maquinaria agrícola del mundo y el tercero de maquinaria para la construcción.

New Holland, fundada en 1895, fabrica una gama completa de equipos agrícolas. La maquinaria agrícola de New Holland incluye tractores, cosechadoras, empacadoras, herramientas para heno, equipos utilizados para el cuidado de campos, césped y hierba así como vendimiadoras.

New Holland presentó en el año 2009 el NH2, un tractor propulsado por hidrógeno que pueden producir los propios agricultores a partir de fuentes de energía renovables.

En el Perú:

GM Maquinarias S.A.C representa a la marca **NEW HOLLAND** en la línea de construcción: cargadores frontales, retroexcavadoras, moto niveladora, mini cargadores, tractores sobre orugas y excavadoras. Así mismo tenemos la línea agrícola: tractores agrícolas de diferentes potencias, con cabina y sin cabina y todos los implementos para la agricultura.

Somos distribuidores exclusivos en el sur del Perú, formamos parte del grupo FIAT; que junto a las empresas pertenecientes a esta sociedad como: FIAT, FERRARI, MASARATI, ALFA ROMEO, LANCIA, IVECO, (camiones y motores) MAGNETI MARELLI (electrónica automotriz), TEKSID (fundición) COMAU (robótica), NEW HOLLAND, Ofrecen lo último en tecnología, fabricando repuestos eficientes y confiables.

Contamos con clientes en las diferentes instituciones públicas y privadas en las regiones de Arequipa, Cusco, Moquegua, Tacna, Madre de Dios, Apurímac, Puno, etc.

En cuanto a los antecedentes del tema de mantenimiento preventivo y mantenibilidad en el campo de prestación de servicios, han sido conseguidos limitadamente aun así se ha podido rescatar algunos estudios realizados a nivel nacional e internacional con características a fines respecto a mantenimiento preventivo (x) y mantenibilidad (y) con la finalidad de rescatar las importancias utilizadas y estas sirvan de base para el desarrollo del estudio.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Antecedentes para la variable (X)

i. **Zúñiga & Bautista**, (2015), con su tesis: Diseño de un plan piloto para mejorar la gestión de mantenimiento en una línea de producción de una planta procesadora de alimentos, a través de la metodología RCM-mantenimiento centrado en confiabilidad, realizado en la Universidad Católica Andrés Bello, Bolivia

Plantea con el objetivo: "Diseñar un plan piloto para mejorar la gestión de mantenimiento en una línea de producción de una planta procesadora de alimentos, a través de la metodología RCM-mantenimiento centrado en confiabilidad".

Diseño de investigación es descriptivo correlacional de tipo cuantitativo y transaccional

La población y muestra fue censal haciendo un total de 50 personas.

Concluye diciendo:

El análisis de criticidad permitió establecer un método que sirva como instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de los procesos subprocesos y equipos de una planta tan compleja como Remavenca Turmero. Para llevar a cabo este análisis, se consideraron dos aspectos importantes: consecuencia y complejidad. En el área de consecuencia se tomaron en cuenta los siguientes criterios: seguridad, calidad interna, productividad, satisfacción al cliente e impacto ambiental. En el área de complejidad se consideraron los siguientes criterios: clase del área de trabajo,

nivel de apoyo requerido en el mantenimiento, cantidad de familias y etapas por subproceso y cantidades de punto de control.

ii. **Fabián Basame Díaz & Manuela Bejarano García** (2007), con su tesis: Estudio Del Impacto Generado Sobre La Cadena A Partir Del Diseño De Una Propuesta Para La Gestión Del Mantenimiento Preventivo En La Cantera Salitre Blanco De Aguilar Construcciones S.A, realizado en Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

Plantea con el objetivo:

Estudiar el impacto sobre la cadena de abastecimiento que puede generar el desarrollo de una propuesta que permita mejorar la gestión del mantenimiento actual a partir de la reducción de las actividades de mantenimiento correctivo no programado y el aumento de las de mantenimiento preventivo programado.

Concluye diciendo:

El impacto del mantenimiento en la cadena de valor queda demostrado al calcular costos y tiempos de ahorro que alcanzan reducciones del 30% de los montos actuales en diferentes rubros que se muestran en los estados financieros, adicionalmente estos ahorros se traducen en beneficios intangibles como conocimiento del proceso, mejor utilización de los recursos de la compañía, aumento de la satisfacción de los clientes internos y externos al mejorar el flujo de dinero, información y materiales a través de la cadena valor, disminución de las probabilidades de accidentes laborales, menores tiempos muertos, entre otros, que al momento de mostrar resultados de

gestión denotan claros avances en todos los frentes en los que se mueve la organización.

Para los antecedentes de nuestra variable dependiente (mantenibilidad), investigando se obtuvo las siguientes tesis:

i. **Catalan Gudiel, (2007)**, con su tesis: Metodologías y criterios de mantenibilidad aplicados a la organización y planificación del proceso de mantenimiento de equipo electrónico de impresión, realizada en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Plantea con el objetivo: "Efectuar un estudio de las metodologías y criterios de mantenibilidad, que incluya los fundamentos que permitan comprender su importancia en la organización y planificación de todo proceso de mantenimiento, y enfocar su aplicación al mantenimiento de equipo electrónico de impresión".

Concluye diciendo:

1. La función logística de la organización y planificación del proceso de mantenimiento de equipo electrónico de impresión debe estar basada en metodologías y criterios que permitan garantizar el suministro de los recursos necesarios para la correcta realización de las tareas de mantenimiento.
2. La aplicación de metodologías que permitan estimar las medidas de mantenibilidad es una actividad imprescindible en todo proceso de mantenimiento de equipo electrónico, considerándose lo valiosa que pueda ser la información que se obtenga en cuanto a la toma de decisiones
3. El tiempo de parada o fuera de servicio de un equipo, puede incrementarse drásticamente debido a errores logísticos en la organización de los recursos necesarios como: falta de repuestos,

herramientas o indisponibilidad de instalaciones adecuadas para la ejecución de la tarea de mantenimientos correspondiente

ii. **Ortiz Lugo, (2007)**, con su tesis: Evaluación de funcionalidad y mantenibilidad de equipos de transporte de materiales en plantas flakt de cvg venalum, realizada en la Universidad Simón Bolívar, Sartenejas.

Plantea con el objetivo: "Análisis comparativo de los sistemas de transporte cadenas de arrastre y aerodeslizadores en los aspectos de funcionalidad y mantenibilidad con el objeto de seleccionar a futuro el más adecuado a nuestros procesos."

El diseño de investigación es correlacional de tipo transaccional La población fue de 175 colaboradores y se tomó una muestra estratificada resultando 78 colaboradores.

Concluye diciendo:

- Del estudio comparativo realizado entre los equipos transportadores de alúmina secundaria en las plantas Flakt de CVG Venalum, se concluye que los aerodeslizadores son técnica y operativamente más sencillos y fáciles de mantener que las cadenas de arrastre.
- La metodología utilizada para el análisis comparativo de las cadenas de arrastre y los aerodeslizadores, demostró ser un método eficiente y seguro para este tipo de análisis, porque toma en consideración el nivel tecnológico de los equipos, costos de mantenimiento y los parámetros de confiabilidad, disponibilidad y probabilidad condicional de funcionamiento.

iii. **Oyanadel, (2013)**, con su tesis: Mantenibilidad en proyectos de inversión, realizada en la Universidad de Chile.

Plantea con el objetivo: "Proveer un mecanismo para medir y controlar el desempeño de las actividades de mantenibilidad dentro del proyecto"

El diseño de investigación es descriptivo correlacional La población y muestra de la investigación es de 45 personas encargadas del proceso.

Concluye diciendo:

1. El método identifica las tareas que deben ser ejecutadas en las diferentes etapas de un proyecto de inversión, además, da indicaciones de las responsabilidades que se deben asumir por las partes que intervienen en un proyecto.
2. El método se basa en la participación temprana de operadores y mantenedores de planta, lo que ayuda a disminuir los riesgos del diseño de las nuevas instalaciones.
3. La ayuda de la operación en el diseño, mejora y anticipa las necesidades de facilidades de operación y mantenimiento (accesos, protecciones, tipos de materiales, etc.).
4. El método se aplica a nivel piloto en una planta del Proyecto Ministro Hales.
5. En este trabajo se comprueba que la selección de equipos principales, se debe realizar en función del CAPEX (costo de inversión) y OPEX (Costo de Operación), considerando el costo del ciclo de vida total, en la evaluación económica y de equipos principales.

iv. **Uparela** (2013), con su tesis: Medición estratégica CMD en el sistema de vapor de una planta química en el departamento del Atlántico, realizado en la Universidad EAFIT, Medellín.

Plantea con el objetivo: “Plantear estrategias y acciones futuras de mantenimiento en el sistema de vapor en la planta de Dow Chemical, en el municipio de Soledad del departamento del Atlántico”.

El diseño de investigación es correlacional de tipo transaccional cuantitativo, La población es de 180 personas, se realizó una muestra estratificada resultando 89 personas.

Concluye diciendo:

A lo largo del documento, es posible observar una serie de datos que inicialmente mostraban un comportamiento correcto. Sin embargo, al graficar y pronosticar los resultados cambiaron drásticamente. Como se observa en la disponibilidad inherente calculada, se obtienen números excelentes, a pesar de esto el comportamiento de las variables tienen tendencias a la baja, colocando en riesgo la operación de los equipos y los tiempos productivos.

Es importante resaltar dentro del proceso de mantenimiento, sin importar la estrategia que sea aplicada, el correcto uso de la información, almacenamiento y diligenciamiento de reportes de mantenimiento. Sin esta estrategia, cualquier análisis tiende a arrojar datos alejados de la realidad. En la investigación realizada es posible observar que muchos de los mantenimientos preventivos realizados no quedaron registrados en el sistema. Aunque su influencia no es importante en la obtención de datos, es primordial en el comportamiento de las curvas de MTTR y MTBF para cada uno de los casos, correctivos y de confiabilidad.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Se obtuvo la siguiente tesis ara con la variable (X):

Donayre (2016), con la tesis: propuesta de diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para una empresa de servicios de elevación de lima, realizada en la universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Plantea con el siguiente objetivo: "Proponer el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para una empresa de servicios de elevación lima".

El diseño de la investigación es no experimental de tipo transaccional.

La población y muestra es de 95 colaboradores de la empresa.

Concluye diciendo:

- ✓ Debido a que la solución planteada aún no se ha puesto en práctica, no es posible generar conclusiones cuantitativas que demuestren la efectividad de los registros, documentos y procedimientos propuestos.
- ✓ Los documentos y procedimientos desarrollados tienen por objetivo no sólo documentar y registrar la manera de cómo acciona la empresa en cuanto al mantenimiento sino también la de estandarizar dichos procedimientos.
- ✓ Las estrategias de mantenimiento predictivo y RCM son relativamente nuevas en cuanto se refiere al tema de servicios de elevación en este país pues sólo se estila utilizar el preventivo y correctivo como estrategias de ejecución.
- ✓ Con la postulación de políticas y objetivos no sólo se le proporciona un norte a los servicios de mantenimiento sino también una motivación por la cual trabajar y mejorar a los técnicos colaboradores.

ii. **Aguila** (2006), con su tesis: Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una

empresa minera de Cajamarca, realizada en a la universidad privada del norte, Cajamarca, Perú.

Plantea con el objetivo:

Demostrar la factibilidad técnica económica de la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca para aumentar la disponibilidad mecánica en dichos equipos con reducción de costos.

El diseño de la investigación es no experimental de tipo longitudinal cuantitativo

La población y muestra es de 50 colaboradores de la empresa.

Concluye diciendo:

Disponibilidad mecánica, que analiza la disponibilidad de los equipos con respecto a las horas de operación y las horas totales de producción Indicadores que permiten la evaluación de gestión de mantenimiento del año 2011, donde la mantenibilidad llego a 5.3 horas excediendo un 0.3 de lo establecido técnicamente de tiempo que transcurre entre el momento que sucede la parada del equipo y cuando es reparada. A la vez se analizaron las propuestas de mejora de manera técnica y económica

alineados a las estrategias planeadas de la gestión de mantenimiento:

desde capacitación al personal, contratar personal de calidad y para gestión de inventarios.

iii. **Chang** (2008), con su tesis: Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio, realizada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Plantea con el objetivo: "Determinar la causas raíces de los problemas de mayor impacto en el rubro de minería contribuyendo así a la reducción de los costos del servicio"

El diseño de la investigación es correlacional. La población y muestra es censal de 65 colaboradores de la empresa.

Concluye diciendo:

Se ha notado que existe un alto costo por excesivo mantenimiento correctivo debido a que no se cuenta con los controles preventivos necesarios, la gerencia desconoce el costo de oportunidad, los sistemas de seguridad no funcionan eficientemente, la escasez de repuestos y el control preventivo nulo de los equipos enviados. Entonces luego de los análisis presentados podemos notar que mediante la aplicación de múltiples herramientas de ingeniería se puede aminorar el problema en un 69% con una inversión que sería recuperada en 17 meses. Esta mejora sería la primera etapa ya que gracias a la mejora continua se pueden seguir realizando mejoras para elevar la competitividad de esta pequeña empresa.

v. **Rodriguez del Aguila** (2012), con su tesis: Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca, realizada en a la universidad privada del norte, Cajamarca, Perú.

Plantea con el objetivo:

Demostrar la factibilidad técnica económica de la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca para aumentar la disponibilidad mecánica en dichos equipos con reducción de costos.

Concluye diciendo:

Disponibilidad mecánica, que analiza la disponibilidad de los equipos con respecto a las horas de operación y las horas totales de producción. Indicadores que permiten la evaluación de gestión de mantenimiento del año 2011, donde la mantenibilidad llego a 5.3 horas excediendo un 0.3 de lo establecido técnicamente de tiempo que transcurre entre el momento que sucede la parada del equipo y cuando es reparada. A la vez se analizaron las propuestas de mejora de manera técnica y económica alineados a las estrategias planeadas de la gestión de mantenimiento: desde capacitación al personal, contratar personal de calidad y para gestión de inventarios.

V.Arenas (2016), con su tesis: Propuesta De Mejora En La Gestión Del Area De Mantenimiento, Para La Optimización Del Desempeño De La Empresa "Manfer S.R.L. Contratistas Generales Arequipa, 2016, realizado en la Universidad Católica San Pablo, Arequipa - Perú.

Plantea con el objetivo: “Generar una propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento que permita optimizar el desempeño de la empresa

MANFER S.R.L. Contratistas Generales”

El tipo de investigación es cuantitativa

El diseño de investigación correlacional

La población y muestra es censal de 80 colaboradores.

Concluye diciendo:

Se presenta una propuesta de gestión que permitirá optimizar el desempeño de la constructora mediante la elevación de la disponibilidad de los equipos desde un 68.27% a un 78.47%, lo cual disminuirá sustancialmente los costos de alquiler en S/.198,577.80 en el periodo de 02 años. Además se implementaran procesos de gestión de mantenimiento y procesos de gestión logística que incrementaran la efectividad de la empresa.

Antecedentes para la variable (Y)

i. **Rodriguez del Aguila** (2012), con su tesis: Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca, realizado en la universidad privada del norte, Cajamarca, Perú.

Plantea con el objetivo: "mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca permitiendo lograr incrementar la disponibilidad mecánica en dichos equipos".

El diseño de investigación no experimental, correlacional

La población y muestra es de 78 colaboradores.

Concluye diciendo:

Al comprobar la factibilidad de la propuesta de mejora con un VAN de \$ 15'402,040.02 siendo mayor que cero, permite afirmar que el proyecto rinde una tasa mayor que la exigida y por ende el proyecto es aceptable luego de haber comparado el ahorro que tendríamos aplicando los indicadores con la situación actual y lo óptimo que tendría que medir la empresa.

i. **Ocola Agüero** (2012), con la tesis: Metodología de desarrollo y mantenimiento de software para una fábrica de software, realizado en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú.

Plantea con el objetivo: “Diseñar una metodología de desarrollo y mantenimiento para una fábrica de software, que permita desarrollar software con las características especificadas por el cliente”.

El diseño de investigación no experimental, correlacional

La población y muestra es de 45 colaboradores.

Concluye diciendo:

1. Este trabajo se ha desarrollado siguiendo los lineamientos de las metodologías SCRUM, Rational Unified Process [RUP] y Extreme Programming [XP].
2. Desde el punto de vista metodológico, el marco ágil del trabajo desarrollado, fue utilizado como base para la aplicación de una nueva metodología de desarrollo, demostrando de esta manera su amplia adecuación y alto grado de utilidad en el desarrollo de sistemas.

3. El sistema desarrollado como un prototipo de arquitectura, evidencia que el ciclo de vida del software basado en el marco ágil de la metodología propuesta, cumple con el objetivo de la metodología.

iii. **Ricaldi** (2013), con su tesis: propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento, realizada en la universidad peruana de ciencias aplicadas, lima, Perú.

Plantea con el objetivo: "Evitar las demoras de traslados de los clientes en la empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento".

El diseño de investigación no experimental.

La población y muestra es de 50 colaboradores.

Concluye diciendo:

Estas demoras se deben principalmente a dos razones, las cuales generan un poco más del 80% del total de las demoras. En primer lugar, el 54% de las demoras se deben por la ocurrencia de desperfectos mecánicos en los camiones, lo que genera paradas y, por ende, indisponibilidad de los mismos para desarrollar mayor número de viajes. En segundo lugar, el 29% de las demoras se debe a las intervenciones policiales, lo que obliga a los conductores a detenerse y, por ende, a presentar mayores tiempos de viaje.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Redes de comunicaciones (X)

Extendemos el tema de mantenimiento preventivo y mantenimiento correspondiente a nuestro trabajo de investigación, en las posteriores páginas se define detalladamente las variables y dimensiones, a la vez se visualiza algunas fórmulas a utilizar para nuestro calculo posterior del desarrollo de la investigación científica abordada en el presente trabajo.

Entonces si el mantenimiento preventivo se relaciona con la mantenibilidad se logrará minimizar las pérdidas económicas, disminuir los tiempos inoperativos o de parada, a la vez se podrán reducir los costos de producción y mantenimiento generados por la falta de gestión, lo que nos conlleva a demostrarlo cuantitativamente dicha relación.

Objetivos del mantenimiento

Según, **Benítez, Díaz, & Cabrera**, (2010):

La capacidad de un elemento, bajo determinadas condiciones de uso, para conservarse, o ser restaurado a, un estado en el que pueda realizar la función para la que ha sido diseñado, cuando el mantenimiento se realiza bajo determinadas condiciones y utilizando unos procedimientos y recursos establecidos.

Políticas del mantenimiento preventivo

Según, **Ipinza** (2012)

Los pasos ejecutados con la finalidad de lograr los objetivos de mantenimiento dentro de una empresa para ello se requiere un plan de operación

dirigido y coordinado por la organización de mantenimiento, permitiendo desarrollar una serie de actividades programadas de manera metódica y sistemáticamente con una frecuencia en el tiempo. Las políticas comunican a los empleados y gerentes lo que se espera de ellos y, por tanto, aumentan las probabilidades de la debida ejecución de las estrategias.

Tipos de mantenimientos:

Según, Garrido (2013) nos dice:

Tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

- **Mantenimiento Correctivo:** Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.
- **Mantenimiento Preventivo:** Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.
- **Mantenimiento Predictivo:** Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan

estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos

- **Mantenimiento Cero Horas (Overhaul):** Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.
- **Reparación en general:** La reparación en general es un examen completo y el establecimiento de un equipo o sus componentes principales a una condición aceptable. Este es una actividad de gran envergadura que trae consigo una gran inversión en equipos nuevos.

2.2.1. Parámetro de mantenimiento.

Según, **Villarroel** (2011) nos dice:

- **Mantenibilidad:** Es la probabilidad de que un objeto o sistema sea reparado durante un periodo de tiempo establecido bajo condiciones procedimentales establecidas para ello, siendo su parámetro básico el Tiempo Promedio Fuera de Servicio.
- **Disponibilidad:** Es el tiempo que un objeto o sistema permanece funcionando dentro del sistema productivo bajo ciertas condiciones

determinadas. Este parámetro es tal vez el más importante dentro de un sistema productivo, ya que de él depende de la planificación del resto de actividades de la organización.

2.2.2. Mantenimiento preventivo:

Mantenimiento preventivo es un conjunto de actividades necesarias que para efectuarse se realiza en forma organizada y concordante a donde se desea llegar el cual nos conlleva a minimizar y prevenir las paradas por fallas de las maquinas por lo tanto incrementa se confiabilidad de las máquinas.

Según, Cris (2014) nos dice:

Conjunto de acciones que permiten mantener un bien en un estado específico o en la medida de asegurar un servicio determinado, teniendo en cuenta, la calidad del producto. Seguridad de las personas y todo ello en el menos costo posible. Evita los paros en la producción de incidentes que precisen de acciones correctoras de este modo, aumentar las horas reales de la producción.

Es similar al ciclo de Deming puesto que tiene relación de mejora continua.

2.2.2.1. Equipos y maquinas criticas

En este apartado identificaremos todos los equipos y maquinas con mayores frecuencias a fallas o los más probables a fallar, puesto que en ellos se realizarán gastos y costos por mantenimiento y reparación excesivos el cual no será rentable para la organización o entidad, la productividad disminuirá y la definición o sentido de mantenibilidad no se podrá cumplir puesto que la

mantenibilidad se determina por un determinado periodo de trabajo bajo ciertas condiciones de trabajo en instrucciones

Según, Abb (2005) nos dice:

Los objetivos de criticidad

- Definir la criticidad para ser empleada en los planes de mantenimiento.
- Establecer las variables que van a influir sobre la criticidad.
- Cuantificar la incidencia de cada variable y lograr niveles de criticidad cuantificados en una escala de 0 a 100.
- Definir tres tipos de criticidad, encuadrando los niveles calculados dentro de bandas.

Evaluación de la criticidad

Definición. La criticidad es una medida ponderada que considera los

siguientes aspectos:

1. el efecto que provocaría una falla del módulo funcional (o equipo) dentro del proceso;
 2. la velocidad de reparación de la falla.
 3. la frecuencia de ocurrencia de la falla.
- El criterio rector es considerar la criticidad como un indicador de la "magnitud del problema" que ocasiona la falla de un módulo o equipo.

Una vez obtenido el nivel de criticidad, éste será empleado para definir la estrategia de mantenimiento de ese módulo o equipo. O sea que todos los

criterios que se adoptan para definir y cuantificar la criticidad, sirven para decidir finalmente una estrategia de mantenimiento.

- La magnitud del problema ó criticidad depende de tres aspectos:

EL EFECTO: Está en función de:

- MAS: efecto cuantificado sobre el Medio Ambiente y Seguridad • PROD: efecto cuantificado sobre la Producción
- COP: efecto cuantificado sobre Costos Operativos. stby: disponibilidad de equipos de reserva.

VELOCIDAD DE REPARACION: Está en función de:

- TMAFS: Tiempo Máximo Admisible Fuera de Servicio
- TEF: Tiempo en Falla

FRECUENCIA DE FALLAS: Está en función de:

- MTBF: Tiempo Medio entre Fallas
- Historial: Considera datos históricos del equipo
- Nivel de Carga: es el nivel de carga a la que se somete al equipo respecto a su capacidad nominal.
- Régimen: es el régimen de trabajo horario al que es sometido el equipo.
- fff: factor de frecuencia de fallas, cuantifica la influencia de todas la

variables de Frecuencia de Fallas

Criticidad = {1 (PROD + COP) x stby} + MAS 1 x

fff..... ecuación (1)

CUANTIFICACION DE VELOCIDAD DE REPARACION

TMAFS es el tiempo en horas que tolera la instalación asociada al equipo o módulo en falla antes de manifestar pérdidas de producción o efectos sobre el medio ambiente y/o seguridad.

- TEF es el tiempo en la que el equipo ó módulo está en condición de falla. Es recomendable obtener este valor para cada módulo, a partir de la experiencia operativa del personal de mantenimiento. Para su cómputo se considera la disponibilidad de recursos de mano de obra, repuestos, herramientas, contratos de servicios, etc. TEF es la sumatoria de tiempos que se van acumulando:
- $TEF = \text{demora en detección} + \text{demora en aviso} + \text{tiempo consumido en obtener disponibilidad de recursos necesarios} + \text{tiempo neto de reparación} + \text{tiempo de puesta en marcha. ecuación (2)}$
- Este cálculo es fundamental para evaluar los efectos posteriormente:
- Si $TEF < TMAFS$ no habrá efectos o serán leves.
- Si $TEF > TMAFS$ los efectos serán más significativos a medida que la diferencia sea mayor.

2.2.2.2. Aproveccionamiento de materiales y/o repuestos

Para la dimensión de aprovisionamiento de materiales tomaremos los tiempos de demora en llegar los materiales y repuestos mediante un cronometro.

Tiempo técnico para aprovisionar los repuestos.

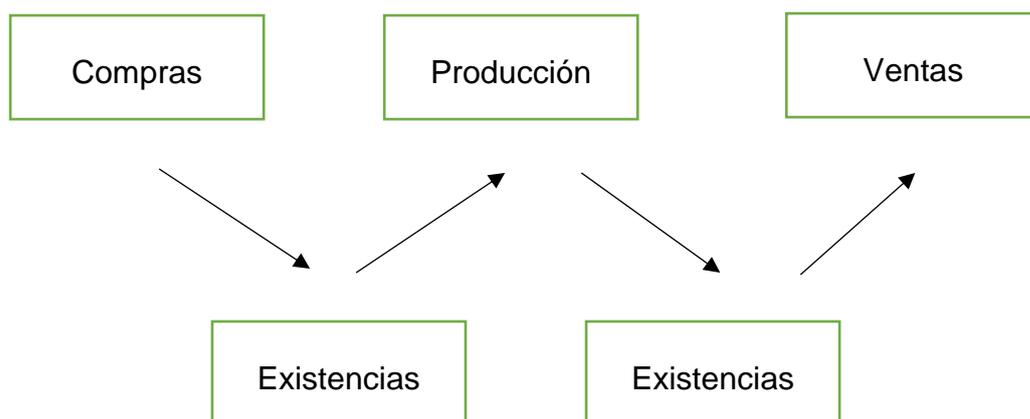
Según, **Silvia** (2006) nos dice:

La función de aprovisionamiento consiste en comprar los materiales necesarios para la actividad de la empresa (producción y/o venta) y almacenarlos mientras se inicia cada proceso de producción o comercialización. El objetivo global de la función de aprovisionamiento es suministrar al departamento de producción los materiales necesarios (materias primas, recambios, envases,..) para la fabricación y al departamento de ventas los productos que ha de comercializar., además de organizar las diferentes existencias que se generan en este proceso. Habitualmente el departamento que se encarga de este proceso es el departamento de compras o departamento de aprovisionamiento. La función de aprovisionamiento se compone de tres aspectos fundamentales: compras, almacenamiento y gestión de inventarios.

- En primer lugar, el encargado de realizar las compras de productos que necesita el dto. de producción y el comercial, ha de tener en cuenta: el precio, la calidad, plazo de entrega, condiciones de pago, servicio postventa, etc. Esto implica hacer una óptima selección de los proveedores para rentabilizar al máximo estas variables, que determinan la realización de las compras.
- En segundo lugar, la función de aprovisionamiento implica disponer de almacenes para guardar los productos que posteriormente utilizará el dto. de producción. Una vez fabricado el producto, éste también se ha de almacenar hasta que el dto. de comercial lo venda a los clientes. Todo esto hace necesario un espacio físico donde ordenar y guardar convenientemente los productos.

- Y en tercer lugar, es necesario desarrollar un sistema de gestión de inventarios, que tienen como objetivo determinar la cantidad de existencias que se han de mantener y el ritmo de pedidos para cubrir las necesidades de la empresa para la producción y la comercialización. El mantenimiento de las existencias genera unos costes muy importantes que se deben minimizar, sin dejar por ello de maximizar el servicio que dan las existencias. En este aspecto debemos considerar la gestión de inventarios como una política de empresa. Por todo ello, la función de aprovisionamiento supone un periodo de tiempo, ya que hay un conjunto de actividades que tienen un orden cronológico. Así que, podemos considerar el ciclo de aprovisionamiento como el periodo que existe entre la realización de la compra y el momento en que son entregados los productos vendidos a los clientes. Este ciclo es diferente según se trate de empresas productoras o empresas comerciales.

EMPRESA PRODUCTORA



EMPRESA COMERCIAL

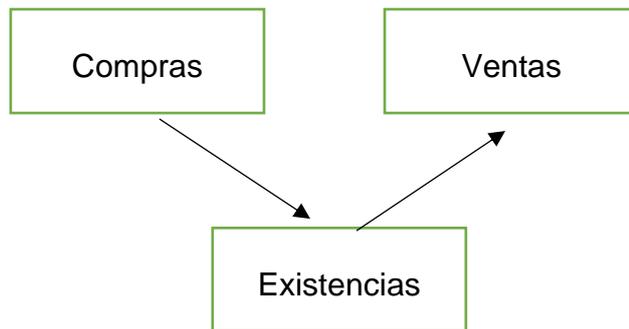


Figura 1: Aprovisionamiento de materiales

CLASIFICACION DE LOS COSTES DE LOS INVENTARIOS.

- 1) Costes de reposición o de realización de pedidos. Son los costes generados por la realización de pedidos: los comerciales (transporte, seguros, etc..), administrativos y de distribución que suelen suponerse independientes de cual sea el tamaño del pedido. Dado que a medida que se incrementa el volumen de los almacenes se reduce el número de órdenes que es preciso realizar al año, el coste anual por pedidos se reduce con el nivel de los inventarios.
- 2) Costes de almacenamiento o de mantenimiento de inventarios. Son los costes que tiene la empresa por mantener un volumen de existencias. - Administrativos. Coste de personal administrativo, sistemas de gestión... - Operativos. Personal de almacén, máquinas, etc.. – De espacio físico. Alquiler de locales, amortizaciones, impuestos... - Económicos. Costes de obsolescencia y depreciación de las existencias. - Financieros. Intereses pagados por la financiación de los capitales. En caso de financiación propia el coste de oportunidad. Evidentemente, estos costes son tanto mayores cuanto mayor sea el nivel del inventario o nivel de stocks.
- 3) Costes de ruptura de stocks/inventarios. Los costes que se producen cuando la empresa se queda sin existencias. Cuando la ruptura se produce en el almacén de

productos terminados, la empresa se enfrenta a la imposibilidad temporal de satisfacer las demandas de sus clientes, lo cual provoca siempre una pérdida de imagen, y en ocasiones una pérdida de ventas. Si la ruptura se produce en el inventario de materias primas o en el de productos semi terminados, provoca una detención

- 4) total o parcial del proceso de producción, lo cual da lugar, a su vez, a los que anteriormente se denominaron costes fijos de inactividad.
- 5) Evidentemente, la probabilidad de incurrir en costes de ruptura es tanto mayor cuanto menor sea el tamaño del inventario. Se intentan minimizar teniendo un stock de seguridad.

- Costes del producto = Precio x cantidad. Es un coste importante, pero desde el punto de vista de la gestión del almacén solo es significativo si el precio del producto varía en función de la cantidad comprada. (En nuestro caso no va a ser así) Interesará mantener

- 6) GRANDES INVENTARIOS cuando:

- Los costes de realización de pedidos son elevados.
- Los costes de almacenamiento son bajos.
- Realizando grandes pedidos se obtienen importantes descuentos.
- Se espera un crecimiento sustancial de la demanda.
- Se espera fuertes subidas de precios. Se mantendrán

- 7) BAJOS NIVELES DE INVENTARIOS cuando:

- Costes de pedido bajos
- Los costes de almacenamiento son altos.
- La demanda de la empresa es estable.
- Los proveedores son de confianza.

- No es posible aplazar el pago a los proveedores.
- Se esperan importantes disminuciones de precios.
- Dificultades de financiación.

ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS.

Para conseguir una gestión de aprovisionamiento óptima es muy importante fijar qué quiere determinar este sistema de gestión, qué pedidos se han de realizar para mantener un nivel de stocks óptimo, en qué momento y con qué sistema de gestión y planificación. Para esta tarea, hay que analizar los siguientes indicadores:

Stock máximo. La cantidad mayor de existencias de un material que se puede mantener en el almacén, en relación con los costes que se deben soportar.

Stock mínimo o de seguridad. Cantidad menor de existencias que se puede mantener en el almacén bajo la cual existe riesgo de ruptura de stock.

Punto de pedido. Nivel de existencias en el cual se ha de realizar el pedido para reaprovisionar el almacén. Cuando se realiza el pedido se ha de tener en cuenta el tiempo que proveedor tarda en servirlo (plazo de aprovisionamiento), para no quedar

$\text{P.P.} = \text{Consumo previsto durante el plazo de aprovisionamiento} +$ $+ \text{Stock de seguridad establecido.}$
--

... ecuación (3)

(Habrá que establecer los criterios para determinar el stock máximo y de seguridad, así como el stock óptimo aunque es difícil. En función de estas variables se decidirá el pedido óptimo)

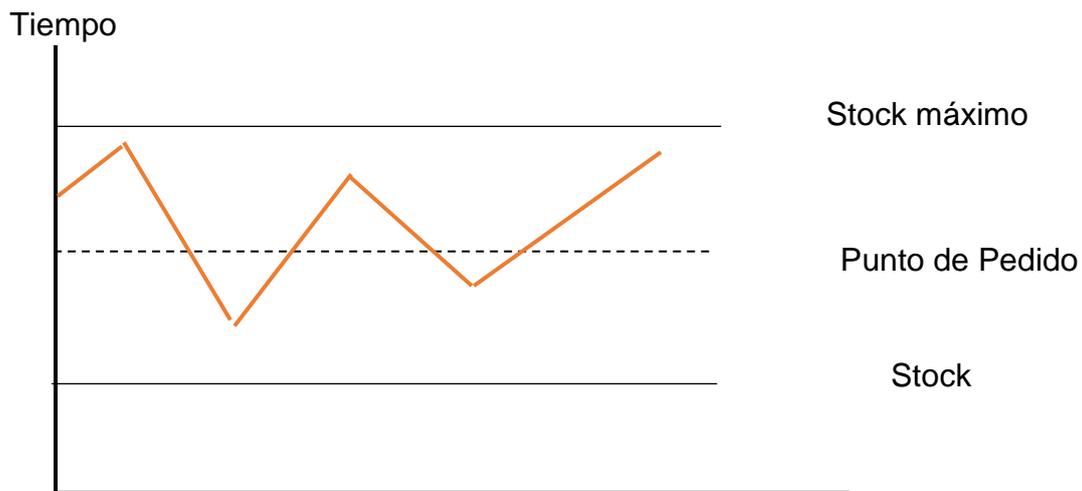


Figura 2: Administración de inventarios

2.2.2.3. Control de operatividad

Según, **Julio** (2011) nos dice:

METODOS DE VALUACION PARA MAQUINARIA Y EQUIPOS

a) Principales Métodos de Valuación

- Mercado (Comparables).
- Costo (Valores de Reposición).
- -Renta (Capitalización de Renta Anual y Proyectada: Determinación del
- Valor Actual).

b) Fórmulas Básicas

b.1. Para mercado: Conocer oferta y demanda de bienes inmuebles, muebles e intangibles

b.2 Para costo Se calcula el Valor de Reponer (VR) el bien, afectado por depreciación (D) y se compara con el mercado.

Para bienes muebles, la fórmula es:

$$VR = (VSN - D \times Go..... ecuación (4)$$

VR = Valor de Reposición VSN = Valor Similar Nuevo

D = Depreciación.

GO = Grado de Operatividad

Depreciación: Métodos Método de la línea directa

$$D = (VSN-R) E/T \dots \dots \dots \text{ecuación (5)}$$

Método de Cole o Método de Serie: Procedimiento de "Cole", también

denominado el "Método de Serie" o "la suma de los dígitos", establece la depreciación en cada período de vida. El coeficiente de Depreciación K1 se expresa en la ecuación:

$$D = (VSN - R) \times K1 \dots \dots \dots \text{ecuación (6)}$$

$$K1 = \frac{N}{1+2+3 \dots + N} + \frac{N+1}{1+2+3 \dots + N} + \frac{N-2}{1+2+3 \dots + N} + \frac{1}{1+2+3 \dots + N}$$

K1 = Coeficiente de Depreciación

N = Número en años de Vida Util (Vu)

1+2+3... +N = Es una progresión aritmética, se puede reemplazar por

fórmula equivalente a la suma de los términos: $(1+N)N/2$

$$V_a = V_R - (V_R - R) K1$$

2.2.3. Mantenibilidad

Según Benítez, Díaz, & Cabrera (2010) nos dice:

La mantenibilidad es la característica inherente de un elemento o sistema, asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio cuando se realiza la tarea de mantenimiento necesaria bajo condiciones prescritas, con

procedimientos y medios adecuados, la cual restablece su función original nuevamente. Durante su ejecución se incurren en gastos necesarios cuyo valor varia en correspondencia con la complejidad de la intervención realizada. No es una propiedad o característica que debamos tener en cuenta solo para la ejecución de reparaciones surgidas de averías imprevistas (Mantenimiento Correctivo), sino también para programar rutinas definidas en los Planes de Mantenimiento Preventivo.

2.2.3.1 Tiempo previsto de reparación (TMPR)

Según, **Amendola** (2003) nos dice:

Estos indicadores son:

Tiempo Promedio para Fallar (TPPF)

- Mean Time To Fail (MTTF) Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)
- Mean Time To Repair (MTTR) Disponibilidad Utilización
- Confiabilidad Tiempo Promedio entre Fallos (TMEF)
- Mean Time Between Failures MTBF).

Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) - Mean Time To Fail

(MTTF): Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El Tiempo Promedio para Fallar también es llamado "Tiempo Promedio Operativo" o "Tiempo Promedio hasta la Falla".

Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) - Mean Time To Repair

(MTTR): Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad, definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento).

Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño.

Disponibilidad: La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, el TPPF y el TPPR, es posible para la gerencia evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos necesarios de disponibilidad.

Utilización: La utilización también llamada factor de servicio, mide el tiempo efectivo de operación de un activo durante un período determinado.

Confiabilidad: Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de

confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno. Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo.

De los parámetros anteriores logramos obtener el TPPR (tiempo promedio para reparar), es decir:

$$\text{TPPR} = \overline{0.5778} \quad \dots \text{ecuación (7)}$$

2.2.3.2 Número total de operaciones

Esta variable, corresponde al fallo de un equipo que cuando falla debe ser sustituido, como ya se ha dicho el ejemplo más claro puede ser el de una lámpara que no admite reparación: cuando falla se pone otra en su lugar. No debe ser confundido, por el parecido, con el MTBF que es el tiempo medio entre fallos pero que se aplica a los equipos que admiten reparación y que al cabo de un tiempo, y varias reparaciones, llegan al fin de su vida útil y entonces son sustituidos. Aunque en principio se usa para items no reparables, es común que un equipo que admite reparación el MTTF pueda incluir varias reparaciones, varios ciclos de MTBF más los tiempo de reparación, luego siempre será MTTF

MTBF. Para los equipos que admiten varios ciclos de reparación se tiene:

$$\text{MTTF} = k$$

$$(\text{MTBF} + \text{MITR}); \dots \text{ecuación (8)}$$

k: ciclos de reparación

2.3. Definiciones conceptuales

- **Disponibilidad:** posibilidad de una cosa o persona de estar presente cuando se la necesita.
- **Operatividad:** es el tiempo en el que la máquina y/o equipo se encuentra trabajando sin ningún inconveniente durante un periodo de tiempo.
- **Reparación:** es la intervención de un equipo para que tenga un mejor funcionamiento.
- **Mantenibilidad:** es la propiedad de un sistema que representa la cantidad de esfuerzo requerido para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla.
- **Tiempo de reparación:** es el tiempo que se demora en la intervención de reparación de una maquinaria y/o equipo.
- **Mantenimiento preventivo:** es aquel que se realiza de manera anticipado con el fin de prevenir el surgimiento de averías.
- **Fallas:** es la causa u evento que nos lleva a la finalización de la capacidad de un equipo para realizar su función adecuadamente.
- **Frecuencias de fallas:** es la cantidad de fallas durante un periodo de tiempo ya sea constante o en determinados momentos de una función de trabajo.

2.4. Formulación de las hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El mantenimiento preventivo se relaciona con la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A – 2022

2.4.2. Hipótesis específica

- a) Existe relación entre la gestión por competencias y la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A – 2022
- b) La disponibilidad y confialidad de maquinas, se relacionan con la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A – 2022
- c) La calidad de conservación de maquinarias se relaciona con la mejora de la productividad, en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A – 2022

2.5. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES:

VARIABLES	DEFICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTOS
V. INDEPENDIENTE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Aquel tipo de mantenimiento que se diseña con la idea de prever y anticipando a los fallos de las maquinas y equipos; utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub sistemas e inclusive partes	Conjunto de actividades planeadas y programadas, pendientes a reducir los riesgos de fallos e identificando maquinas criticas y/o sus partes criticas	D1: Equipos y maquinarias, criticas D2: Aproveccionamiento de materiales D3: Control de operatividad	D1.1. Frecuencia de paralizaciones D2.1. Tiempo Técnico para proveer repuesto D3.1. Tiempo real de funcionamiento de maquinas	<ul style="list-style-type: none"> - Reportes de paros - Reporte de logística - Reporte de mantenimiento
V. DEPENDIENTE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD	Lograr el aumento de la eficiencia de la empresa, y en nuestro caso puntualmente elevar la eficiencia laboral de nuestros colaboradores	Conjunto de actividades, medibles en resultados que nos permitirá controlar la eficiencia laboral de los trabajadores de planta en este caso	d.1. Tiempo promedio entre fallas d.2. Tiempo promedio de reparaciones	d.1.1. Numero e paros por periodo de tiempo d.2.1 Reducción de tiempo de reparación	<ul style="list-style-type: none"> - Reporte de producción y mantenimiento - Reporte de mantenimiento

Capítulo III.

Metodología

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo

Tipo de diseño No experimental

3.1.2. Enfoque

Cuantitativo, según el carácter de la medida

3.1.3. Método

Principalmente, el método deductivo

3.1.4. Tipo de estudio por su finalidad

Aplicativo

3.1.5. Según la profundidad

Correlacional; por dar a conocer la relación que existe en los conceptos, categoría, en un contexto en particular

3.1.6. Según el alcance temporal

Longitudinal

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Al 100% de máquinas instaladas en líneas de producción

3.2.2. Muestra

Tipo censo, al 100%

3.3. Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Técnicas a emplear

Las técnicas para la recolección de datos que se utilizan son las siguientes.

Observación in situ, análisis documental, la entrevista, encuestas, la estadística descriptiva

3.3.2. 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 bibliográficos a consultar.
- Hoja de Excel: para registros de datos de funcionamiento de máquinas.
- Hoja de muestreo: para registrar cada cierto periodo de tiempo el estado de funcionamiento de maquinarias.
- Ordenas de trabajo: nos permitirá el análisis y evaluación de cumplimiento de los trabajos

3.4. Técnicas para el procedimiento de la información

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

CAPITULO IV

RESULTADOS

Antes de especificar los resultados, es necesario conocer algunos aspectos generales sobre la empresa, como los siguientes:

4.1. Aspectos Generales.

4.1.1. Misión:

Producir azúcar de consumo industrial y doméstico, con estándares de calidad cada vez más altos, para satisfacción de los consumidores; sobre la base de la modernización de los equipos, innovación, tecnología y el mejoramiento continuo de los recursos.

4.1.2. Visión:

En el mediano plazo, ser parte de las empresas líderes en el sector azucarero del país, buscando la excelencia de sus colaboradores y la optimización de sus procesos de producción y de gestión de las operaciones.

4.1.3. Proceso de producción del azúcar.

La fabricación del azúcar comprende dos etapas:

- a). La etapa de extraer el jugo de la caña de azúcar (trapiche)
- b). La etapa de concentrar y cristalizar el jugo (elaboración)

4.1.4. Primera etapa: Trapiche

1) Manipuleo y carga de caña

Cortada la caña, es cargada mecánicamente en los camiones de las capacidades máximas aprovechables son de 25 TM y 40 TM, respectivamente, y se 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) Descarga 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

Conductor receptor de 6 x 12 mts., con 6 hileras de cadenas transportadoras que se muevan a muy baja velocidad de desplazamiento (9.8 pie/minuto) y cuya función es almacenar la caña y alimentar uniformemente al tándem demolinos.

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° 02.

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 al anterior, consta de un solo juego de cuchillas de 46 hojas, fileteados los costos, cuyas longitudes son 49 cm. De largo por 15 cm. De ancho. Es movida de forma directa por un motor de 150 K w.

9) Desfibrador de caña

El desfibrador es del tipo GRUENDER y está constituido por un juego de 45 martillos que giran a 1,000 RPM sobre un eje horizontal golpeando con gran fuerza a la caña contra un juego de tres yunques, la clarencia o setting es de 3/8", con esto se obtiene la abertura de la fibra de 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 pies 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 a los molinos.

11) Molinos

El tandem de molinos está constituido por 4 unidades de tres mazas de las cuales dos son MC NIEL y el resto SALZGGITTER, el accionamiento se logra mediante dos turbinas de vapor worthington de 500 HP con su correspondiente reducción de alta, media y tren de engranes moviendo cada una dos unidades.

Cada molino consta de 3 mazas, superior, entradas y salidas, las dos últimas reciben movimiento a través de la superior mediante un juego de piñones de 17 dientes.

Mediante un proceso de sucesivas comprensiones (dos por molinos) e inhibición compuesta con la aplicación de agua caliente al último molino (70°C) y jugo diluido al tercero y segundo se logra la extracción de sacarosa.

El jugo más puro, constituido por la unión de las extracciones del primer y segundo molino (jugo mezclado) es enviado a fábrica previamente colado para comenzar el proceso de elaboración.

Como subproducto de la momeada se obtiene bagazo con una humedad aproximada de 48% el cual es utilizado una parte como combustible en el caldero almacenándose el resto para su uso posterior o venta

4.1.3.2. Segunda etapa: Elaboración

1) Proceso de Sulfitación

El jugo que llega del trapiche directamente a los sulfitadores es reducido, mediante una reacción química del blanqueo que baja el PH de 6.5 a 3.5; el sulfitador es una torre que tiene placas que se oponen a que drene los gases residuales muy rápidamente y aumentan la superficie de contacto a través de un ventilador en la parte superior que absorbe el gas para que entre en contra corriente al jugo; inicialmente al horno se añade azufre industrial químicamente puro el cual por combustión interno se quema por el oxígeno que ingresa con el aire por la reacción ($S+S_2 = S_2O_2$).

El nitrógeno o el oxígeno que acompañan el anhídrido con el gas del horno en su ascenso por la torre de Sulfitación, se separan formando burbujas en la parte baja de la columna expulsándose a la atmósfera por medio de un chimenea sobre el ventilador.

2) Pesado de jugo y encalamiento

El jugo filtrado es bombeado hacia la balanza de jugo, que al llenarse automáticamente levanta la tapa de envase en el momento que la balanza cae, descargando su pesaje por gravedad al tanque de encalamiento a su vez se abre el conducto del pequeño tanque de la lechada de cal, que inyecta este álcali para la neutralización de este jugo reducido que luego es bombeado a los calentadores para levantar temperatura. Se cuenta con un sistema de control automático de PH para la lechada de cal.

3) Calentamiento

El jugo es bombeado a estos calentadores verticales de 100 m² de superficie calorífica, donde el jugo es sometido a temperaturas hasta 105°C. Cada calentador es formado por una calandria tubular circulando el jugo por el interior de los tubos y el vapor por el lado exterior produciendo el intercambio calórico vapor – jugo en dos etapas el primario a 85°C y el secundario hasta 105°C; temperatura ideal para una óptima clarificación de jugos crudos.

4) Decantación

Luego del calentamiento el jugo es bombeado a grandes recipientes llamados clarificadores que están constituidos por varios compartimientos cada uno, es aquí donde se efectúa la sedimentación de la Cachaza la que se extrae por el fondo de los clarificadores, decantando luego el jugo limpio a ser concentrado en los evaporadores.

5) Filtración

La cachaza obtenida de los clarificadores que aún contiene sacarosa es tratada en dos filtros rotatorios (Oliver) en los cuales la torta adherida a los tambores se lava con agua caliente para su agotamiento. A través de esta filtración se logra un retomo del jugo filtrado hacia el tanque de enclavamiento y el componente tratado y lavado constituye la torta que como desecho es enviada al desagüe.

6) Evaporación

El jugo clarificado de PH 6,507,00 es enviado a los evaporadores (6), el flujo del jugo es constante pasando desde el VI hasta el V6, están constituidos por calandrias tubulares que tiene la función de intercambiar calor, el vapor de calentamiento baña externamente los tubos de calandria y luego de un tiempo previsto el jugo se convierte en jarabe. El jugo que se alimenta los evaporadores es sometido a una temperatura de 110°C y superficies caloríficas y tensiones de vapor diferentes en cada uno de los efectos de la estación de evaporadores. El jarabe se deposita en recipientes adecuados de los cuales se proveerá a los tachos.

7) Cristalización

El jarabe obtenido se alimenta a los tachos o VACUN PANS en los cuales la cristalización es de tipo tradicional, empleando el sistema de 3 templeas para el cocimiento de 3 tipos de masa "A", "B" y "C". Las cualidades deseables en el azúcar, están sujetas a la influencia del diseño de los tachos y de forma en que se opera. Las altas densidades disminuyen el consumo de vapor y la duración del ciclo, pero hacen que el control satisfactorio de las operaciones sea cuestión de velocidad,

implica el peligro de la producción de conglomerados y falsos granos.

Existen diferentes técnicas para la formación de granos siendo la más recomendable la de semillamiento ya que con ello se consigue mayor agotamiento de licor madre pudiéndose elaborar con buena eficacia azúcar rubia y blanca.

En Andahuasi para constituir la semilla de tercera se concentra en los tachossemilleros A1 y A2 jarabe, miel y jalea, elaborada una semilla ésta servirá para la creación de nuevo grano.

La miel final se conoce con el nombre de melaza, que tiene diferentes usosindustriales, como alcohol, ácido acético, ajinomoto, etc., estos miles se obtiene del tacho € la obtención del azúcar comercial se obtiene de los tachos A1 y A2.

Finalmente se cuenta con los cristalizadores para la masa A-B y para la masaC, y una donde las masas A-B terminan su agotamiento a la vez que se enfríaantes de su centrifugación.

8) Centrifugación

Esta etapa comprende la separación del azúcar de la miel de las diferentes masas que se elaboran, la miel retorna para un nuevo cocimiento si es de 1rao 2da para masas B y C respectivamente y el azúcar comercial se envía al almacén para su almacenamiento y su posterior despacho.

Para la centrifugación de las masas se cuenta con diferentes tipos: 2 Roberts automáticas, 2 Roberts continuas y 2 Silver continua, siendo dos de ellas automáticas y cuatro continuas, las automáticas son para las masas A y B cuando se trata de azúcar rubia y para masa A cuando es para azúcar blanca, las continuas son para masa C cuando se trata de azúcar rubia y para masa B y C cuando se trata de azúcar blanca.

9) Secado y Embolsado

El azúcar obtenido es transportado al secador mediante un elevador, una vez seca el azúcar es elevado sobre una sarnaza donde solo pasará tamizando granos pequeños y uniformes, mas no los trozos que se forman en el proceso, el azúcar seco y tamizado es decepcionado en una tolva desde donde pasa elembolsado respectivo que cuenta para ello con una balanza de caída libre semiautomático RCA regulada para un envase de 50 Kg. X bolsa.

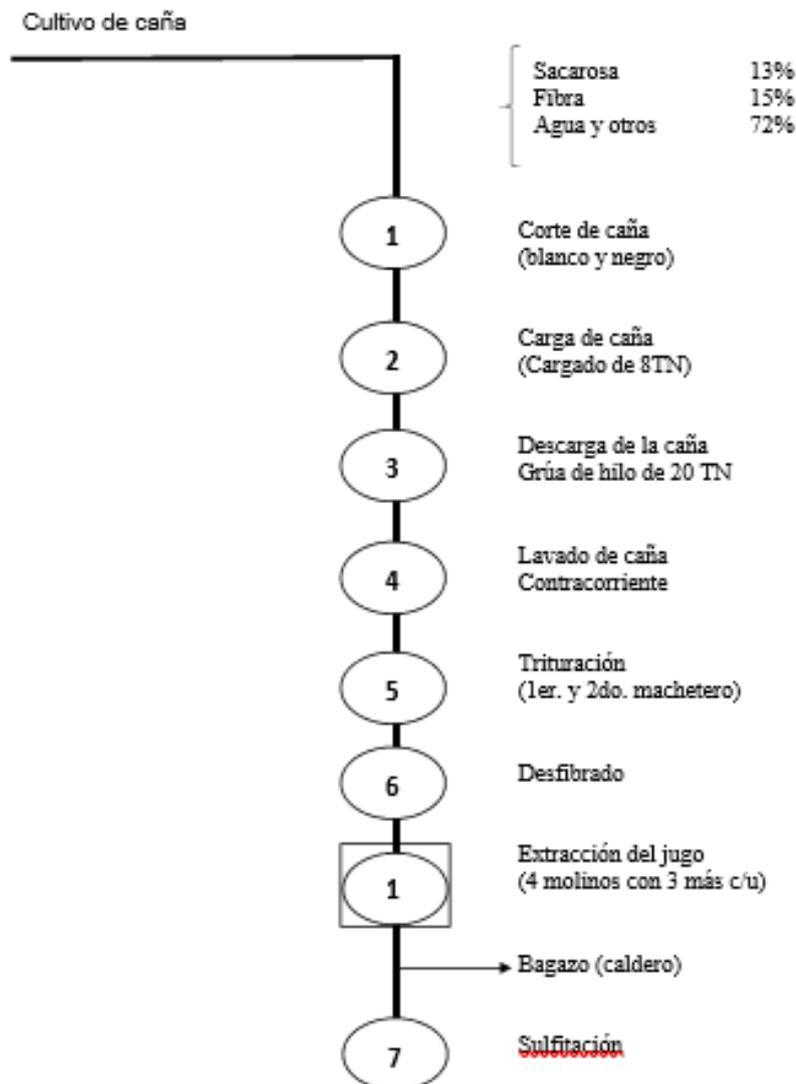
Las bolsas son transportadas desde la zona de envasado hacia el almacén a través de un montacargas donde es depositado, para su inmediato y posterior despacho.

4.1.4. Diagrama del Proceso Productivo.

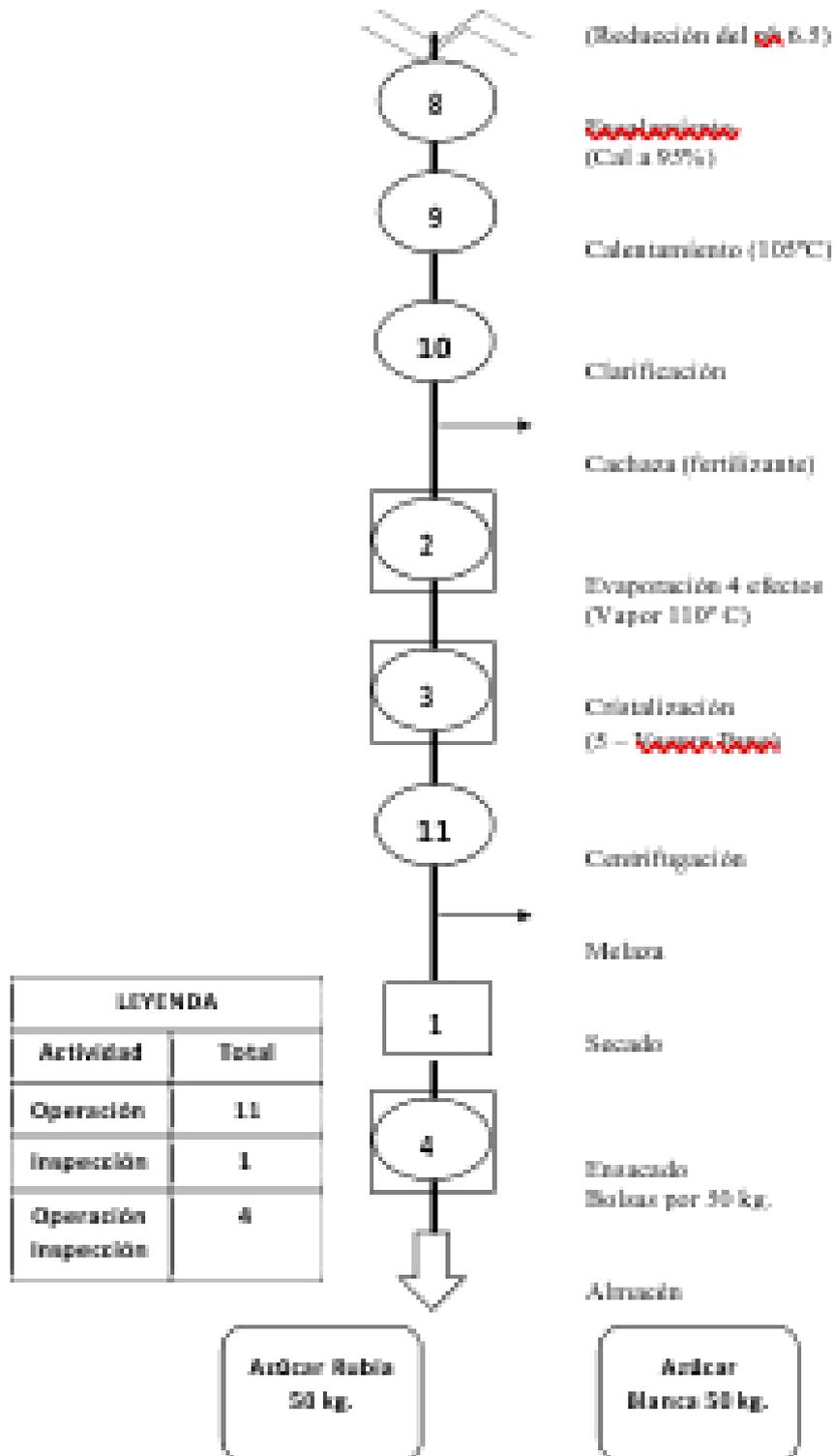
En la figura N° 03 se expone el diagrama del proceso productivo de la fabricación del azúcar.

GRÁFICO N° 03

DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE PROCESO DE ELABORACIÓN DEL AZÚCAR (6,550 TN día caña)



Cadena-diagrama de proceso productivo



Fuente: El Autor

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.

4.1.5. Equipo y/o Máquinas en el Proceso Productivo

En las tablas siguientes se indican las principales maquinarias utilizadas en el proceso de producción.

TABLA N° 04 – DESCRIPCIÓN TÉCNICA 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	

TRAPICHE

Grúa Hilo	Capacidad	Motor		
		Marca	Potencia	Voltaje
Descarga de caña	25 TON.	Siemens Trifásico	50 HP	460 v
		Reductor		
		Potencia	Velocidad	Voltaje
		4.8 HP	1150 RPM	220V

CONTINUA TABLA N° 04

MESA ALIMENTADORA				
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 arrastradores	Tipo de cadena
	60	G

Bomba				
Sistema de riego (Pre lavado)	Compartidor Ø	Vel. Descar.	Potencia	Diamet Succ.
	4 pulg.	35 its/seg.	24 HP	6 pulg.

CONTINUA TABLA N° 04

	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		
	60 HP	1175 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.			

CONTINUA TABLA N° 04

	Diseño		
Primer machetero	N° hojas	Largo	Material
Desmenuza la caña	48	99 pulg.	Boeler VCL-140

Diseño de Hoja			Motor	
Largo	Ancho	Grosor	Potencia	Velocidad

Segundo Conductor	Diseño				
Transportar la caña desmenuzada al segundo machetero	Largo	Ancho	Inclinación	Modelo cadena	N° arrastrador
	16.8 mts.	1.20 mts.	15°	698	41

Motor	
Potencia	Velocidad
7 HP	17 mts/ min.

CONTINUA TABLA N° 04

	Diseño		
Segundo machetero	N° Hojas	Largo	Material
Desmenuza la caña	46	99 pulg.	Boeler VCL – 140

Diseño de Hoja			Motor	
Largo	Ancho	Grosor	Potencia	Velocidad
45 cmts.	15 cmts.	¾ pulg.	200 HP	690 RPM

<u>Desfibrador</u>	Diseño				
Desfibrado de caña – Modelo GRUENDER	N° Discos	Largo	Material	Separadores	N° Martillo
	14	2.40 mts.	Boeler VCN – 150	15	45

Diseño de Disco	
Diámetro	Material
24	Acero fundido

CONTINUA TABLA N° 04

Tercer conductor	Diseño				
Transportar la caña desfibrada al Tanden de Molinos	Largo	Ancho	Inclinación	Modelo Cadena	N° arrastrador
	29 pies	3.9 pies	25°	698	41

Motor
Velocidad
115 pies / min

	Tanden de molinos		
Encargado de la extracción del jugo	Molinos	Mazas	Capacidad
	4	3	55 TCH

Diseño de masas			
Diámetro	Longitud	Rayado	Material
27 pulg.	42 pulg.	1 ½ x 65°	Hierro fundido acerado
Piñones	Velocidad		
17 dientes	8 RPM		

Motor		
Velocidad	Potencia	Rotación
3600 RPM	500 HP	Antihorario

CONTINUA TABLA N° 04

	Diámetro	Velocidad de bombeo
Tanque de recepción de jugo extraído de los molinos	42 pulg.	20 lts/seg.

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

Diseño				
	N° de calentadores	Diámetro de ingreso	Diámetro de salida	Calandrias
Calentadores verticales en serie	4	4 pulg.	6 pulg.	72
Intercambiador de calor a 105°C	Superficie			
	100.74 mts. 2			

Motor		
Filtro de cachaza DORR OLIVER horizontal	Potencia	Velocidad
	3.6 HP	17 vueltas/horas

CONTINUA TABLA N° 04

Evaporador 1			
<u>Evaporadora de quintuple efecto</u>	Superficie	Vapor de calandria	Tamp del cuerpo
Elimina el agua que se encuentra mezclada con el jugo.	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

CONTINUA TABLA N° 04

	Diseño		
Vacun – Pans o Tachos	Tiempo de cocción	Presión	Vacío
Granulado de jarabe	1.5 – 2 horas	20 psi.	25 ibs.

Vacum – Pans Masa A		Vacum – Pans Masa B	
Capacidad	Volumen		
40 TM	27 m3	20 TM	15 m3

Vacum – Pans Batch Masa C		Bombas de vacío		
Capacidad	Volumen	Motor Power	Velocidad	Diámetro
40 TM	27 m3	12.7 kw.	1760 RPM	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 TABLA N° 04

	Conductor de azúcar 1 y 2	
<u>Conductor del azúcar</u>	Bomba	Velocidad
Transporte del azúcar a la etapa de secado	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°

	Diseño		
<u>Tolva de recepción de producto terminado</u>	Altura	Diámetro	Orificio de salida
Pre almacenamiento, para el embolsado del azúcar.	15 pies	16 pies	6 3/4"

	Marca	Peso
<u>Balanza electrónica</u>		
Muestra el peso del embolsado 50 kgr.	Rodapesa Parking Machina	200 kgr.

4.2. Diagnóstico situacional.

4.2.1. Récord de Paros y Tiempo de Paros.

- 1) En la tabla N° IV.1, se muestra cuantitativamente, la cantidad de número de paros y tiempos de paros; todos ellos de manera imprevista.
- 2) Se nota que, en el año 2021, han ocurrido 686 paros, con una implicancia de 1147 horas improductivas.
- 3) En dicha tabla, 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.
- 4) 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.
- 5) 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.

4.2.2. Indicadores de gestión.

- En la tabla 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 2020, 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:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Hrs. teóricas} - \text{Hrs. de paro}}{\text{Hrs. teóricas}} \times 100$$

$$D = 85.51\%$$

$$\text{Tasa de producción} = 88.41\%$$

$$\text{Tasa de calidad} = 95\%$$

$$\text{E.G.P.} = 71,06\%$$

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

Esto conlleva a deducir que tendremos que remontar un 28.94% para llegar a las condiciones ideales del 100% de eficiencia.

Para ello, es necesario, enfocarse en elevar la tasa de producción y la tasa de disponibilidad de tiempo para la producción.

RECORD DE PAROS Y TIEMPOS DE PAROS, AÑO 2021

MÁQUINAS / COMPONENTES	Nº DE PAROS	TIEMPOS DE PAROS (hrs.)	MOTIVOS	ACCIÓN DE MANTTO.	OBS.
<ul style="list-style-type: none"> • Grúa de hilo. • Motor • Reductor 	60	81	Sistema eléctrico incrustaciones	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Mesa alimentadora • Motor • Cadena de arrastre • Bomba 	55	75	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de pernos de cadena. • Fisura, planchas de fardo. • Rotos de bomba 	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Primer conductor • 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. • Motor • Machetes 	45	96	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de machetes • Cojinetes 	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Segundo conductor • 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 • 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) • Martillos • Motor 	71	107	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de martillos • Falla sistema eléctrico • Sobrecargas 	Correctivo	

CONTINÚA RECORD DE PAROS Y TIEMPOS DE PAROS, AÑO 2021

MÁQUINAS / COMPONENTES	Nº 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			

Fuente: El autor

TABLA N° IV. 2**INDICADORES DE GESTIÓN, AÑO 2021**

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

Fuente: El autor.

4.2.3. 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.
- De la tabla IV 2 , indicadores de gestión 2021, debemos tener en cuenta, que en este caso el principal fin del mantenimiento preventivo, será el de alargar los periodos entre fallas, es decir, lograr que las averías se presenten los periodos de tiempo, lo más largos posibles.

En el caso estudio, podemos visualizar, que los molinos, tienen el periodo entre fallas más corto, de los equipos críticos.

De otro lado, los tiempos promedios de reparación, la jefatura actual del mantenimiento, le ha estimado, considerando los tiempos considerados normales; de acuerdo a su rutina de trabajo.

Hay que tener en cuenta que gran parte de los equipos, presentan un cuadro de deterioro acelerado, debido a que frecuentemente, se incurre en sobrecargas de molienda; y se descuida al de preservar las condiciones básicas del buen mantenimiento; que lo implementaremos en el estudio.

4.2.4. Análisis de causalidad.

Hablando técnicamente, el tema. Debo decir que el proceso de producción, tienes máquinas, instaladas en serie, por eso cuando una falla, afecta el trabajo demaquinaria 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 la tabla 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 o “vuelen” por estar flojos en apriete, entre otros, y provoquen frecuentes accidentes; al respecto, en cuanto a los accidentes, el año 2021, por condiciones riesgosas del equipo de producción, ocurrieron 117 accidentes con incapacidad temporal corta.

4.2.5. 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.

4.2.6. Confiabilidad 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}

- $F_{SS} = 0.9886 \times 0.9906 \times 0.9887 \times 0.9880 \times 0.9890 \times 0.9978 \times 0.9870 \times 0.9880 \times 0.9880 \times 0.9898 \times 0.9924 \times 0.9887 = 0.883$

Consideramos, que la fiabilidad del 88.3% de la situación actual, no es tan aceptable, por la realidad que se visualiza.

4.2.7. 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 Azucarera Andahuasi S.A.; 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.
- 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

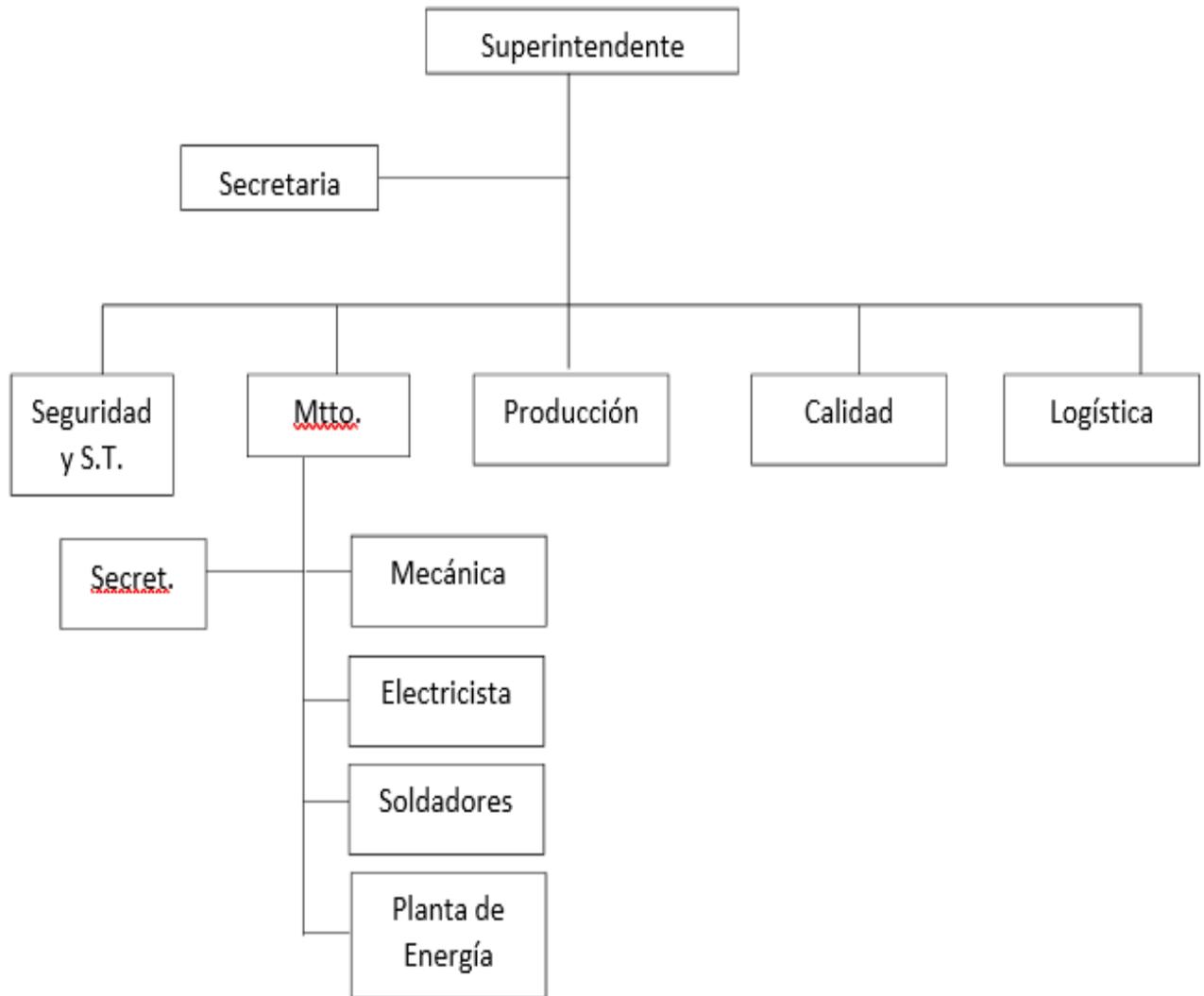
seguidamente, en la filosofía de mejora continua, en la función del mantenimiento.

- El sistema de producción, cuenta con maquinarias, instaladas en un sistema enserie, 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.

4.2.8. Ubicación de la función Mantenimiento 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 realice las coordinaciones internacionales con las otras áreas, a fines al mantenimiento.
- La propuesta de la nueva organización, se da en la figura IV.1.

ORGANIGRAMA PROPUESTO DE MANTENIMIENTO FIGURA 5



- Del organigrama propuesto, se deduce, que estamos reorganizando la estructura actual de la función del mantenimiento en la empresa, destacando principalmente 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.

4.2.9. Actividades de Mantenimiento Preventivo.

- Como se dijo anteriormente; las 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 2021.
- 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 todas las máquinas consideradas críticas; consideraremos; las actividades; que se indican en la tabla 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.

4.2.10. 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 2021. En los momentos de mejora de funcionamiento; se irán descartando, máquinas, que seguramente ya no serán críticas.

- En el Programa en mostrar en la tabla N° 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 (42 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 tabla 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, estaré 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.

Tabla 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

4.2.11. Evaluación

Esta vez, vamos a incluir, a todas las máquinas consideradas críticas, y se irá evaluando el Programa, durante el año 2021.

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. $(0.9468 \times 0.9468 \times 0.97) \times 100 = 0.8695 = 86.95\%$

4.2.12. Documentos Técnicos

Si bien es cierto, el área de mantenimiento, cuenta con formatos de trabajo; estos son muy extensos, 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 contribuya a la eficiencia en el trabajo.

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

a) **Ficha de máquina.**

Cuyo formato se presenta adjunto, más no servirá para llenar 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 records de funcionamiento y determinación de indicadores, como el tiempo promedio de reparación y el tiempo medio entre fallas.

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

b) Orden de Trabajo

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

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

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

c) Vale de material.

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

FORMATOS. FICHA DE MAQUINA

ANDA HUASI S.A.		FICHA DE MÁQUINA	
DPTO. DE MTTO.			
Máquina. _____		Ubicación: _____	
Fecha de Instalación: _____		Marca: _____	
CARACTERÍSTICAS			
MECÁNICOS	ELÉCTRICAS	OTROS	OBS.

DIA Y MES	OCURRENCIA	MOTIVO	ACCION DE MTTO.	TIEMPPPO	OBS.

b) ORDEN DE TRABAJO.

ANDAHUASI S.A.		ORDEN DE TRABAJO		
DPTO. MTTO.		N° <input type="text"/>		
DE _____				
ASUNTO : _____ FECHA _____				
DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	TIEMPO	OBS.
FIRMA RESPONSABLE:				

4.2.13. Capacitación

Como un soporte, necesario, para garantizar una buena calidad del servicio de mantenimiento; se propone capacitar a los integrantes del Dpto. de mantenimiento, como a los componentes del área de trapiche, por ser la más crítica, en el sistema de producción, considerando los siguientes:

a) Entrenamiento.

- En técnicas para una correcta lubricación, para el personal que se encarga de talactividad.
- Entrenamiento en el uso de herramientas, para el alineado de ejes y polcas (alineador laser y alineador de poleas)
- Entrenamiento al personal de operación de los equipos, donde se explique con claridad, que deben evitar realizar, para que se dé una mala operación de la máquina o proceso, que tienen bajo su supervisión, y además que hacer en caso que se presenten problemas en el proceso productivo, por ejemplo, que hacer en caso que se presente un poco de caña en la mesa de caña, o en la banda de hule.

b) Charlas.

- Sobre seguridad y salud ocupacional en los trabajos.
- Sobre aspectos básicos de la filosofía de mejora continua, incidiendo en la calidad del servicio y el justo a tiempo.
- Sobre simplificación del trabajo, en las acciones de mantenimiento, con preferencias en el desmontaje y montaje de máquinas.
- Sobre detección de anomalías, en las maquinarias, e instalaciones, enfocando en el uso de los sentidos.

- Sobre ideas básicas de toma de tiempos en los trabajos de mantenimiento.
- Estas acciones de capacitación, se programarán fuera de los horarios de trabajo, y en el auditorium de la empresa.

A este equipo lo denominaremos equipo piloto Kanzen y estará 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
- 2 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.

4.2.14. Abastecimiento

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

En el anexo N°2 se exponen los mismos.

4.2.15. El área de maestranza

En 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.

Estarán a cargo del jefe de mantenimiento, o de su staff, y durante una periodicidad de tiempo o desarrollada durante el año.

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

4.2.16. 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, son 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.

4.2.17. El equipo Kaizen

Nuestro estudio está encaminando, 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.

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 preferirse la producción sobre el cuidado de la maquinaria, en el año 2021, 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 incurrencia en 421.33 horas, por paros programados.

Para ello, discrimina la criticidad de los equipos, a ser considerados en la Programade Mantenimiento Preventivos propuesto.

b) En el aspecto del nivel de 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, orientados a garantizar, una buena calidad del servicio de mantenimiento.

Contribuye, esto, a una mejora coordinación interfuncional, con áreas o Dptos. A fines 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 la internación, y a veces omitidos; 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 mejora 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 habíade canalizar esos conocimientos, con entrenamientos 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 del mantenimiento.

e) Del indicador principal.

Nuestro indicador principal, es la eficiencia global de planta.

La situación actual, con toda su problemática, nos determina una eficiencia global de planta de 71,06%, mientras que nuestra propuesta lo elevan al 86.95%. Pero el suscrito considera, que, a medida, del seguimiento que se haga el programa de M.P. se irá mejorando los factores considerados, tales como: la tasa de disponibilidad de máquinas, la tasa de producción y la tasa de calidad.

f) De la producción.

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

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

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

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

6.2. Recomendaciones

- En cuanto a las recomendaciones, tenemos, las siguientes:
- Realizar seguimiento, a las acciones de mantenimiento preventivo, propuestos.
- Atender, el mantenimiento del taller de maestranza.
- Práctica del incentivar al personal involucrando el mantenimiento, producción, calidad, seguridad.

CAPÍTULO VII

FUENTES DE INFORMACIÓN.

7.1. Fuentes Bibliográficas

- **Aguilar Otero, J., Torres Arcique R., & Magaña Jiménez, D. (2010).** *Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del Monterrey.*
- **Amable Salazar. J. B. (2017).** *Influencia del mantenimiento preventivo en la disponibilidad del cargador frontal Caterpillar 966 - C de la Municipalidad de Huancayo.* Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1634>
- **Arevalo Armas V.R. (13 de julio de 2018).** *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total para reducir los costos operativos de la empresa Metarquel S.A.C.* Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/13794>.
- **Barfield J., Raiborn, C., & Kinney. M. (2011).** *Contabilidad de Costos Tradiciones (Vol 5).* Internacional Thomson Editores S.A.
- **Benítez Montalvo R. I. (2011).** *Influencia de los costos de mantenimiento en la toma de decisiones.* 13.

- **Cantoral Verás H. A. (octubre de 2009).** *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la industria de café Quetzal.* Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0579_M.pdf
- **Castillo García. O.A. (Junio de 2019).** *Gestión de mantenimiento en la mejora de métodos de trabajo para disminuir los costos de mantenimiento preventivo en una empresa cementera.* Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12678>
- **Catalán Cubas W.E. (2018).** *Propuesta de mejora en el área de mantenimiento aplicando TPM, para reducir costos en la minera Tahoe Resources La Arena.* Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/13459>
- **Centeno Samaniego, E.J. (abril de 2015).** *Análisis de los procesos de mantenimiento de equipos y su incidencia en el adecuado funcionamiento de los mismos en el Hospital León Becerra del Cantón Milagro.* Obtenido de <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/2556>
- **Chag Nieto E. (2008).** *Propuesta de un método de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler.* Lima.
- **Chávez Maihure, C. M. (2018).** *Propuesta de plan de mantenimiento preventivo del dique flotante adf 107 para la reducción de costos operativos en el Sima- Callao, 2018.* Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30338>
- **Cuatrecasas. L., Torrell, F. (2010).** *TMP en un entorno lean management* Barcelona: profit editorial.
- **Espinoza Fuentes F. (2013).** *Aspecto Financiero en el mantenimiento.* En F. Espinoza. Fuentes. Talca.

- **Gallego. J. (2010).** *Mantenimiento de sistemas microinformáticos Madrid:* Editex. Obtenido de Gallara. I &. (2005). *mantenimiento Industrial.* México.
https://Books.google.com.mx/books?id=TYW4dZcb9mgC&dq=tipos+de+plades+mantenimiento+preventivo&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- **García Garrido, S, (2013).** *Organización y gestión Integral de mantenimiento.* Madrid: Díaz de Santos.
- **García Palencia. O. (2012).** *Mantenimiento moderno.* Bogotá, Colombia.
- **GASCA. A., & VARGAS, O. (2014).** *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa Agroangel.* Colombia.
- **Gatica. R. (2009).** *Mantenimiento industrial MEXICO:* trillas Sa De cv.
Obtenido de <https://www.iberlibro.com/9786071703088/Mantenimiento-industrial-Industrial-Maintenance-Manual-Operación-6071703085/plp>
- **Gutiérrez Sabogal, E. A. (2017).** *Desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento planificado para las máquinas de la empresa Manrique Lozada y compañía S.A. S. Bogotá.*
- **Hansen D., & Mowen. M. (2007).** *Administración de costos: Contabilidad y control.* México D.F.: Cengage Learning.
- **Huerta A. E. (2007).** *Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empaedora de camarón.* GUAYAQUIL.
- **Lizana Clavo, O.E. (2016).** *Propuesta De Plan De Mantenimiento A Vehículos Livianos Para reducción de costos en La Empresa Multiservicios*

- *Jonathan E.I.R.L. Jaén (2016)* obtenido de [hrtp: // repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/33183](http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/33183).
- **Martínez Calizaya A.L. (2012).** *Proponer una gestión de mantenimiento para todos los equipos línea amarilla de una empresa que brinda servicios en alquiler de maquinaria.* Lima. Mora Gutiérrez I., (2009). *MANTENIMIENTO planeación, ejecución y control*, México: Alfaomega Grupo Editor. S.A.
- **Navarro y Elola (2009),** *Gestión. Integral de mantenimiento en gestión integral de mantenimiento Barcelona.*
- **Navas J. (2009).** *Teoría de mantenimiento: fiabilidad. Estado medirá.* Venezuela: reimpressa. Obtenido de <https://vdocuments.mx/aplicacion-teoria-mantenimiento-jm-nava.html>
- **Olives Masip, R. (1994),** *Mantenimiento Preventivo.* Ediciones departamento de empleo. Pesantez Huerta E.A. (2007). *Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una Empresa empacadora de camarón.* Obtenido de: http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/1234_56789/13353
- **Pinedo Tolentino I.A. (2018).** *Aplicación del Mantenimiento Preventivo para disminuir costos de mantenimiento de la Empresa Pesquera Icef. SAC. - Chimbote* 2018. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30121>
- **Polimeni R. Fabozzi, F., Adelberg.A., & Kole, M. (2011).** *Contabilidad de costos* Martha Edna Suárez R.

- **Rivera Rubio E. (2011).** *Sistema de gestión del Mantenimiento Industrial.* Lima.
- **SIMA (14 de febrero de 2014).** *Preventivo 13: doble w w. Mantenimiento Preventivo.*, SIMA, 13. Obtenido de <http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20Guadalupe%20articulosMANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>
- **Valdez Atencio J. L. & San Martín Pacheco E.A. (2009).** *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa REMAPLAST.* Obtenido de [http://190.242.62.234.8080/jspui/bitstream/11227/802/1/275-%20TTG%20-%20DISE%C3%910%20DE%20%UN%20PLAN%DE%20MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO-PREDICTIVO%20APLICADO%20A%20LOS%20EQUIPOS%20DE%20LA%20EMPRESA%20REMA PLAST.pdf](http://190.242.62.234.8080/jspui/bitstream/11227/802/1/275-%20TTG%20-%20DISE%C3%910%20DE%20%UN%20PLAN%DE%20MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO-PREDICTIVO%20APLICADO%20A%20LOS%20EQUIPOS%20DE%20LA%20EMPRESA%20REMA%20PLAST.pdf)

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	POBLACION Y MUESTRA	Técnicas de recolección de datos
¿Cómo se relaciona el mantenimiento preventivo y la mejora de la productividad, en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. - 2022?	Objetivo general Determinar, como se relaciona el mantenimiento preventivo y la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. - 2022.	El mantenimiento preventivo se relaciona con la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A - 2022	Diseño metodológico Tipo Tipo de diseño No experimental Enfoque Cuantitativo, según el carácter de la medida Método Principalmente, el método deductivo Tipo de estudio por su finalidad Aplicativo Según la profundidad Correlacional; por dar a conocer la relación que existe en los conceptos, categoría, en un	Población: Al 100% de máquinas instaladas en líneas de producción Muestra Tipo censo, al 100%	Técnicas de recolección de datos Técnicas a emplear Las técnicas para la recolección de datos que se utilizan son las siguientes. Observación in situ, análisis documental, la entrevista, encuestas, la estadística descriptiva Descripción de los Instrumentos <ul style="list-style-type: none">• 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 bibliográficos a consultar.
Problemas específicos a) ¿Cómo se relaciona la gestión por competencias y la mejora de la productividad en la empresa Agraria Andahuasi S.A.A. - 2022? b) ¿Cómo se relacionan la disponibilidad y confiabilidad de máquinas; con la mejora de la productividad en la Empresa Agraria	Objetivos específicos a) Establecer la relación existente entre la gestión por competencias y la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. - 2022. b) Determinar la relación existente entre la disponibilidad y confiabilidad de máquinas; con la mejora de la productividad en la Empresa Agraria	Hipótesis específica a) Existe relación entre la gestión por competencias y la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A - 2022 b) La disponibilidad y confiabilidad de máquinas, se relacionan con la mejora de la productividad en la Empresa Agraria			

<p>Andahuasi S.A.A. - 2022?</p> <p>c) ¿Cómo se relaciona la calidad de conservación de máquinas con la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. - 2022?</p>	<p>Andahuasi S.A.A. - 2022.</p> <p>c) determinar la relación existente entre la calidad de conservación de máquinas y la mejora de la productividad en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A. - 2022.</p>	<p>Andahuasi S.A.A - 2022</p> <p>c) La calidad de conservación de maquinarias se relaciona con la mejora de la productividad, en la Empresa Agraria Andahuasi S.A.A - 2022</p>	<p>contexto en particular</p> <p>Según el alcance temporal</p> <p>Longitudinal</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de Excel: para registros de datos de funcionamiento de máquinas. • Hoja de muestreo: para registrar cada cierto periodo de tiempo el estado de funcionamiento de maquinarias. • Ordenas de trabajo: nos permitirá el análisis y evaluación de cumplimiento de los trabajos
--	--	--	---	--	---

ANEXO 2

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 subproductos y productos.	Presencia de fugas, derrames, pérdida de materia prima,
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 rehusó del agua e identificación de oportunidad para la sustitución de insumo por uno menos contaminante.
PREVENCIÓN	<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 vapor y electricidad".	Pérdidas de calor y eficiencia en operación unitaria "Generación de
Cambios en los procesos Modificaciones tecnológicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Conversión de molino 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 sobrantedel proceso en el secado del azúcar procesada y secado

