



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TESIS

**SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA MEJORAR LA
CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE
ELABORACIÓN DE LA EMPRESA
AGROPUCALÁ S.A.A**

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

Autor:

**Bach. Callirgos Gonzales, Miguel Alonso
(Orcid: 0000-0001-9842-6699)**

Asesor:

**Dr. Vásquez Coronado, Manuel Humberto
(Orcid:0000-0003-4573-3868)**

Línea de Investigación

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2021

**SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
MEJORAR LA CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE
ELABORACIÓN DE LA EMPRESA AGROPUCALÁ S.A.A**

Aprobación del Jurado

Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto

Asesor

Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto

Presidente del Jurado de Tesis

Mg. Armas Zabaleta José Manuel
Secretario del Jurado de Tesis

Mg. Carrascal Sánchez Jenner
Vocal de Jurado de Tesis

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres con mucho amor.

Callirgos Gonzales, Miguel Alonso

Agradecimiento

A Dios por guiarme siempre en el camino de lo correcto.

A mi familia por inculcar en mí el deseo de superación constante, fomentando valores y por las muestras inmensurables de amor.

A mis maestros de todos los niveles educativos por los que me desarrolle, reconociendo en ellos los enormes esfuerzos por formar nuevos profesionales y personas de valor para la sociedad.

Callirgos Gonzales, Miguel Alonso

**SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
MEJORAR LA CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE
ELABORACIÓN DE LA EMPRESA AGROPUCALÁ S.A.A**

**SYSTEM OF MANAGEMENT OF PREVENTIVE MAINTENANCE TO
IMPROVE THE RELIABILITY OF THE EQUIPMENT OF THE AREA OF
ELABORATION OF THE AGROPUCALÁ COMPANY S.A.A**

Miguel Alonso Callirgos Gonzáles¹

Resumen

La investigación fue realizada en la empresa Agropucalá S.A.A. dedicada a la elaboración de azúcar rubia, centrándose en los equipos que presentaban problemas referidos a su funcionamiento debido a las falencias en la gestión de mantenimiento, como propuesta de mejora para elevar los indicadores de gestión, específicamente la confiabilidad referida a la probabilidad a que los equipos trabajen en un tiempo determinado y en condiciones normales de funcionamiento sin presentar fallas en sus componentes, mediante la elaboración de un modelo de Sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los equipos del área elaboración basado en la norma internacional ISO 55001 Gestión de activos y en el ciclo de mejora continua.

La metodología aplicada inició con el diagnóstico inicial mostro los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad en 81.00%, 75.00% y 70.51% respectivamente, la propuesta se complementó aplicando un inventario para determinar el número, un análisis de criticidad para determinar la muestra, un proceso de codificación para identificarlos y la programación de las actividades de mantenimiento preventivo.

Los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad después de la aplicación de la propuesta mejorar en 10% presentando mejoras en 90.50%, 86.60% y 75.00% consecutivamente.

Palabras Clave: Confiabilidad, Sistema, Mejora, Gestión de mantenimiento.

¹ Adscrita a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial, Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: cgonzalesmiguel@crece.uss.edu.pe
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9842-6699>

Abstract

The investigation was carried out at the company Agropucalá S.A.A. dedicated to the elaboration of blond sugar, focusing on the equipment that presented problems related to its operation due to the shortcomings in maintenance management, as an improvement proposal to raise the management indicators, specifically the reliability referred to the probability that the teams work in a certain time and under normal operating conditions without failing their components, by developing a preventive maintenance management system model to improve the reliability of equipment in the manufacturing area based on the international standard ISO 55001 Management of assets and in the continuous improvement cycle.

The applied methodology started with the initial diagnosis, showing the levels of availability, reliability and maintainability at 81.00%, 75.00% and 70.51% respectively, the proposal was complemented by applying an inventory to determine the number, a criticality analysis to determine the sample, a Coding process to identify them and the programming of preventive maintenance activities.

The levels of availability, reliability and maintainability after the application of the proposal improve in 10 % presenting improvements in 90.50%, 86.60% and 75.00% consecutively.

Key Words: Reliability, System, Improvement, Maintenance management.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	12
1.1.	Realidad problemática.....	12
1.2.	Trabajos previos.....	18
1.3.	Teorías relacionadas al tema.....	24
1.3.1.	Confiabilidad de los equipos.....	24
1.3.2.	Sistema de gestión de mantenimiento preventivo.....	32
1.4.	Formulación del problema.....	52
1.5.	Justificación e importancia.....	52
1.6.	Hipótesis.....	53
1.7.	Objetivos.....	53
1.7.1.	Objetivo general.....	53
1.7.2.	Objetivos específicos.....	53
II.	MATERIAL Y METODO	55
2.1.	Tipo y diseño de investigación.....	55
2.2.	Población y muestra.....	56
2.3.	Variables, Operacionalización.....	56
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	59
2.5.	Procedimientos de análisis de datos.....	61
2.6.	Aspectos éticos.....	62
2.7.	Criterios de rigor científico.....	63
III.	RESULTADOS.....	65
3.1.	Diagnóstico de la empresa.....	65
3.1.1.	Información general.....	65
3.1.2.	Descripción del proceso productivo.....	79
3.1.3.	Análisis de la problemática.....	87
3.2.	Propuesta de investigación.....	96
3.2.1.	Fundamentación.....	96
3.2.2.	Objetivos de la propuesta.....	97
3.2.3.	Desarrollo de la propuesta.....	127
3.2.4.	Situación actual de la confiabilidad con la propuesta.....	194
3.2.5.	Análisis beneficio costo.....	196

3.3. Discusión de resultados.....	200
IV. CONCLUSIONES	204
4.1. Conclusiones	204
4.2. Recomendaciones.....	205
REFERENCIAS	206
ANEXOS	211

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formas para mejorar la confiabilidad en un equipo o sistema. o sistema.	26
Tabla 2. Tipo de trabajo ejercido en cada nivel.	34
Tabla 3. Particularidades del mantenimiento preventivo.	49
Tabla 4. Segmentación de la población de equipos.	56
Tabla 5. Operacionalización de la variable dependiente.	57
Tabla 6. Operacionalización de la variable independiente.	58
Tabla 7. Resumen del análisis de los datos.	61
Tabla 8. Estadísticas de fiabilidad.	61
Tabla 9. Número de trabajadores en la empresa.	66
Tabla 10. Datos de producción y rendimiento toneladas de caña/bolsa de azúcar.	74
Tabla 11. Composición química de los tallos y de los jugos de la caña de azúcar.	79
Tabla 12. Reporte de fallas según los operarios de cada equipo - Julio.	90
Tabla 13. Cronograma utilizado para la recolección de datos.	91
Tabla 14. Lista de equipos con indicadores recolectados en campo.	92
Tabla 15. Presentación de indicadores de la gestión de mantenimiento.	93
Tabla 16. Inventario de equipos del área elaboración de la empresa Agropucalá S.A.A.	98
Tabla 17. Aspectos utilizados para la evaluación de la criticidad.	106
Tabla 18. Evaluación de criticidad de los equipos del área elaboración.	107
Tabla 19. Escala de valoración para determinar la criticidad.	116
Tabla 20. Actividades de mantenimiento preventivo para los equipos críticos.	117
Tabla 21. Identificación de riesgos y oportunidades.	147
Tabla 22. Planificación de objetivos.	150
Tabla 23. Perfiles profesionales en el sistema de gestión.	153
Tabla 24. Herramientas, equipos e instrumentos contemplados en el sistema.	155
Tabla 25. Recursos materiales del sistema de gestión.	157
Tabla 26. Calendario de implementación de acciones.	165
Tabla 27. Proyecciones de la mejora de datos estimada luego de la propuesta.	194
Tabla 28. Proyección estimada de los indicadores de gestión de mantenimiento.	195
Tabla 29. Costos para la implementación del sistema de gestión de mantenimiento.	196
Tabla 30. Cuantificación de las pérdidas de sacarosa en kg. de azúcar y precio.	198
Tabla 31. Beneficio - Costo del sistema de gestión de mantenimiento preventivo.	199

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de los equipos industriales	29
Figura 2. PDCA Método de gestión de procesos	35
Figura 3. Presupuesto anual de mantenimiento	39
Figura 4. Cuadro de mando para la gestión	40
Figura 5. Directrices de acción	41
Figura 6. Campos involucrados en la gestión de mantenimiento	42
Figura 7. Tipos de mantenimiento preventivo	45
Figura 8. Síntesis del mantenimiento preventivo	46
Figura 9. Balanza de jugo	67
Figura 10. Planta de cal	67
Figura 11. Equipos calentadores	68
Figura 12. Tanque flash	68
Figura 13. Equipos clarificadores	69
Figura 14. Bombas de jugo	69
Figura 15. Filtros Oliver	70
Figura 16. Filtro tipo de malla Mesh	70
Figura 17. Equipos Pre - evaporadores	71
Figura 18. Equipos evaporadores	71
Figura 19. Vacuum panes	72
Figura 20. Bomba de vacío	72
Figura 21. Equipos de centrifugado	73
Figura 22. Equipos de envasado	73
Figura 23. Empresa Agropucalá S.A.A.	77
Figura 24. Bolsa de azúcar de 50 kg	77
Figura 25. Organigrama estructural Agropucalá S.A.A.	78
Figura 26. Diagrama de operaciones para la extracción de jugo de caña de azúcar	85
Figura 27. Diagrama de operaciones para la elaboración de azúcar.	86
Figura 28. Diagrama de Ishikawa de Confiabilidad de equipos área elaboración	89
Figura 29. Reporte de fallas	90
Figura 30. Flujo de proceso de gestión del cambio	168
Figura 31. Flujograma de contratación de terceros.	171

CAPITULO I:
INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Contexto Internacional

La confiabilidad de los equipos se encuentra estrechamente relacionada con la gestión de mantenimiento, así lo entiende Ruiz (2018) en la revista *Mantenimiento en Latinoamérica*.

Una de las interrogantes más frecuentes a las que se enfrenta un directivo empresarial en la industria es determinar que se necesita para implementar una “Gestión de mantenimiento” que sea efectiva y que dé respuesta a los requerimientos del “Proceso de producción” manteniendo un alta “Disponibilidad” de los activos instalados y en operación (p. 11).

García (2017) indica que existe la tendencia de otorgar mayor importancia a proyectos que contemplan el incremento de la capacidad de producción en una planta industrial o que propongan la construcción de nuevas instalaciones, dejando rezagados a los programas de mantenimiento que aseguren la operatividad de los equipos en el tiempo, así mismo el autor señala que existen dos pilares fundamentales para el mejoramiento continuo en una empresa; el primero de ellos es la optimización de los programas de mantenimiento que aseguran que el paso del tiempo y el uso no afecten de manera significativa a la operatividad de los equipos, y el segundo pilar es que éxito de los programas depende del compromiso y la cooperación de los miembros encargados de sostener el plan.

Según Viveros (2013) sostiene que un sistema de gestión de mantenimiento en una empresa de producción o de servicios debe de ser eficaz, eficiente y oportuna, para asegurar la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los equipos y máquinas. La aplicación eficaz del sistema permitirá a la empresa reducir costos, específicamente asociados al mantenimiento correctivo por una eventual sustitución del equipo, igualmente reducirá el tiempo improductivo que genera el cambio del mismo. El aseguramiento de estos tres factores antes mencionados permitirán incrementar los indicadores de mantenimiento como son la mantenibilidad y la confiabilidad, sin dejar de lado la disponibilidad de los recursos que intervienen en el proceso.

La mejora de un sistema de gestión de mantenimiento inicia con la medición del estado actual en la que se encuentra. Para realizar este diagnóstico se necesitan establecer indicadores de medición, el problema se origina porque actualmente las organizaciones públicas y privadas en Cuba no disponen de indicadores claramente definidos. Para evaluar la eficiencia del sistema, se utilizan varios indicadores entre ellos “Disposición de equipos”, en múltiples investigaciones comúnmente se suele confundir los términos disposición y disponibilidad, entre ellos se pueden encontrar semejanzas en que ambos indicadores se utilizan para medir el estado actual de los equipos y su funcionamiento en determinados momentos, y su diferencia consiste en que “Disposición de un equipo” al cual se le asigna un trabajo se encuentre activo o inactivo en un periodo, pero que si se requiere del uso del equipo inmediatamente se pondrá en funcionamiento, haciendo referencia a su “Disponibilidad”. (Penabad *et al.*, 2016).

Un sistema de gestión de mantenimiento preventivo tiene que estar estrechamente vinculado a la cadena de abastecimiento, para asegurar la disponibilidad de los recursos físicos que le permitan realizar las actividades planificadas, así lo afirma Ortiz (2013):

La confiabilidad de la gestión de mantenimiento en las empresas latinoamericanas debe estar apoyada por un manejo adecuado de los materiales y repuestos, con políticas establecidas para controlarlos y administrarlos, además de personal entrenado en la función; las empresas deben integrarse a la cadena de abastecimiento y negociar convenios de suministro a través de los cuales los proveedores se comprometan a reabastecer en función de un nivel acordado, en lugar de ordenar los repuestos solo cuando se necesitan.

Martínez (2015), considera que uno de los parámetros más importantes para medir la gestión de mantenimiento es la confiabilidad, así lo asegura en el artículo de la revista Bienes y servicios: Mantenimiento; en donde expresa lo siguiente.

La confiabilidad es la característica de un elemento expresada por la probabilidad de que cumpla sus funciones específicas durante un tiempo determinado, cuando se coloca en las condiciones del medio exterior. La definición también se puede expresar como la probabilidad de que un equipo no falle mientras esta en servicio durante un periodo dado (p. 33).

Contexto Nacional

Los empresarios en el Perú al igual que en resto de países de Latinoamérica, no disponen de un sistema de mantenimiento para sus equipos, máquinas e instalaciones, situación que representa un grave peligro para la disponibilidad de sus activos para hacer frente a los procesos productivos. Actualmente los empresarios nacionales se enfocan en la calidad de sus productos, así como en la producción masiva de los mismos. Mientras que sus equipos de producción sigan funcionando todo estará bien, pero cuando uno de ellos presente alguna avería que obligue a paralizar la producción, inicia el estado de emergencia y se trata de solucionar la falla improvisadamente, dejando de lado muchos aspectos técnicos y operativos que son importantes, es por ello que se tiene que implementar un sistema de mantenimiento preventivo, que minimice las acciones correctivas en los equipos de producción. No podemos tener calidad si no se tiene disponibilidad y confiabilidad de los equipos. (Diestra, Esquiviel y Guevara, 2017).

Según un estudio realizado por Alavedra *et al.* (2013) referente a los sistemas productivos de la industria peruana, indica que la reducción de fallas en los equipos elevará la competitividad de nuestras empresas de igual manera que la calidad de los productos.

Todo sistema es productivo, siempre y cuando opere bajo un mínimo de fallas. Basada en este principio, la investigación en la empresa Komatsu Maquinarias Perú S. A. consistió en el análisis de la situación actual de los equipos y determinó cuál es la relación entre la gestión de mantenimiento preventivo a través de sus indicadores y la disponibilidad (pp. 11 - 26).

En la investigación de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad realizada por los autores Diestra, Esquiviel y Guevara (2017), exponen lo siguiente:

Es imprescindible, tanto en las grandes como en las medianas empresas del Perú, la implantación de una estrategia de mantenimiento para aumentar la vida de sus componentes, mejorando así la disponibilidad de sus equipos y su confiabilidad, lo que repercute en la productividad de la planta. Estos cambios suponen pasar de ser un departamento que realiza reparaciones y cambia piezas o máquinas completas, a una unidad con un alto valor en la productividad total de la empresa, mediante la aplicación de nuevas técnicas y prácticas. (p. 2).

En la empresa San Miguel Industrias PET S.A. ubicada en la ciudad de Lima se realizó una investigación en el área de mantenimiento de la institución dedicada al reciclaje, en el estudio se encontraron deficiencias en la gestión y planificación de actividades asociadas al mantenimiento de los equipos en la planta industrial. El autor de la investigación Callalli (2017) afirma haber encontrado un predominio marcado del mantenimiento correctivo en los equipos de la planta, esto quiere decir que no existe un plan de mantenimiento preventivo, solo se espera que los equipos presenten fallas importantes en su funcionamiento, para dar mantenimiento correctivo a los mismos, situación que origina la paralización de las actividades productivas, afectando los niveles de producción, aumentando las horas ociosas en el personal, de igual manera elevando los costos de mantenimiento y reduciendo los márgenes de utilidades. Con la propuesta del investigador propone ejecutar actividades de mantenimiento preventivo a los equipos con el objetivo de mejorar la confiabilidad, disponibilidad y la operatividad de estos.

Actualmente la gran mayoría de las empresas peruanas no disponen de planes de mantenimiento y no consideran sistemas de gestión de mantenimiento preventivo para sus equipos e instalaciones, relegando la importancia que se debe otorgar al buen funcionamiento de los mismos y al mejoramiento de sus indicadores, como son la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad. En un estudio realizado por el investigador Vásquez (2016) en la empresa Representaciones y Servicios Técnicos América S.R.L. Trujillo, el autor afirma haber encontrado problemas referentes a la confiabilidad de maquinaria pesada, que es la principal fuente de ingresos para la organización. Las insistentes fallas de los equipos no le permiten a la empresa sostener un flujo constante de ingresos económicos, debido al gran número de reclamos por parte de sus clientes, situación que deriva en que ellos empiecen a buscar nuevos aliados estratégicos que dispongan de equipos que se encuentren en óptimas condiciones de operatividad, y que aseguren la disponibilidad y confiabilidad para realizar sus operaciones.

En la industria metalmecánica de Lima actualmente se está empezando a otorgar importancia a las actividades de mantenimiento de los equipos de producción, así lo evidencia el investigador Pasache (2017), quien mediante un análisis de vibraciones en los equipos rotativos fundamentó su investigación, para realizar un plan de mantenimiento predictivo a los equipos del área de galvanizado, enfocándose en la mejora de la confiabilidad, antes de la aplicación de la propuesta las paralizaciones de producción eran constantes y repercutían directamente en la disminución de la productividad.

Contexto Local

La empresa Naylamp E.I.R.L. tiene como principal actividad económica la destilación de alcohol para uso industrial y médico, se encuentra localizada en la región Lambayeque. Los investigadores Altamirano y Zavaleta (2016) realizaron un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la empresa, focalizándose como objetivo principal realizar actividades de mantenimiento para los equipos de la planta, la propuesta de estudio se fundamentó en las constantes paralizaciones de producción, que tienen como origen a las fallas funcionales de los equipos considerados críticos en el proceso, arrastrando otros problemas como tiempo ocioso de los operarios, incumplimiento de los planes de producción y aumento de costos por reparación de equipos. La propuesta contempla la realización de un plan para ejecutar las actividades de mantenimiento, así como generar una base de datos con antecedentes históricos para determinar a los equipos con mayor cantidad de problemas y poder actuar sobre ellos de manera oportuna.

En la región Lambayeque al igual que en el resto del país las empresas no cuentan con programas de mantenimiento que operen eficientemente garantizando la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de los equipos. Así lo evidencian Guevara y Fiestas (2012) en su investigación realizada en la empresa La Casa del Tornillo S.R.L. ubicada en la ciudad de Chiclayo, empresa que se dedica a la fabricación y mecanizado de pernos, tuercas, ganchos, muelles y diferentes accesorios de uso en actividades de mecánica y reparaciones de equipos. El principal problema de la empresa es la entrega a tiempo de sus productos a sus clientes, debido a las inesperadas fallas que presentan sus equipos de producción de piezas, originando que estos se paralizen hasta que se ejecuten los trabajos de mantenimiento correctivo, perdiendo horas de trabajo y generando tiempo ocioso en el personal.

El mantenimiento correctivo ha prevalecido sobre los demás tipos de mantenimiento así lo evidencia Mejía (2017), en su investigación realizada en la región Lambayeque, en la empresa de producción de alcohol etílico y alcohol industrial, denominada Ersa transportes y servicios S.R.L. En el estudio quedó expuesta la realidad local acerca del tema de investigación encontrándose que solo se les asigna mantenimiento a los equipos cuando estos dejan de funcionar, originando la disminución de los indicadores de confiabilidad y disponibilidad, además de los efectos negativos que conllevan la paralización de los equipos de producción. Como propuesta para incrementar la productividad se formula la aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Históricamente las empresas agroindustriales azucaras de la región Lambayeque realizan un alto a sus labores de producción, para ejecutar actividades de mantenimiento general, evento que es programado por espacio de un mes o dos meses como máximo, utilizando sus recursos económicos y técnicos, para realizar un mantenimiento general a sus equipos, máquinas e instalaciones utilizadas para la elaboración de azúcar rubia doméstica; realizando actividades como la sustitución de ejes, cadenas de transmisión, cojinetes, relleno de masas de molinos mediante soldadura eléctrica, sustitución de mangueras, tuberías, montaje y desmontaje de motores eléctricos, bombas, calibración de vapor en casa de fuerza y limpieza general de sus instalaciones.

La programación anual de este mantenimiento general en el que incurre la empresa Agropucalá S.A.A. se debe a que en los meses de febrero y marzo existe una baja en los niveles de caña en estado de maduración, que tiene como tiempo de maduración entre 10 y 12 meses para luego ser cosechada y trasladada al ingenio azucarero; donde finamente será procesada para elaborar azúcar rubia doméstica, melaza, alcohol y bagazo. La duración excesiva de este periodo de mantenimiento viene acompañada además de un desabastecimiento de azúcar en el mercado local, sin dejar de lado el alto costo social reflejado en las familias de los trabajadores aquellas que dependen económicamente de las actividades de la empresa, afectando a los proyectos de vida de sus hijos quienes realizan estudios superiores en la ciudad de Chiclayo.

El estudio se realiza en el área de elaboración de la empresa Agropucalá S.A.A. que inicia con la recepción de jugo de caña proveniente del sector de trapiche en donde la caña de azúcar sufre una serie de cambios físicos, que facilitan la extracción del jugo de caña, además de bagazo que es utilizado como combustible en los calderos los cuales son la fuente motriz de toda la planta industrial, energía que es aprovechada por las turbinas. Esta área cuenta con equipos industriales como bombas para jugo de tipo encalado, clarificado, miel, melaza y magma, los mismos que actualmente cuentan con fugas; también se cuenta con equipos de almacenamiento y tratamiento de jugo como una balanza de jugo de caña, calentadores de jugo, tanque de pre – floculado, equipos clarificadores de jugo, equipos de pre – evaporación de jugo, equipos de evaporación de jugo, equipos de cocimiento de azúcar como los vacuum panes, máquinas de centrifugación, equipo elevador de azúcar y por último los equipos de envasado de azúcar. Cabe resaltar que la gama de equipos antes mencionados no cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo que mejore su confiabilidad y aumente su disponibilidad para ser utilizados en el proceso de elaboración de azúcar.

1.2. Trabajos previos.

Internacional

En el año 2016, el Ing. Sergio Villacrés Parra realizó una investigación para obtener el grado de Magister en Gestión del mantenimiento industrial, titulado “Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para el vehículo Hidrocleaner VACTOR M654 de la empresa ETAPA EP”. La investigación fue realizada en Ecuador. La metodología utilizada fue, iniciar por determinar los equipos considerados como críticos dentro del proceso a los cuales se les aplicó la metodología RCM, de igual manera se aplicó un análisis de modos y efectos de falla (AMEF); para lo que se necesitó definir las funciones principales y secundarias de cada vehículo, la forma en la que fallan, las consecuencias de estas fallas y las causas que los originan. Los resultados de la aplicación de esta propuesta fue la reducción en un 45% de la tasa de fallas, seguida de la disminución de 58% de horas de paralización y por último se concretó la caída en un 80% los costos asociados al mantenimiento y alquiler de un equipo de iguales características.

En una investigación realizada por los autores Juan Ignacio Romero y Óscar Díez Bayón en el año 2015, titulada “Aplicación de la metodología RCM al mantenimiento de los motores de agujas en Metro Ligero Oeste”, Obra realizada en Madrid, España. El estudio se realizó en la ciudad de Madrid, España. El principal objetivo fue establecer la aplicación de la metodología RCM a los motores de agujas de tipo genéricos, para ello se utilizó un análisis AMFE (Análisis de los Modos de Fallos y de sus Efectos). Se analizaron las fallas y las posibles causas de estas, además de los efectos que producen las fallas en los equipos. La metodología aplicada fue RCM (Reliability Centered Maintenance), “Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad”, como la más apropiada para la investigación porque sus principios conceptuales se adaptan a la resolución de la problemática encontrada en la empresa. Los resultados de la investigación fueron elaborar un plan de mantenimiento preventivo eficiente y que se adapte a la realidad problemática de la empresa, además de la elaboración de un cuadro de mando basado en indicadores de evaluación y seguimiento, la propuesta de este nuevo plan supone un ahorro en costos de mantenimiento del 23% con respecto al plan de mantenimiento con el que dispone la empresa.

La investigación titulada “Aplicación de la Metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para el Desarrollo de Planes de Mantenimiento” fue realizada por el autor Alejandro José Poveda Guevara en el año 2015, el estudio se realizó en la ciudad de Guayaquil – Ecuador. Se aplicó la metodología MCC la cual centra la aplicación de actividades de mantenimiento en base a los sucesos que originan la indisponibilidad de los equipos que componen el proceso productivo. De esta forma únicamente solo se ejecutan las actividades indispensables para asegurar el funcionamiento de los equipos, y reduce las actividades innecesarias, reducción que se refleja en la reducción de los costos de mantenimiento. Los resultados de la investigación que propone la aplicación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad, es que se logran reducir las actividades innecesarias de mantenimiento preventivo en un 60%, lo contrario sucede con las actividades necesarias las cuales aumentaron en un 40%.

En el año 2013 se desarrolló la investigación denominada “Metodología y aplicación del mantenimiento centrado en la fiabilidad: Un estudio de caso”. El autor de la investigación fue islam en Pereira - Colombia. El objetivo central de la investigación mantenimiento centrado en la fiabilidad es el mantenimiento rentable es decir el mantenimiento se considera una inversión que asegura la operatividad de los equipos. Los resultados de la investigación demuestran que la aplicación de la propuesta tuvo un impacto positivo en la reducción del costo de mano de obra de \$ 295 200 / año a \$ 220 800 / año (aproximadamente 25,8% del costo total de mano de obra) para la planificación de mantenimiento preventivo propuesta. Los resultados propuestos de la planificación y ejecución del Plan de mantenimiento indican un ahorro de aproximadamente el 80% del costo total de tiempo de inactividad comparado con el mantenimiento actual. Además, se generan los programas de repuestos propuestos para los componentes de la planta. Los resultados muestran que alrededor del 22.17% del costo anual de las piezas de repuesto se ahorra cuando se propone la planificación de mantenimiento preventivo otro mantenimiento corriente una vez. Basándose en estos resultados, debe aplicarse la aplicación del mantenimiento predictivo.

Nacional

En la empresa Cerro Corona las bombas centrífugas presentan problemas asociados a una mala gestión de mantenimiento situación que es analizada y atendida por el investigador Christian Paul Santillán Armas (2017) quien se encargó de realizar una investigación para obtener el grado académico de ingeniero, la denominación es “Programa de mantenimiento centrado en confiabilidad para bombas centrífugas horizontales Warman 450MCR en minera Cerro Corona” , su objetivo es aumentar la confiabilidad de las bombas. La metodología aplicada fue un programa centrado en la confiabilidad iniciando con la aplicación de un análisis de confiabilidad en base a 7 preguntas del RCM, los datos necesarios para realizar gráficos se obtuvieron del software SAP, seguido se realizó la aplicación del modelo estadístico de Weibull a los dos modos de falla identificados, culminando con la curva de costos y así optimizar el tiempo de intervención por equipo y mejorar los indicadores de disponibilidad y confiabilidad. El estado de la confiabilidad antes de la propuesta corresponde a un 65% y el indicador MTTF tiempo medio para fallas 690 horas, después de la aplicación de la propuesta los indicadores mejoran positivamente en 82% y MTTF 728.3 horas.

En la ciudad de Trujillo el investigador Montenegro Leyva Gary (2017) desarrollo la tesis denominada “Sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para incrementar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa Chancadora del norte S.A.C.” bajo la cual logró la titulación de ingeniero, el autor identificó problemas en las 12 máquinas entre ellas cargadores frontales, excavadoras, retroexcavadoras, motoniveladoras y rodillo reumático las mismas que en el año 2016 tuvieron un tiempo de paralización de 6 960 horas ocasionando una pérdida económica de S/. 2 002 800.00 soles; en el diagnóstico inicial de los indicadores mostraron un 93.03% de disponibilidad, 54.95% en confiabilidad y una mantenibilidad de 48.73%; la metodología implementada se inicia con un análisis de la criticidad de equipos evaluando criterios como frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento, seguridad ambiental y humana, la población se minimizó a 7 equipos, seguido se implementó el sistema de Mantenimiento basado en el riesgo que estudio a los sistemas que componen los equipos y la interacción del entorno que los rodea. Después de la aplicación de la propuesta se realizó una nueva métrica de los indicadores mostrando mejoría en disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad: 95.00%, 63.93% y 47.78%. La confiabilidad mostro un mayor rango de mejora con respecto a los demás indicadores.

En el año 2016 se realizó una investigación titulada “Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la línea de extracción trapiche de la empresa Casa Grande S.A.A.” el autor fue Calderón Rodríguez Eder Eduardo, el estudio se realizó en el distrito de Chocope - La Libertad. Su objetivo fue disminuir las horas de parada no programadas, producto de fallas y de esa manera elevar la productividad del sistema de extracción de jugo. La metodología usada fue la recopilación de información técnica de los equipos la cual se procesó usando el software SAP, también se utilizó el diagrama de Pareto y por último se aplicó el análisis de modos y efecto de fallas (AMEF). Con el plan de mantenimiento aplicado se pudo reducir los tiempos para reparar (T.T.R) de 477 horas a 236.5 horas, aumentando de las horas disponibles de operación, logrando aumentar la disponibilidad de 91.65% a 99.14 % la confiabilidad de 89.00% a 96.08% y la mantenibilidad de 91.88 % a 98.85, mejorando así el rendimiento operacional de los equipos. El análisis económico determino que se gastaría en costos por mantenimiento preventivo S/. 3 186.018 soles/año con una inversión de S/. 37 500, para obtener un beneficio de S/. 141 113.98 soles/año, para lo cual el retorno operacional de la inversión sería de 3 meses. Este plan de mantenimiento reducirá en un 50.42% el retraso de la producción.

En el año 2016 se realizó la investigación titulada “Sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumentar la confiabilidad de la maquina pesada de la empresa Representaciones y Servicios Técnicos América S.R.L Trujillo” por medio de la investigación el autor Vásquez Ccasani Jonathan obtuvo el grado académico de ingeniero, el objetivo de la investigación fue aumentar la confiabilidad de la maquinaria pesada en tu totalidad 14 equipos que son la fuente principal de ingresos de la empresa en mención algunos de estos son cargadores frontales, retroexcavadoras, volquetes, motoniveladoras, y rodillo reumático, en el año 2015 tuvieron un total de 1768 horas en reparación representado una pérdida económica para la empresa de S/. 298 400.00 soles los indicadores antes de la aplicación de la propuesta fueron disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de 87.17% 78.33% y 12.94% respectivamente, la mejora se inició con un análisis de criticidad resultado una reducción de la población de maquinaria a evaluar en tan solo 8 equipos., seguido del programa de mantenimiento basado en el riesgo, en hojas de información y en hojas de decisiones logrando mejorar los indicadores disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad en 92.23% 87.05 y 12.83%.

Local

En el año 2019 se desarrolló la investigación “Propuesta de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa CGW PLASTIC S.A.C. para la reducción de costos por parada de máquina” empresa dedicada a la fabricación de Pallets de polipropileno teniendo como materia prima materiales reciclados como bolsas y residuos plásticos en general, el autor fue Cesar Enrique Guevara Gamarra, trabajo académico que realizado en Chiclayo para obtener el grado académico de ingeniero. La metodología utilizada fue identificar las funciones de cada máquina, recolectando información de 12 meses de funcionamiento contabilizándose un total de 105 averías que generaron 989 horas de paradas de máquina a un costo de S/. 29 130.00 soles de pérdida económica, mediante un análisis de criticidad se identificaron 3 equipos principales de los 12 en total enfocándose en ellos para reducir los costos. El objetivo de la propuesta es reducir las horas de paralización de máquinas en un 60% el costo de implementar la propuesta es de S/. 56 555.60 soles, aumentará las utilidades en 17%, se mejoró la confiabilidad en 97.29%, la mantenibilidad en 90.56%, y la disponibilidad en un 4.04% cumpliendo con los objetivos planteados en la propuesta.

El investigador Braco Ruiz Frank Jerry (2017), identifico una oportunidad de mejora para ello ha propuesto “Plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de las unidades en la empresa TURISMO EXPRESO LATINO AMERICANO E.I.R.L – CHICLAYO, 2017” investigación para optar por título profesional de ingeniero. La metodología utilizada fue la recolección de datos, observación, encuesta y entrevista, analizando la información se determinó que no existe una política estructurada para la gestión de mantenimiento, concluyendo en que el factor más importante para atender las necesidades de mantenimiento es la falta de repuestos representado un 32.85% de las fallas en el mantenimiento. El objetivo es aumentar los indicadores disponibilidad y confiabilidad, esperando que el aumento de ellos repercuta en la utilidad de la empresa. El diagnóstico inicial reportó unas 285 intervenciones, con una demora de 22 días por mes. A causa de estos factores la empresa pierde mensualmente S/. 47 729.00 soles, además de ello los indicadores como la disponibilidad se encuentra en 33% y la confiabilidad en un 60%. La aplicación del plan generó un indicador de 1.16 lo que significa que por cada sol invertido la empresa tendrá una ganancia de 0.16 céntimos de sol.

En el año 2017 Mejía realizó un estudio titulado “Propuesta de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa Ersa Transportes y Servicios S.R.L”. La empresa se dedica a la producción de alcohol etílico rectificado de 96° GL y alcohol industrial a partir de la melaza. El estudio se realizó en el departamento de Lambayeque. Antes de la propuesta se aplicaba un mantenimiento correctivo a sus equipos, lo que generaba paradas imprevistas de producción que ascendían a 98 paradas un aproximado de 199 horas, en un periodo de 10 meses, teniendo como consecuencia pérdidas económicas valorizadas en S/. 79 600.00 si a esto lo añadimos mano de obra tercera y repuestos las pérdidas ascienden a S/. 100 974.00 se aplicó la metodología RCM la cual permite identificar las necesidades de mantenimiento de los equipos. Para ello se hizo uso de un análisis AMEF (Análisis de Modo y Efecto Falla). También se realizó una hoja de decisión RCM para seleccionar de forma óptima las actividades de mantenimiento, dando como resultado la elaboración del plan de mantenimiento. Mediante la aplicación del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, se mejoró la disponibilidad en un 16% y aumentó la productividad en un 7%. Además, se tendrá un ahorro de S/ 27 387.46 al año.

En la ciudad de Chiclayo el autor Sebastián Moisés Fuentes Zavala (2015), realizó una investigación denominada “Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores Overall equipment efficiency para la reducción de costos de mantenimiento en la empresa HILADOS RICHARD’S S.A.C.” para optar el grado académico de titulado en ingeniería. El objetivo de la investigación es reducir los recursos económicos invertidos en las acciones de mantenimiento, para ello se han tenido en cuenta los indicadores como disponibilidad, tasa de ejecución, calidad y fiabilidad. Los equipos que intervienen en el proceso productivo son maquina preparadora, frotadora, conera ras, reunidora, retorcedora y madejera. La metodología aplicada inicia con un análisis de criticidad para identificar a los equipos más representativos en la muestra donde la población fue de 12 equipos y se minimizó a 5; a continuación, se midieron los indicadores expuestos disponibilidad 65%, tasa de ejecución 70%, calidad 90%, eficiencia 60%, y fiabilidad 70%, se desarrolló la propuesta de implementación del sistema centrándose en una política, actividades de mantenimiento, flujograma, protocolos, terminada la aplicación del estudio se cumplió con el objetivo de ahorrar S/. 103 020.53 soles semestrales y se han logrado reducir las fallas en los equipos en un 30%.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. Confiabilidad de los equipos.

1.3.1.1. Definición de confiabilidad.

La confiabilidad es un indicador de la gestión de mantenimiento que se encarga de expresar la probabilidad de que un equipo o sistema trabaje en óptimas condiciones, bajo parámetros normales de funcionamiento en cuanto a tiempo, capacidad y factores ambientales. (Callirgos, 2018).

Es la probabilidad que un sistema cumpla con sus funciones sin fallar, durante un tiempo determinado. Facilita el conocimiento de la relación entre el tiempo de uso del sistema y la pérdida de su capacidad de funcionamiento por el surgimiento de alguna avería que puede producirse al inicio del uso del equipo por problemas en su fabricación o durante su etapa de plena actividad por causas propias de la actividad del equipo o durante la decadencia del equipo por su antigüedad, desgaste u obsolescencia. (Berger, Núñez y Yarín, 2014, p. 3).

En el libro titulado “Tecnología del mantenimiento industrial” se expone conceptos básicos de confiabilidad en campos como la ingeniería y mantenimiento.

Cuando se afirma que un equipo es confiable se expresa la seguridad de que este equipo cumplirá con la actividad para cual ha está siendo requerido. En ingeniería el término confiabilidad, tiene un significado más concreto, hace referencia a la probabilidad de un buen funcionamiento del equipo. El concepto de confiabilidad que se utiliza en el mantenimiento de la industria no es una predicción de alguna falla, sino un valor probabilístico que algo suceda, también se define la confiabilidad como la probabilidad de que un elemento, equipo o sistema desarrolle una tarea determinada y que opere bajo condiciones concretas, durante un período de tiempo establecido. (Gómez, 1998).

La confiabilidad para Leal (2009) se encuentra vinculada al correcto funcionamiento de un equipo durante el tiempo que se utiliza en el proceso de producción.

La probabilidad de que un elemento o sistema de producción realizará su función prevista sin fallas o averías, en un período de tiempo especificado bajo condiciones dadas de operación. En otras palabras, la confiabilidad de un equipo o sistema es la probabilidad de que este opere sin ningún contratiempo, al ser requerido por el sistema de producción. (p. 4).

En la obra literal denominada “Ingeniería de confiabilidad y análisis probabilístico de riesgo” se analizan conceptos aplicados en el campo de la ingeniería, resumiendo teorías de medición con aplicación práctica. (Yáñez, Gómez y Valbuena, 2004).

La ingeniería de confiabilidad es aquella rama de la ingeniería que se encarga de estudiar a las fallas presentes en los equipos desde un enfoque físico y aleatorio en cuanto a su aparición. Para ello actualmente existen dos modalidades de estudio para este fenómeno.

- Confiabilidad basada en el análisis probabilístico del tiempo para la falla o historial de fallas, referida al estudio del fenómeno falla utilizando técnicas probabilísticas que se fundamentan en un base de datos que registra las ocurrencias presentadas en los equipos durante su tiempo de operación.
- Confiabilidad basada en el análisis probabilístico del deterioro o física de la falla, considera a una falla como la última fase de un proceso de deterioro de un componente de un equipo y se concentra en predecir la ocurrencia de una nueva falla a partir del estudio de la “Física del proceso de deterioro”.

En análisis de definición de confiabilidad se extiende hasta entender que, probabilísticamente confiabilidad $C(t)$ complemente a la probabilidad de fallas $F(t)$, asignando al valor de confiabilidad como la probabilidad de que un sistema opere con éxito en un tiempo determinado y en condiciones de funcionamiento normales.

$$C(t) + F(t) = 1$$

La clasificación de los activos influye en el método utilizado para realizar el cálculo de la confiabilidad se pueden distinguir entre activos no reparables para activos que solo tienen una vida útil y tiene que ser reemplazos, y activos reparables aquellos en los que se pueden realizar acciones de reparación y restauración de sus funciones para el uso y continuar operando durante un tiempo determinado. En la presente investigación se aplica el segundo método en todas sus dimensiones. (Yáñez, Gómez y Valbuena, 2004).

1.3.1.2. Como mejorar la confiabilidad.

Según Zapata (2011) en su libro “Confiabilidad en la Ingeniería” menciona que existen dos formas de mejorar la confiabilidad en los equipos o sistemas de producción.

Tabla 1

Formas para mejorar la confiabilidad en un equipo o sistema.

Calidad	Redundancia
Se refiere a la calidad de los materiales utilizados y a su fabricación, pruebas, calibración, transporte y puesta en servicio.	Se colocan elementos de respaldo. Si un componente falla o sale, su función es asumida por el componente de respaldo. Existen dos tipos de redundancia. Activa. El componente redundante siempre está conectado en paralelo con el componente al cual da respaldo. Stand - by. El componente redundante se conecta en el momento en que el componente al cual da respaldo falla o sale.

Fuente: Libro “Confiabilidad en Ingeniería” 2011.

La calidad es una forma de mejorar la confiabilidad sin embargo en muchas ocasiones es un variable que no cuenta con indicadores establecidos, por ello el profesional a cargo de adquirir equipos o pieza de equipos tiene que recurrir a fichas técnicas y certificados de calidad que hagan referencia a una norma de fabricación establecida.

La redundancia es un método de trabajo que plantea la constitución de sistemas auxiliares que trabajen conjuntamente a los sistemas principales, aparentemente son la solución inmediata a problemas en los equipos, sin embargo, se tienen que analizar otros factores, la distribución física dentro la línea de proceso, la energía que utilizan, los costos de adquisición e instalación, en conclusión, requieren de un estudio de inversión para justificar su implementación.

El mencionado autor también sostiene que otros métodos para mejorar la confiabilidad son el mantenimiento preventivo aplicado a los equipos de manera oportuna, programada y sistemática, además contar con un stock de repuestos de los componentes con mayor tendencia a sufrir desperfectos, y contar con una lista de proveedores confiables y conocer sus tiempos de entrega, así como las formas de pago de los repuestos solicitados.

1.3.1.3. Cálculo de la confiabilidad.

Para realizar el cálculo de la variable utilizaremos los métodos establecidos por los autores Yáñez, Gómez y Valbuena, 2004, en su obra Ingeniería de confiabilidad y análisis probabilístico de riesgo, la modalidad de cálculo es confiabilidad basada en el análisis probabilístico del tiempo para la falla o historial de fallas, los activos son reparables.

$$C(t) = e^{-\lambda t}$$

Esta fórmula se denomina exponencial negativa y es una de las utilizadas para determinar los niveles de confiabilidad en sistemas mecánicos sometidos a desgaste por funcionamiento en cadenas de proceso. Los datos que se necesitan para realizar las operaciones tienen que ser recopiladas periódicamente dependiendo del grado de exactitud en el que se quiere conocer la confiabilidad. (Callirgos, 2018).

1.3.1.4. Indicadores de confiabilidad.

a) Probabilidades de fallas $F(t)$

La probabilidad de falla es el resultado de restar la unidad menos el índice de confiabilidad identificado en los activos.

$$F(t) = 1 - e^{-\frac{\lambda t}{100}}$$

b) Confiabilidad $C(t)$

Es la probabilidad de que un activo en funcionamiento ejerza sus funciones correctamente durante un tiempo establecido y bajo parámetros normales de trabajo.

$$C(t) = e^{-\frac{\lambda t}{100}}$$

c) Tasa de fallas $h(t)$

Es la velocidad de incremento del peligro, es un camino alternativo a la confiabilidad, describe el comportamiento de la variable aleatoria tiempo para la falla. Describe el comportamiento del número de fallas de unos activos entre una unidad de tiempo.

$$h(t) = \lambda$$

d) TPPF

Es un parámetro de intereses en la selección de cualquier equipo, corresponde al promedio de la distribución de la variable aleatoria tiempo de falla y se calcula dividiendo la unidad entre la tasa de fallas.

$$TPPF = \frac{1}{\lambda}$$

1.3.1.5. Equipos industriales.

1.3.1.5.1. Definición de equipos.

La definición de equipos industriales es compleja, para un mejor entendimiento es necesario conocer las definiciones de las partes que lo componen físicamente, por esto recurrimos a presentar el significado de mecanismos, maquinas, equipos e industrias según el Diccionario enciclopédico LEXUS (2000), reconociendo a esta obra como una fuente confiable de información y definiciones. Las mismas que se presentan a continuación.

Conjunto de piezas o elementos debidamente combinados y engarzados para producir un determinado efecto.

Conjunto de piezas y mecanismos dispuestos y combinados para recibir una determinada forma de energía, transformarla y restituirla en otra, o producir un efecto o trabajo.

Conjunto de objetos necesarios para realizar un trabajo.

Conjunto de operaciones mecánicas necesarias para la transformación de materias primas en bienes intermedios y finales. Instalaciones en que se realizan estas operaciones.

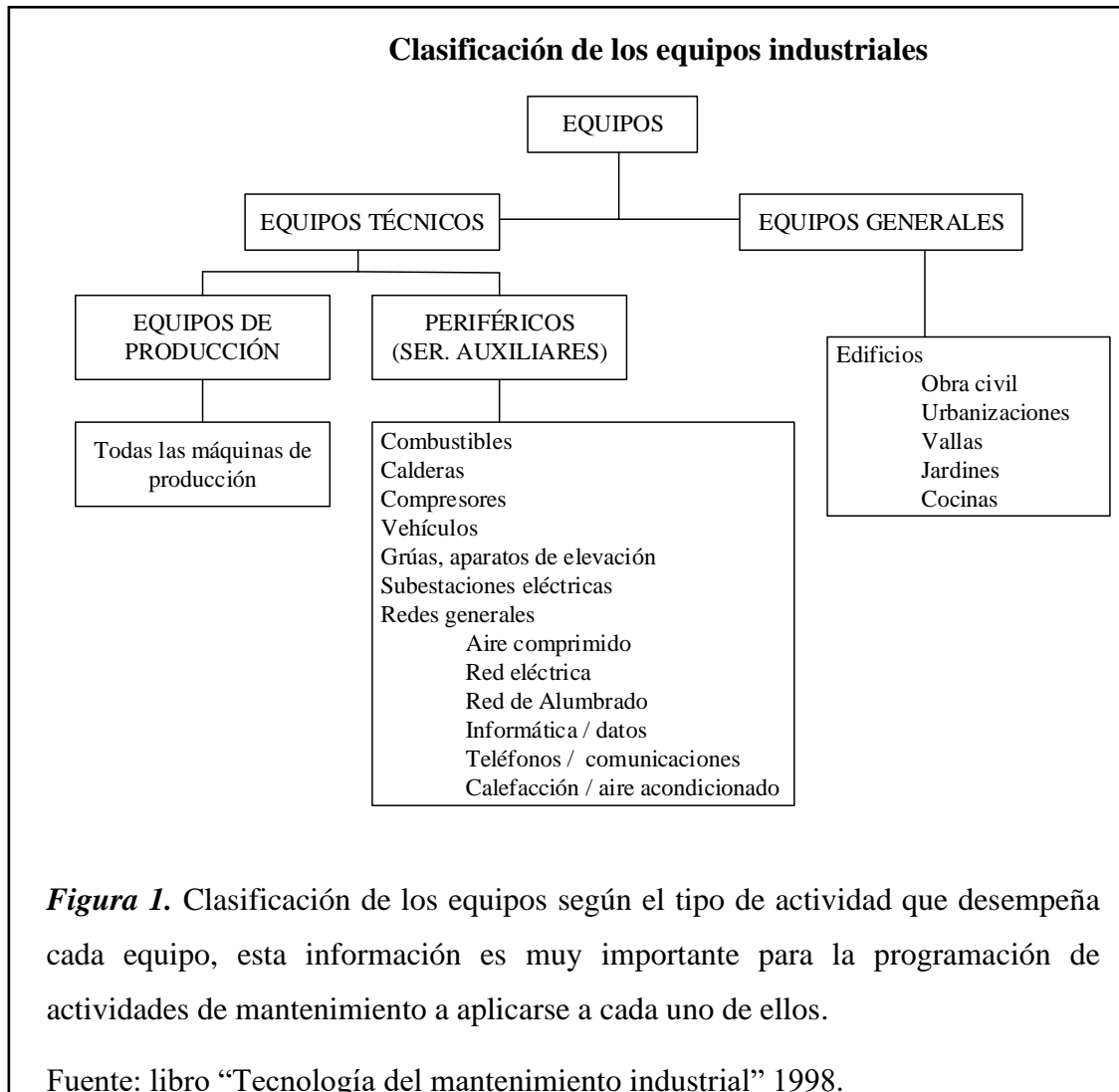
En esencia un equipo de producción industrial está compuesto por dos o más equipos que transforman una fuerza motriz en trabajo efectivo mediante el cual se logran realizar las tareas para las cuales han sido diseñadas, cada uno de ellos con objetivos distintos pero que se engranan para cumplir con la función que se sido encomendada a cada equipo. (Callirgos, 2018).

Los equipos principales se complementan de equipos denominados periféricos y con líneas de conexión de flujos como tuberías, mangueras, acoples, tornillos sin fin, fajas transportadoras, tanques de almacenamiento, tanques de enfriamiento y de reacción de fenómenos químicos. (Callirgos, 2018).

Las definiciones entre equipos y maquinaria generalmente se asocian encontrando similitudes en cuanto al contexto de aplicación, ambos términos hacen referencia a maquinas que tienen la capacidad de producir su misma energía motriz, pero se diferencian en que los equipos son estacionarios es decir maquinas que no se pueden desplazar a voluntad del operario por lo tanto tiene que apoyarse de otras, mientras que la maquinaria si puede desplazarse de un punto a otro para cumplir con su trabajo. (Callirgos, 2018).

1.3.1.5.2. Clasificación de equipos.

El operario o técnico que tiene a su cargo la ejecución de mantenimiento lo primero que debe tener en cuenta es la presente clasificación porque en base a ello se determina que actividades se realizaran a cada equipo, según el tipo y las características que lo componente (Gómez, 1998).



El mencionado autor realiza una clasificación de los diferentes tipos de equipos según su aplicación considerando a los equipos técnicos como aquellos que intervienen en la transformación de materia prima en producto terminado, además de ello considera a los equipos auxiliares según su fuente de energía; y considera equipos generales como aquellos que intervienen en trabajos de infraestructura civil.

1.3.1.5.3. Inventario de equipos.

Gómez (1998) plantea la realización de un inventario para recolectar información referente a los equipos, que nos ayudará a planificar el mantenimiento correspondiente a cada uno de ellos, el autor también propone los criterios que debe contener el inventario y los expongo a continuación.

- a) Un inventario de equipos que es un registro o listado de todos los equipos, codificado y localizado.
- b) Un criterio de agrupación por tipos de equipos para clasificar los equipos por familias, plantas, instalaciones, etc.
- c) Un criterio de definición de criticidad para asignar prioridades y niveles de mantenimiento a los distintos tipos de equipos.
- d) La asignación precisa del responsable del mantenimiento de los distintos equipos, así como de sus funciones, cuando sea preciso.

1.3.1.5.4. Dossier – máquina

El antes mencionado autor Gómez (1998), propone la implementación de un expediente que contenga información relacionada a los equipos denominado Dossier – máquina, que sirve como base de datos la cual podrá ser utilizada para realizar las actividades de mantenimiento específico para cada equipo.

a) Documentos Comerciales. Son los utilizados para su adquisición:

- _ Oferta
- _ Pedido
- _ Bono de recepción
- _ Referencias servicio post - venta: distribuidor, representante

b) Documentos técnicos. Suministrados por el fabricante y que deben ser exigidos en la compra para garantizar un buen uso y mantenimiento.

- _ Características de la máquina
- _ Condiciones de servicio especificadas
- _ Lista de repuestos. Intercambiabilidad
- _ Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos
- _ Dimensiones y tolerancias de ajuste
- _ Instrucciones de montaje

- _ Instrucciones de funcionamiento
- _ Normas de seguridad
- _ Instrucciones de Mantenimiento
 - _ Engrase
 - _ Lubricantes
 - _ Diagnóstico de averías
 - _ Instrucciones de reparación
 - _ Inspecciones, revisiones periódicas
 - _ Lista de útiles específicos
 - _ Referencias de piezas y repuestos recomendados.

Gran parte de esta documentación, imprescindible para ejecutar un buen mantenimiento, es exigible legalmente en España (Reglamento de seguridad en máquinas).

c) Fichero técnico. Formado por los documentos generados a lo largo de la vida del equipo. Se debe definir cuidadosamente la información útil necesaria. No debe ser ni demasiado escasa, ni demasiado amplia, para que sea práctica y manejable.

- _ Codificación
- _ Condiciones de trabajo reales
- _ Modificaciones efectuadas y planos actualizados
- _ Procedimientos de reparación
- _ Fichero histórico de la Máquina.

1.3.2. Sistema de gestión de mantenimiento preventivo.

1.3.2.1. Definición de sistema.

La definición de la palabra sistema tiene muchos significados según el contexto en la cual sea utilizada, en la presente investigación se utiliza bajo el siguiente escenario.

Un sistema es un conjunto de componentes que interactúan entre sí para lograr un objetivo común. Aunque existe una gran variedad de sistemas la mayoría de ellos pueden representarse a través de un modelo formado por cinco bloques básicos: elementos de entrada, elementos de salida, sección de transformación, mecanismos de control y objetivos, los recursos ingresan al sistema a través de los elementos de entrada, para ser modificados en la sección de transformación. Este proceso es controlado por el mecanismo de control con el fin de lograr el objetivo marcado. Una vez se ha llevado a cabo la transformación, el resultado sale del sistema a través de los elementos de salida (Fernández, 2006, p.11).

Un sistema es una abstracción de la realidad que hace referencia a la interpretación de una situación operativa, por ejemplo, en una industria que transforma la caña de azúcar en azúcar rubia doméstica, se puede hablar de un sistema complejo que tiene una finalidad definida que es la elaboración de un producto final. El autor plantea una posible clasificación acerca de los sistemas primero tenemos a los sistemas naturales como sistemas físicos, vivientes, y finalmente los sistemas hechos por el hombre los cuales son sistemas automatizados, que se componen de sistemas en línea, tiempo real, apoyo de decisiones, basados en el conocimiento (Ramírez, 2005).

Una de las definiciones más acertadas acerca de un sistema, las podemos recoger según lo manifestado por Roberts (2005) quien expone lo siguiente.

En un sistema de comunicaciones, el transmisor es un dispositivo que produce una señal y el receptor es un dispositivo que adquiere esa señal. El canal es la trayectoria que una señal y/o ruido toman desde un transmisor y/o fuente de ruido hasta un receptor. El transmisor, el canal, y el receptor son sistemas, que constituyen componentes o subsistemas del sistema completo. La definición del término sistema incluso comprende campos que uno no imaginaría, por ejemplo, el mercado accionario, el gobierno, el clima y el cuerpo humano (p. 2).

1.3.2.2. Definición de gestión.

La gestión es una herramienta que permite alcanzar el éxito a una organización cuando se adquiere la máxima eficacia de esta, se logra reducir el tiempo en el cual se planificaron las metas, demostrando resultados positivos a la brevedad de tiempo así lo manifiesta Merli (1997) en su Obra.

Por gestión eficaz entendemos la capacidad que posee una empresa para lograr, con mucha rapidez, importantes resultados operativos que la coloquen en posición de alcanzar el éxito tanto a corto como a medio y largo plazo. En otras palabras, la gestión eficaz representa la clave para que una empresa llegue a ser líder y continúe siéndolo (p. 12).

La gestión es una acción que se realiza para conseguir una meta propuesta por un líder, un jefe o una persona que se encarga de la administración de los recursos dentro de una organización además es definir una estrategia que sigue un orden lógico y consecutivo, planificando las actividades a seguir por los individuos que forman parte de un sistema de gestión (Ramírez, 2005).

La gestión de proyectos supone, por tanto, un conjunto de procedimientos explícitos, cuya finalidad es mejorar la toma de decisiones en relación con la asignación de recursos, para el logro de objetivos a través de la movilización de medios adecuados para su obtención. Su concreción se verifica en el denominado ciclo de gestión de los proyectos, que supone una atención detallada e integral de todos los pasos por los que un proyecto transita: desde su concepción como idea hasta la evolución final o posterior. Pasando por las etapas correspondientes (Casal, 2006, p.5).

Gestión es direccionar los esfuerzos necesarios para cumplir con el objetivo de la organización, asegurándose de cumplir con los procedimientos establecidos y de una correcta distribución de los recursos con los que se dispone, para cumplir con el direccionamiento de los recursos es necesario enfatizar la claridad del mensaje en el factor humano haciendo hincapié en la transparencia de la comunicación y el entendimiento del mismo, seguido del aseguramiento de la disciplina presente en cada uno de ellos, puesto que los demás recursos dependen del más importante como el humano. (Callirgos, 2018).

Tabla 2

Tipo de trabajo ejercido en cada nivel.

	SITUACIÓN	NORMAL	OCURRENCIA DE ANORMALIDADES
	FUNCIONES		
GERENCIALES	DIRECCIÓN	Establece metas que garanticen la supervivencia de la empresa a partir del plan estratégico	Establece metas para corregir la "Situación actual" Comprende el informe de la "Situación actual"
	GESTIÓN	Alcanza metas (PDCA) Entrena función supervisión	Hace semestralmente el "Informe de la Situación Actual" para la jefatura Elimina anomalías crónicas, actuando en las causas fundamentales (PDCA) Revé periódicamente las anomalías detectando las anomalías crónicas (Análisis de Pareto) Verifica diariamente anomalías en el local de ocurrencia, actuando complementariamente a la función supervisión
OPERACIONALES	SUPERVISIÓN	Verifica si la función de operación está cumpliendo los procedimientos operaciones estándar	Registra anomalías y relata para la función general Conduce análisis de las anomalías atacando a causas inmediatas
	OPERACIÓN	Cumple los procedimientos operaciones estándar	Relata las anomalías

Fuente: Libro "Gestión de la rutina del trabajo cotidiano" 2004.

La tabla expone las principales funciones de los niveles y las situaciones que se presentan en la realización de sus actividades, empezando por las gerenciales que agrupan a la dirección que establece las metas de la organización, seguido de gestión que alcanza las metas y entrena la supervisión, las funciones de operación inician con las de supervisión que asegura el cumplimiento de los procedimientos, y operación que son los encargados de ejecutar los procedimientos para asegurar la calidad

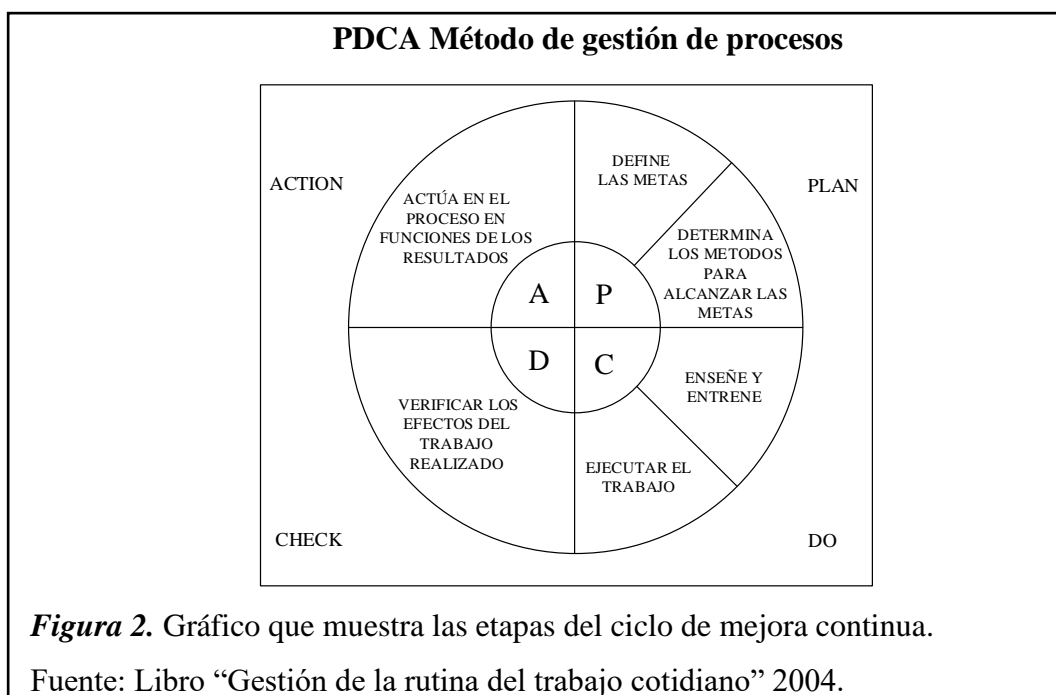
1.3.2.3. Definición de sistema de gestión.

Naranjo (2015) en su obra denominada “Sistemas de gestión: Valor estratégico de las organizaciones” afirma lo siguiente.

Un Sistema de Gestión (SG) es una serie de procesos, acciones y tareas que se llevan a cabo sobre un conjunto de elementos (personas, procedimientos, estrategias, planes, recursos, productos, etc.) para lograr el éxito sostenido de una organización, es decir, disponer de capacidad para satisfacer las necesidades y las expectativas de sus clientes o beneficiarios, trabajadores y de otras partes interesadas a largo plazo y de un modo equilibrado y sostenible (p. 13).

Según López (2012) utilizando como base teórica la norma ISO 9000, define a un sistema de gestión, como un conjunto de elementos que guardan una vinculación por la función que realizan en un momento determinado, la finalidad de esta vinculación es concretar un objetivo propuesto con anterioridad.

El sistema de gestión es la herramienta que permite controlar los efectos económicos y no económicos de la actividad de la empresa. El control, en este caso, se define como aquella situación en que se dispone de conocimientos ciertos y reales de lo que está pasando en la empresa, tanto internamente como en su entorno y permite planificar, en cierta manera, lo que pasará en el futuro. Mide el aprovechamiento eficaz y permanente de los recursos que posee la empresa para el logro de sus objetivos (Ogalla, 2005, p. 1).



1.3.2.4. Gestión de mantenimiento.

Una de las principales definiciones más aceptadas para gestión de mantenimiento es la que plantea Prando (1996) en su libro *Manual de Gestión de Mantenimiento a la medida*.

Consiste en aplicar en el área de mantenimiento la excelencia gerencial y empresarial como práctica gerencial sistemática e integral que busque el mejoramiento constante de los resultados, utilizando todos los recursos disponibles al menor costo, teniendo presente que cada empresa y sus sistemas se encuentran en un nivel diferente de desarrollo y que poseen características propias que la diferencian de las demás (p. 31).

“La gestión mantenimiento es un proceso sistemático donde se debe planear acciones ayudados por procedimientos que lleven una secuencia lógica a fin de conseguir confiabilidad y disponibilidad de los objetos a mantener” (Zambrano y Leal, 2005, p. 3).

Las actividades de mantenimiento dedicadas a un equipo que garanticen su confiabilidad son medidas a través de la gestión de este, tal y como lo manifiesta Becerra (2015) en su investigación.

La gestión del mantenimiento se utiliza como parámetro de referencia para evaluar las actividades de mantenimiento, a través, de la supervisión de: la planificación, ejecución y control, el conjunto de actividades propias de la función, que permiten el uso efectivo y eficaz de los recursos con que cuenta la Organización, para alcanzar los objetivos que satisfacen los requerimientos de los diferentes grupos de interés, cuyo objetivo básico consiste en incrementar la disponibilidad de los SP (activos), partiendo de la ejecución de los mismos, mediante las mejoras incrementales a bajo costo, para ser competitivo, logrando que funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto de operación (p. 3).

Son todas las actividades encargadas de prolongar la vida útil de los activos de una institución que aportan valor a cadena de producción, las actividades se fundamentan objetivos establecidos por la dirección de la empresa comprometiendo a las áreas medulares como ingeniería, producción, logística, almacén, seguridad ocupacional para encaminar sus acciones a fin de lograr un direccionamiento de los recursos invertidos en la gestión de mantenimiento. (Callirgos, 2018).

1.3.2.4.1. Control de gestión de mantenimiento.

a) Presupuesto de mantenimiento.

Para una adecuada gestión de mantenimiento, se tiene que disponer de un presupuesto para estimar el gasto de realizar dichas actividades dentro de una organización, es por ello por lo que Gómez (1998) comenta que, al iniciar el ejercicio de un año económico, se tiene que realizar un presupuesto que contemple cuál será el monto aproximado que la empresa destina al mantenimiento. El presupuesto se convierte en un instrumento de gestión para el control de la eficacia, además de servir como una herramienta de planificación. Para tener una idea de cuál será el alcance del presupuesto se trata de responder a las siguientes preguntas.

- _ ¿Qué funciones se espera del servicio?
- _ ¿Qué medios necesito para realizar dichas funciones?
- _ ¿Cuánto suponen estos medios?
- _ ¿Qué objetivos (cuantificables) vamos a tratar de conseguir?
- _ ¿Cómo vamos a medir los logros?
- _ ¿Cómo vamos a controlarlos y hacer el seguimiento de su evolución?

Gómez (1998) sostiene que, para confeccionar el presupuesto, una vez fijados los parámetros antes indicados, se agrupa el gasto en partes o categorías.

_ Mantenimiento Ordinario

- _ Mantenimiento Correctivo
- _ Mantenimiento Preventivo - Predictivo

_ Mantenimiento Extraordinario

- _ Grandes reparaciones
- _ Paradas programadas
- _ Mejoras técnicas
- _ Mantenimiento propio
- _ Mantenimiento ajeno
- _ Materiales (Repuestos y materiales de consumo)

El mencionado autor Gómez (1998) sostiene que “La elaboración del presupuesto se tiene que considerar los elementos constituyentes con respecto al personal encargado de proporcionar el mantenimiento, este puede ser con personal propio, con personal ajeno y según los materiales como repuestos y materiales de consumo” (p. 50).

Para la obtención del presupuesto de mantenimiento propio resulta de multiplicar las horas de personal propio de la planta por el costo de su hora. El costo de una hora de mantenimiento, en cada especialidad, está conformado por los siguientes elementos (Gómez, 1998).

- _ Costo de la mano de obra operativa (salarios más cargas sociales)
- _ Parte proporcional de gastos de estructura:
 - _ Jefe de mantenimiento y otro personal no operativo (oficinas, mandos intermedios)
- _ Parte proporcional del resto de gastos de mantenimiento:
 - _ Agua, vapor, electricidad
 - _ Gastos de formación, gestión
 - _ Gastos de mantenimiento de talleres e instalaciones de mantenimiento
- _ Materiales no repartidos (no imputables a trabajos concretos):
 - _ Herramientas
 - _ Instrumentos de medida
 - _ Pequeño material diverso general (tornillería, consumibles, etc.)

El costo estándar en Euros/hora es la suma de estos cuatro conceptos dividida por el número de horas disponibles total.

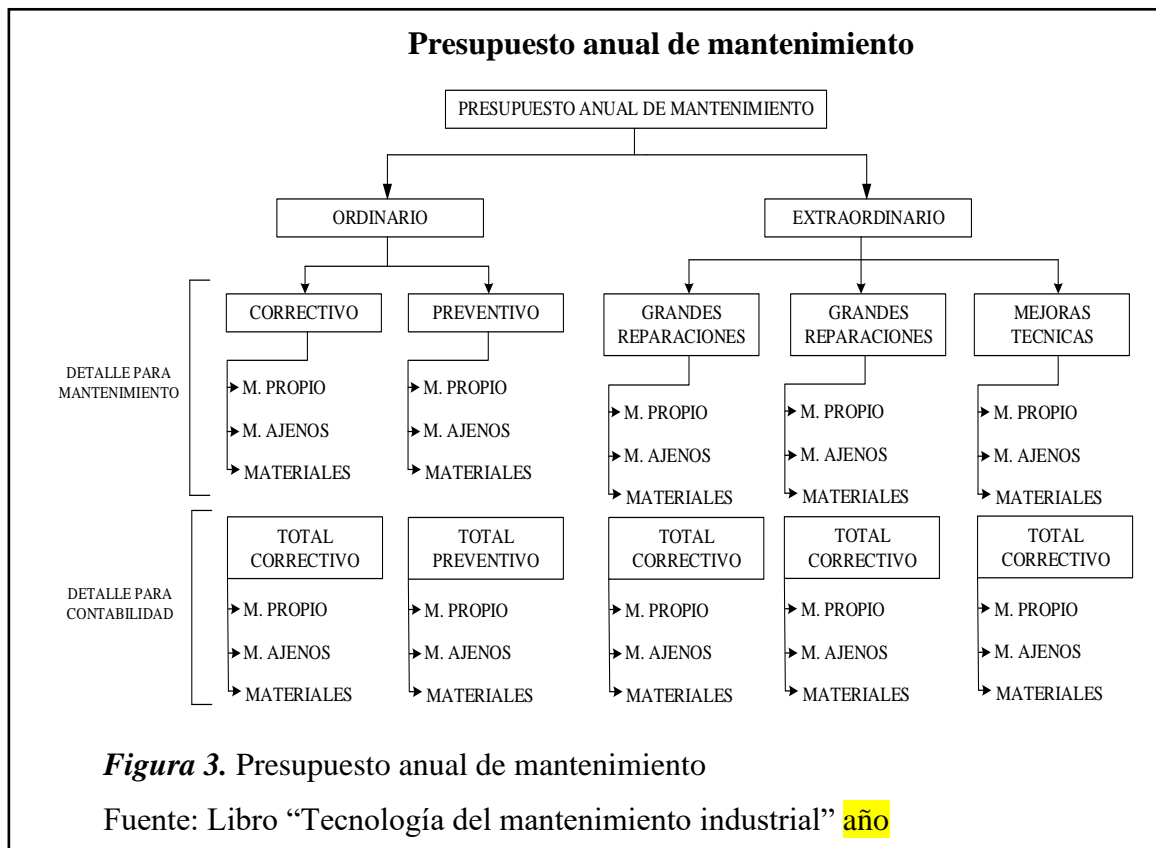
Según Gómez (1998) expresa que: El **presupuesto de mantenimiento ajeno** consta de las siguientes partidas:

- _ Contratos diversos suscritos tanto de correctivo como de preventivo con servicios técnicos oficiales y otros contratistas (-50%).
- _ Los trabajos realizados por precios unitarios (tarifas) y los realizados por administración donde está acordado el precio de la hora de cada especialidad y nivel y se facturan las horas trabajadas reales a posteriori. Estos últimos deben restringirse a aquellos trabajos difíciles de presupuestar por su naturaleza (-10% del mantenimiento ajeno).

El **presupuesto de materiales** es el importe de los repuestos y resto de materiales de consumo directos que se suministran del stock de almacén o mediante solicitud de compra de materiales en tránsito. Su valoración hay que estimarla en función de datos históricos, reparaciones previstas (paradas, revisiones, etc.), utilizando ratios estadísticos (del 15% al 30% del gasto total de mantenimiento, dependiendo del tipo de industria), o sencillamente completando las dos grandes masas anteriores (Mantenimiento Propio y Mantenimiento Ajeno) de forma que la suma total no supere la cifra global prevista o estimada mediante

ratios (3% al 6% del valor de reposición de la planta, dependiendo del tipo de instalación) (Gómez, 1998, p. 51).

En resumen, Gómez (1998) menciona que estos tres conceptos (Mantenimiento Propio, Mantenimiento Ajeno y Materiales) se calcularán para cada una de las grandes masas a presupuestar (Mantenimiento Ordinario y Mantenimiento Extraordinario). Finalmente hay que distribuirlo entre las distintas cuentas de cargo (Plantas, Líneas o Unidades de Producción, Servicios).



El presupuesto asignado al mantenimiento de los equipos en una empresa está constituido por actividades consideradas como ordinarias como las actividades contempladas en los planes de mantenimiento que generalmente cada cierto tiempo se realizan por lo cual se puede anticipar un presupuesto, contexto que cambia respecto al extraordinario que son las actividades extras que surgen paralelas a las de mantenimiento en las que los costos de ejecución no son conocidos; el detalle de contabilidad es para conocer el monto exacto de dinero invertido permitiendo direccionar los costos a un centro para conocer ratios de mantenimiento.

b) Los costos de mantenimiento.

Gómez (1998) considera que es de suma importancia conocer y determinar los costos de mantenimiento en lo que incurre una organización, los mismo que se constatan con la mejora de las instalaciones y el funcionamiento de los equipos encargados de la producción, así mismo resalta que la competencia es cada vez más elevada por lo cual la correcta administración de estos costos podría suponer una marcada diferencia entre organizaciones.

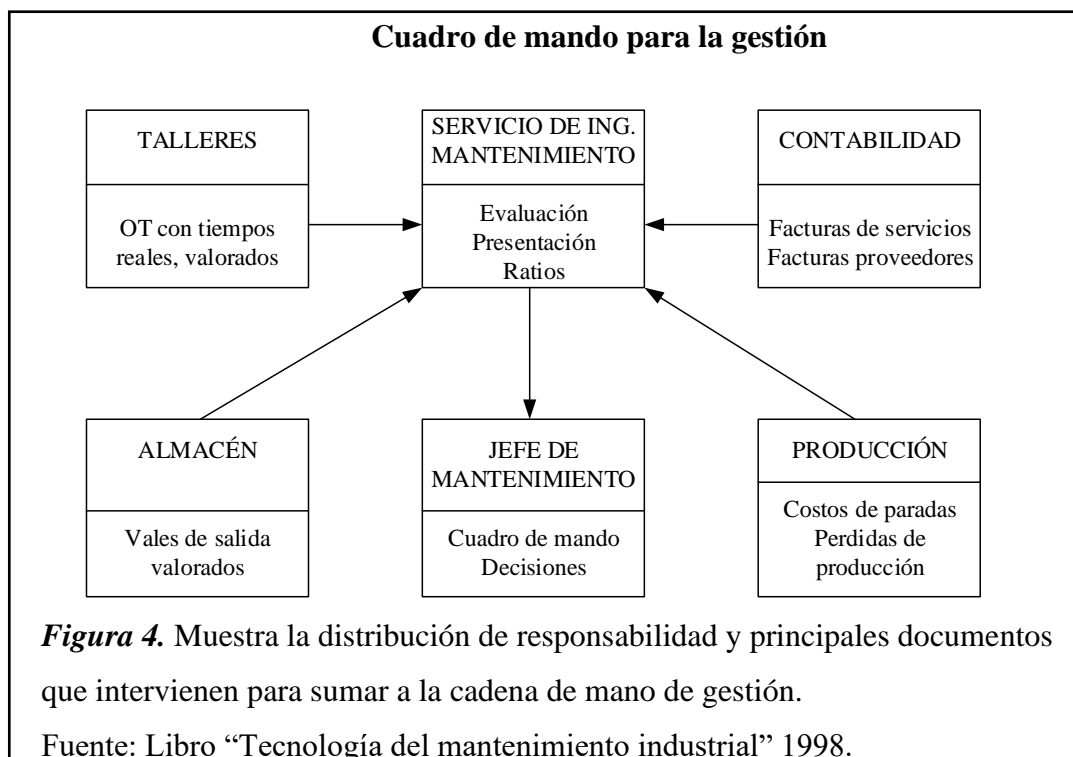
Según Gómez (1998) los costos de mantenimiento pueden ser:

Los **costos directos** o de mantenimiento están compuestos por la mano de obra y los materiales necesarios para realizar el mantenimiento.

Los **costos indirectos** o costes de avería son los derivados de la falta de disponibilidad o del deterioro de las funciones de los equipos. Estos no suelen ser objeto de una partida contable tal como se aplica a los costes directos, pero su volumen puede ser incluso superior a los directos.

El **costo integral de mantenimiento** tiene en cuenta todos los factores relacionados con una avería y no sólo los directamente relacionados con mantenimiento. Están formado por la suma de los costes directos más los costes indirectos.

El **costo global** o del ciclo de vida de un equipo incluye todos los costes en que se incurre a lo largo de toda la vida del equipo, entre los que se encuentran el coste directo de mantenimiento.



c) **Control de gestión.**

Para poder mejorar un proceso primero se tiene que realizar una medición de este, empezando por el control, así lo manifiesta Gómez (1998).

Gestionar es tomar decisiones con conocimiento de causa. La gestión del mantenimiento se realiza bajo la responsabilidad del jefe del servicio, partiendo de indicadores del cuadro de mando y normalmente con decisiones colegiadas o concertadas con el "grupo de consejeros" que depende del tamaño de la instalación. Este grupo de consejeros suele ser la ingeniería de mantenimiento, que, despojada de responsabilidades operacionales, prepara el cuadro de mando y realiza el análisis crítico y las propuestas de mejora. El cuadro de mando es el conjunto de informaciones tratadas y ordenadas de forma que permiten caracterizar el estado y la evolución del servicio de mantenimiento mediante.

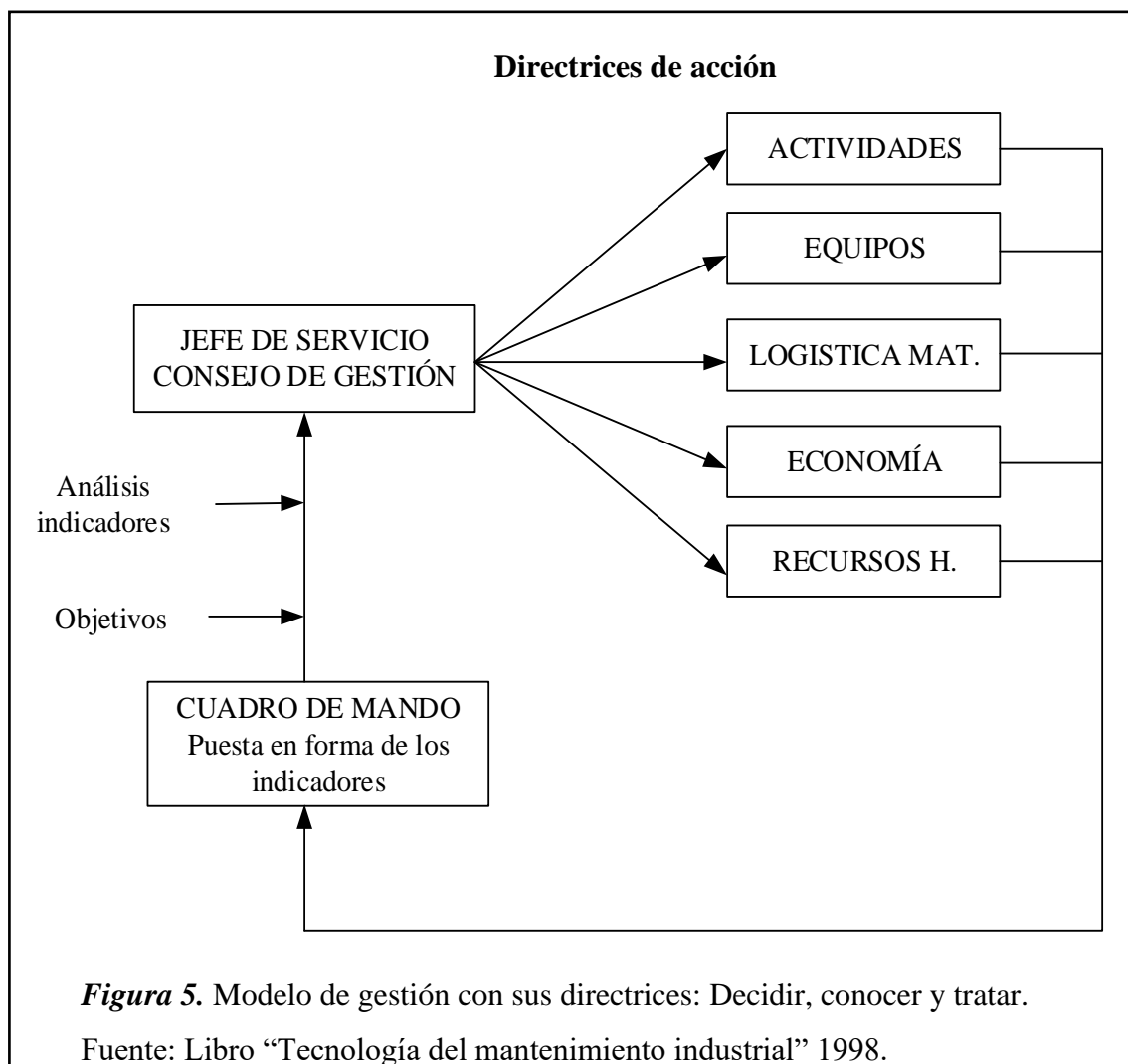
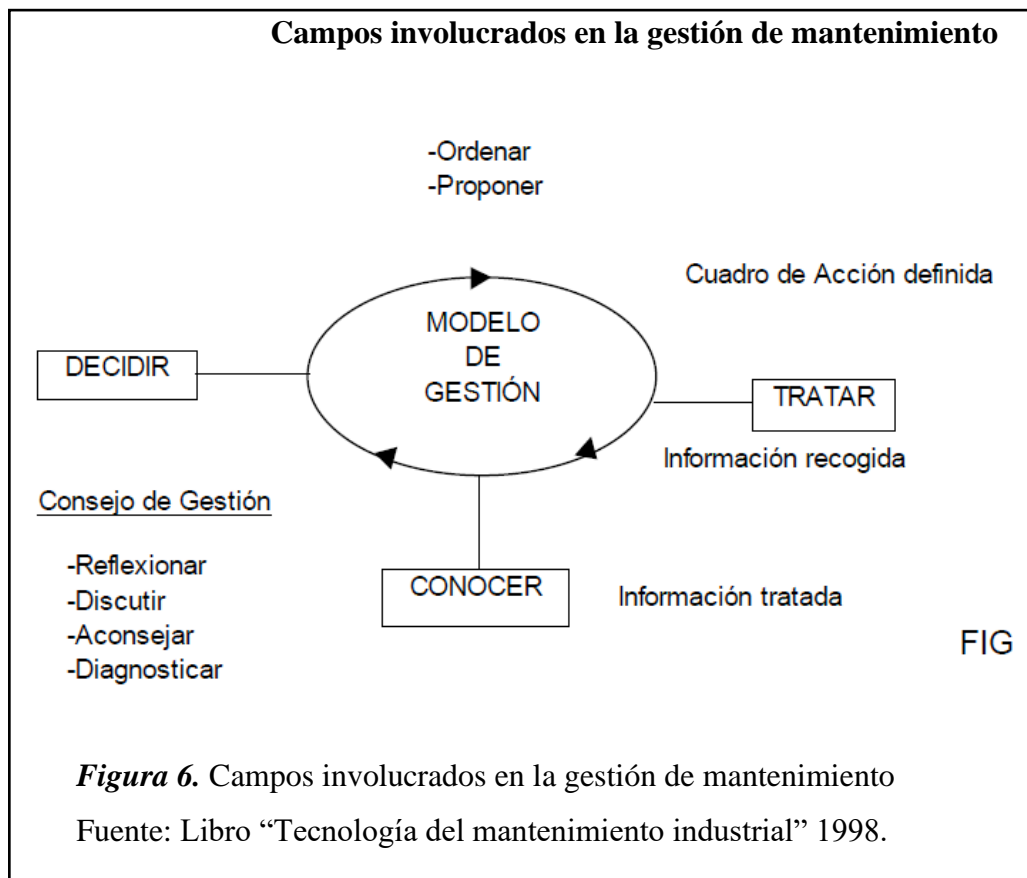


Figura 5. Modelo de gestión con sus directrices: Decidir, conocer y tratar.

Fuente: Libro "Tecnología del mantenimiento industrial" 1998.

El flujo de informaciones de los distintos campos a gestionar y que se indican en la siguiente figura.



d) Ratios de control

Los ratios, índices o indicadores utilizados para el cuadro de mando están formados por una relación convencional de dos dimensiones cuantificadas, que pueden ser de distinta naturaleza. (Gómez, 1998, p.56).

$$Ratio = \frac{Gastos\ de\ mantenimiento\ (Moneda)}{Producción\ realizada\ (Toneladas)}$$

Se utilizan para el control de la gestión y constituyen un medio de reflexión:

- _ En valor absoluto
- _ Por comparación con el valor de períodos anteriores (evolución)
- _ Por comparación con las mismas ratios en otras empresas similares.

Es normal usar varios índices para cada área de gestión a controlar. Mencionaremos los más usados al estudiar cada una de las áreas de gestión a controlar.

1.3.2.5. Definición de mantenimiento.

El mantenimiento está dedicado a garantizar la operatividad de un equipo, para que este funcione bajo parámetros de calidad, así lo entiende Dounce (1998) quien afirma.

Mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos máquinas, etc., para que éstos continúen o regresen a proporcionar el servicio con la calidad esperada, son trabajos de mantenimiento, pues están ejecutados con ese fin. El trabajo típico del mantenimiento es la búsqueda y reforzamiento de los eslabones más débiles de la cadena de servicio que forma la fábrica. El mantenimiento se divide en dos ramas: mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo (p. 42).

Las operaciones realizadas para ejecutar la tarea de mantenimiento tienen como finalidad concretar la confiabilidad de las máquinas de una forma sistemática, fiable y con el menor costo posible. Existen actividades que se ejecutan de manera preventiva y predictiva que ayudan a los equipos a no necesitar un mantenimiento correctivo que genera pérdidas de tiempo y una disminución de la confiabilidad e incremento de los costos de reparación de estos. (SENATI, 2007, p. 7).

Las actividades de mantenimiento en una organización son fundamentales, para asegurar la disponibilidad de los equipos y garantizar su correcto funcionamiento.

Se entiende por Mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo (Gómez, 1998, p.1).

Mantenimiento son todas las acciones que se realizar en un activo para preservar su vida útil, este concepto va desde instalaciones e infraestructura hasta equipos dentro de instalaciones industriales que intervienen en la transformación de materia en producto terminado. Definir una estrategia adecuada para administrar los recursos que son necesarios para ejecutar las acciones de mantenimiento es fundamental, la estrategia debe contemplar una política con lineamiento claros, información acerca de los equipos, conocer las capacidades de la mano de obra, almacén de repuestos y proveedores confiables. (Callirgos, 2018).

1.3.2.5.1. Mantenimiento preventivo.

Según Nahas *et al.*, (2008) sostiene con respecto al mantenimiento preventivo “Este mantenimiento también es denominado mantenimiento planificado o sistemático, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema” (p. 10).

El mantenimiento preventivo basado en el tiempo surgió de la necesidad de mayor seguridad, disponibilidad y productividad, y ante la complejidad y costos de las operaciones productivas. También se adecua a los ciclos asociados a la producción de tal forma que se planifica y programa el mantenimiento en el tiempo más adecuado que genere el menor disturbio al proceso. Identificación de trabajos y costo efectivos de mantenimiento que deben realizarse a intervalos definidos apropiados (SENATI, 2007, p.7).

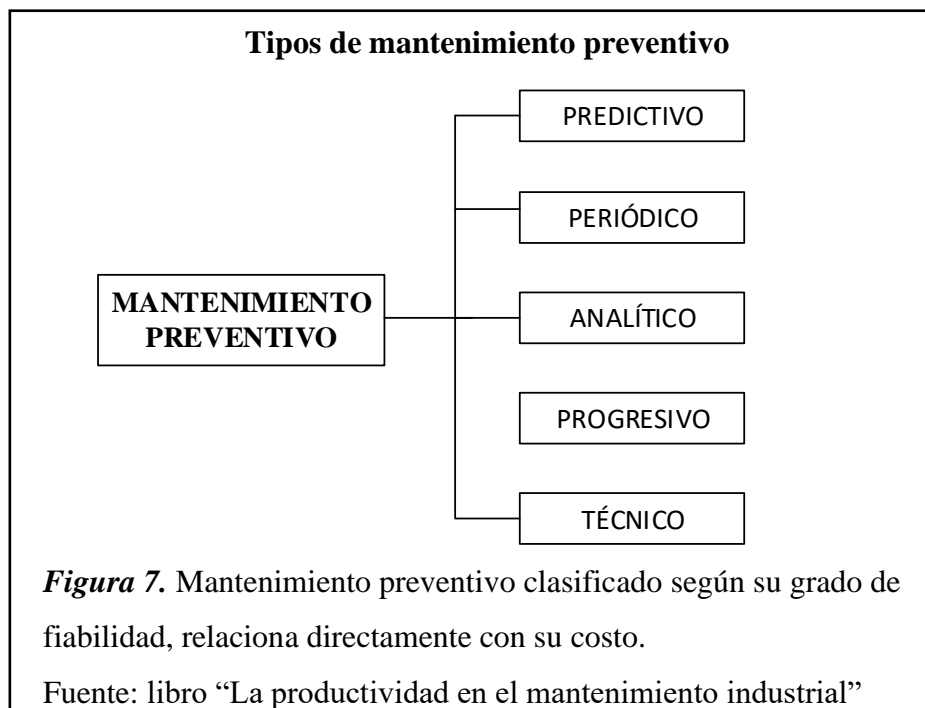
El mantenimiento preventivo para los equipos y máquinas de cualquier tipo y aplicación en la industria disponen con un manual de fabricante, en el cual se especifica los intervalos de tiempo u operación en los cuales se tienen que ejecutar las labores de mantenimiento preventivo a fin de asegurar la disponibilidad de estos. Así mismo se presentan situaciones en que los equipos no disponen de estos manuales por razones de antigüedad o adquisición mediante segunda venta, y por lo cual no se cuenta con el manual y en estos casos se tiene que apelar a la experiencia y pericia de los operadores quienes manipulan constante los equipos y conocen sus características, aunque esto carece de un sustento técnico (Cuesta, 2010, p. 13).

El mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ellos una serie de datos sobre los distintos sistemas y subsistemas e inclusive partes. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub ensambles, cambios de partes, reparaciones ajustes, cambios de aceite y lubricantes a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos. Es importante trazar la estructura del diseño incluyendo en ello los componentes de conservación, confiabilidad, mantenibilidad y un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estrados organizativos y empleados sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento. (SIMA, 1986, p. 2).

1.3.2.5.2. Tipos de mantenimiento.

Según Dounce (2007) define al mantenimiento preventivo, además de otorgar una clasificación basada en la conservación de los equipos de una planta.

La actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con el fin de garantizar que la calidad de servicio que éstos proporcionan continúe dentro de los límites establecidos. Con esta definición se concluye que toda labor de conservación que se realice con los recursos de la fábrica, sin que dejen de ofrecer la calidad de servicio esperada, debe catalogarse como de mantenimiento preventivo. Este tipo de mantenimiento siempre es programable y existen en el mundo muchos procedimientos para llevarlo a cabo, pero un análisis de éstos nos proporciona cinco tipos bien definidos, los cuales siguen un orden de acuerdo con su grado de fiabilidad, la cual se relaciona en razón directa con su costo.



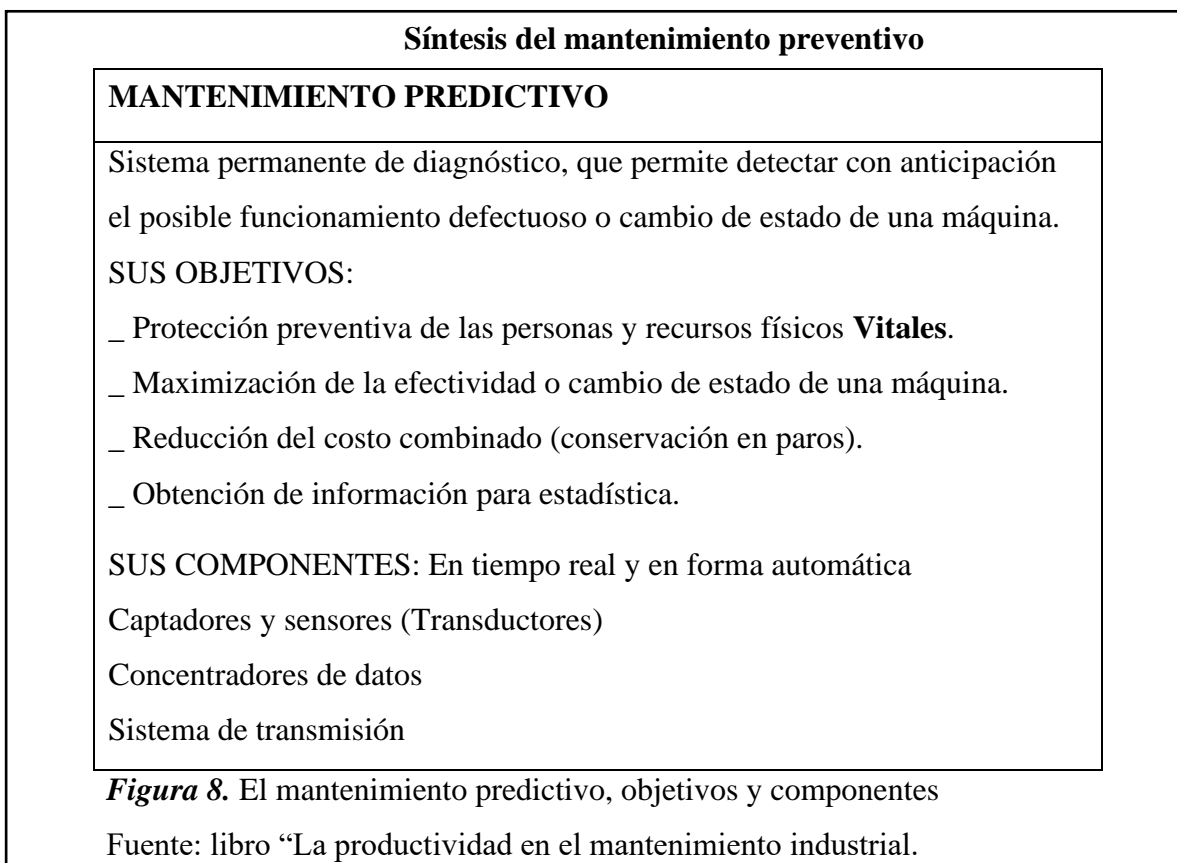
La clasificación del mantenimiento preventivo tiene una clasificación basada en una relación con los costos para su ejecución en predictivo, periódico, analítico, progresivo y técnico, cada uno de ellos está orientado a la prevención de fallas en los equipos a continuación presentamos cada uno de ellos exponiendo sus ventajas y desventajas.

a) Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo forma parte del mantenimiento preventivo, ayuda con la recolección de información referente de los equipos, así lo manifiesta Dounce (2007).

Este procedimiento de mantenimiento preventivo se define como un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad de servicio que esté entregando un equipo. Esto nos da la oportunidad de hacer con el tiempo cualquier clase de mantenimiento preventivo y, si lo atendemos adecuadamente, nunca se pierde la calidad del servicio esperado.

La recolección de información para realizar el mantenimiento predictivo se realiza mediante equipos especiales que utilizan elementos de entrada de información como captadores de señales o sensores, los cuales se disponen en la máquina a evaluar y son capaces de transformar energías ya sean de tipo lumínica, sonora, ultrasónica, radiante, vibratoria, y calorífica en señales eléctricas, las cuales son procesadas por el equipo y para poder ser interpretadas utilizan a los elementos de salida de información como la pantalla del equipo que muestra los datos, así como alguno gráficos, esta información se almacena y sirve para elaborar una base de datos que respalde las actividades de mantenimiento preventivo (Dounce, 2007, p. 41) .



b) Mantenimiento Periódico

Este tipo de mantenimiento se caracteriza por establecer un intervalo de tiempo definido para ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo para una máquina basado en el número de horas que ha estado en funcionamiento, En esta etapa del mantenimiento la máquina ingresa a un periodo conocido como conservación en el cual se busca que dicha máquina funcione por un periodo de tiempo prolongado sin ver afectada su capacidad de rendimiento. Posteriormente a esto la máquina ingresa a un periodo denominado Overhaul en el cual se realiza el desarmado total del equipo, se limpian las partes y se sustituyen aquellas partes que ya han cumplido con su vida útil de operación. (Dounce, 2007, p. 41).

El autor Dounce (2007) menciona que para la recolección de información que sustenta la realización de mantenimiento preventivo se utilizan instrumentos de medición.

La información proporcionada por el fabricante, sino también con la estadística de fallas, los trabajos que anteriormente se le han hecho, el punto de vista del personal de conservación y de operación que conocen el recurso (p. 47).

c) Mantenimiento Analítico

El mantenimiento preventivo hace uso del análisis de la información recolectada por los instrumentos, según Dounce (2007) manifiesta.

Este tipo de mantenimiento se basa en un análisis profundo de la información proporcionada por captadores y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales e importantes de la empresa, de tal manera que por medio de un programa de visitas, pueden ser inspeccionados con la frecuencia necesaria para anotar los datos y las lecturas resultantes, las cuales revisa un analista combinándolas con la información que, para el efecto, tiene en el banco de datos relativos al recurso, tal como el tiempo que ha estado trabajando sin que se produzca una falla, la carga de trabajo a que está sujeto, las condiciones del ambiente en donde está instalado, la cantidad y tipos de falla que ha sufrido (p. 49).

A través de la recolección de información se puede establecer una base de datos, con la cual se puede programar de manera oportuna la realización de actividades relacionadas al mantenimiento preventivo, aprovechando oportunidades en las cuales el equipo se encuentre en estado de reposo por alguna parada de producción programada, de manera que no se ve afectada la producción. (Dounce, 2007, p.49).

d) Mantenimiento Progresivo

El mantenimiento progresivo reparte las actividades de mantenimiento en diferentes subsistemas o mecanismo que componen un equipo, de manera que se realiza el mantenimiento sin necesidad de dejar en inoperatividad el equipo, Dounce (2007) expresa lo siguiente.

Este tipo de mantenimiento consiste en atender al recurso por partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de éste. Es necesario hacer una "rutina" donde suponemos dar este tipo de mantenimiento a un motor de combustión interna, el cual hemos dividido para su atención progresiva en los subsistemas de encendido, carburación, lubricación y enfriamiento; haciendo a cada uno de ellos los estudios de trabajos necesarios para reponer su fiabilidad, aunque sea de manera superficial, ya que se considera que a este recurso no tenemos necesidad de exigirle una alta fiabilidad (p.49).

Los documentos técnicos diseñados para acompañar la ejecución de este mantenimiento es el más sencillo de todos, pues solo ejecuta el mantenimiento si las piezas que componen un equipo necesitan ser reemplazadas, por ejemplo, una ficha técnica que contenga la marca, modelo, parámetros de operación, resistencia de materiales, etc. Por lo cual se convierte en un sistema poco costo, pero también en la menos fiable (Dounce, 2007).

e) Mantenimiento Técnico

Este tipo de mantenimiento obedece a los parámetros técnicos como tiempo de operación de una máquina para ejecutar dichas actividades así lo menciona Dounce (2007) a continuación.

Éste es una combinación de los criterios establecidos para el mantenimiento periódico y para el progresivo; es decir, mientras en el mantenimiento periódico tenemos necesidad de contar con que el recurso tenga un tiempo ocioso suficiente para repararlo, o en su defecto, tener un recurso de reserva; y en el mantenimiento progresivo estamos prácticamente a la expectativa de tiempos ociosos cortos, que coincidan aproximadamente con nuestras fechas programadas, en el mantenimiento técnico se atiende al recurso por partes, progresando en él cada fecha programada, la cual está calculada por un analista auxiliándose de la información necesaria para conocer el grado de fiabilidad del equipo y poder deducir el "tiempo para fallar" de cada etapa, con lo cual su programación o rutina de atención obligaría a atender al recurso un poco antes del mencionado tiempo.

El mantenimiento preventivo técnico tiene como característica principal obligar al operario de producción a ceder su equipo a cargo, al técnico encargado de brindar las actividades de mantenimiento, dejando de lado las operaciones de producción y mostrando prioridad por las condiciones de funcionamiento del equipo, a su vez el técnico está condicionado a ejecutar sus labores en los tiempos previamente establecidos a fin de minimizar los impactos de producción generados por esta suspensión de labores productivas (Dounce, 2007).

Tabla 3

Particularidades del mantenimiento preventivo.

TIPOS DE MANTENIMIENTO	CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS PARA SU APLICACIÓN
PREDICTIVO	Diagnóstico permanente (Automático).	Disponer de un equipo automático de diagnóstico.
	Trabajos efectuados sólo si se requieren.	Disponer de un equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio.
	Alto costo de implantación.	
	Económico y altamente fiable.	Necesitar alta confiabilidad y seguridad en la operación.
PERIÓDICO	Periodicidad de rutina establecida por horas trabajadas.	Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio.
	Cambio de partes por términos de vida útil o fuera de especificaciones.	Necesitar alta fiabilidad.
	Poco económico, pero fiable.	Conocer la vida útil de partes vitales para determinar su cambio.
ANALÍTICO	Diagnóstico permanente (manual).	Disponer de captadores, sensores y personal, para toma de lecturas y análisis.
	Cambio de partes por término de vida útil o fuera de especificaciones.	Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio
	Fiabilidad y economía medianas.	

TÉCNICO	<p>Periodicidad de rutina establecida por horas trabajadas.</p> <p>Cambio de partes por término de vida útil o fuera de especificaciones.</p> <p>Fiabilidad y economía medianas.</p>	<p>Disponer de equipo redundante, de reserva o de tiempo ocioso suficiente para no afectar el servicio.</p> <p>Necesitar mediana fiabilidad.</p> <p>Contar con estadística que permita análisis seguros.</p>
PROGRESIVO	<p>Periodicidad de rutina establecida por oportunidad de tiempo ocioso.</p> <p>Cambio de partes sólo por fuera de especificaciones</p> <p>Económico, pero poco fiable.</p>	<p>Disponer periódicamente de cortos tiempos ociosos del equipo.</p> <p>Necesitar poca fiabilidad.</p> <p>Contar con relación de fallas y recomendaciones del fabricante, que permitan fijar fechas aproximadas de atención.</p>

Fuente: Libro “La productividad en el mantenimiento industrial” 2007.

1.3.2.5.3. Indicadores de mantenimiento.

a) Confiabilidad

Según los investigadores Mesa, Ortiz y Pinzón (2006) expresan que “La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación” (p. 156).

La confiabilidad de un equipo o producto puede ser expresada a través de la expresión:

$$C(T) = e^{-\frac{\lambda t}{100}}$$

C (t) = Confiabilidad en un tiempo t dado

e = Constante Neperiana (e = 2.303...)

λ = Tasa de fallas (Número total de fallas por periodo de operación)

t = Tiempo

b) Disponibilidad

Según Pinto (1997) expresa que la disponibilidad es el indicador más importante mediante el cual se puede evaluar el mantenimiento en un equipo.

La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente (p. 89).

$$D(t) = \frac{TMEF}{TMEF - TMPR}$$

TMEF = Tiempo disponibles para la producción

TMPR = Tiempo en mantenimiento

c) Mantenibilidad

Una de las definiciones más aceptadas en cuanto al concepto de mantenibilidad se expone a continuación: “La probabilidad de reestablecer las condiciones específicas de funcionamiento de un sistema, en límites de tiempo deseados, cuando el mantenimiento es realizado en las condiciones y medios predefinidos” (Monchy, 1989, p. 24).

M(t) = Mantenibilidad en un tiempo t dado

e = Constante Neperiana (e = 2.303...)

$$M(t) = 1 - e^{-\frac{\mu t}{100}}$$

μ = Tasa de reparaciones (Número de horas totales por periodo de operación)

t = Tiempo

1.4. Formulación del problema.

¿Un sistema de gestión de mantenimiento preventivo mejoraría la confiabilidad de los equipos del área elaboración de la empresa Agropucalá S.A.A.

1.5. Justificación e importancia.

La empresa en la que se realizó la presente investigación no contaba con un sistema de gestión de mantenimiento preventivo, que tuviera como objetivo principal mejorar la confiabilidad de los equipos del área de elaboración de azúcar rubia doméstica en la empresa Agropucalá S.A.A.

La investigación se realizó en el área de elaboración de azúcar que comprende desde la recepción de jugo de caña hasta el envasado de los sacos de azúcar de la empresa Agropucalá S.A.A. Será importante porque dejará las bases planteadas acerca de la instalación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo que permitirá mejorar la confiabilidad de los equipos involucrados en elaboración de azúcar rubia doméstica.

Desde el aspecto informativo permitió conocer de manera directa a los equipos que forman parte del área de elaboración dando a conocer el estado actual del equipo, sus intervalos de tiempo de mantenimiento, el personal asignado para ejecutar esta operación y otros datos referentes a los equipos que son importantes.

El estudio tendrá un impacto positivo desde el análisis económico de la empresa, porque al brindar un mantenimiento oportuno a sus equipos, se reducirá el tiempo en el cual estos estarán inoperativos, permitiendo el normal funcionamiento de estos y contribuyendo con la rentabilidad de la empresa.

Además, la propuesta impactará de manera positiva en cuanto a la calidad del producto, porque contando la empresa con una alta disponibilidad de equipos se podrá optimizar el proceso de elaboración de azúcar rubia doméstica en cuanto a parámetros como proporciones de insumos, temperatura de evaporación de jugos, cocimiento de la masa, centrifugación de masa y envase del producto final, satisfaciendo las exigencias de los mercados nacionales.

La confiabilidad en los equipos es primordial dentro de todo proceso de producción de un bien, ayuda al aseguramiento de la calidad, contribuye con la seguridad de los operarios a cargo de esos equipos, genera confianza y mejora la relación hombre máquina, disminuye los tiempos muertos dentro del proceso.

1.6. Hipótesis.

Mediante un sistema de gestión de mantenimiento preventivo se logra mejorar la confiabilidad de los equipos del área elaboración de la empresa Agropucalá S.A.A

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo general.

Elaborar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los equipos del área elaboración de la empresa Agropucalá S.A.A.

1.7.2. Objetivos específicos.

- a) Realizar un diagnóstico del estado actual de la gestión de mantenimiento en el área de elaboración de la empresa.
- b) Realizar un inventario de equipos con los que dispone el área de elaboración.
- c) Identificar a los equipos críticos en el proceso de elaboración de azúcar rubia doméstica.
- d) Programar las actividades y recursos para el mantenimiento preventivo de los equipos según sus características y condiciones de trabajo.
- e) Realizar un análisis costo – beneficio para la propuesta.

CAPÍTULO II:
MATERIAL Y MÉTODO

II. MATERIAL Y METODO

2.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo, porque se planteó un problema de estudio delimitado y concreto, se derivó en objetivos, preguntas de investigación, y se procedió con la recolección de datos los cuales fueron cuantificados mediante números (cantidades) y se analizaron a través de métodos estadísticos.

Según la aplicación del estudio se utilizó el tipo descriptivo, porque se encargó de describir un problema real que acontece en el área de investigación, además se encargó del monitoreo y el registro de información que contribuyó a la descripción del fenómeno.

El propósito de la investigación fue de tipo aplicada, porque indagó el problema de la empresa, formulando una posible explicación del fenómeno, tuvo un principio cognoscitivo, y además se estimó los valores del resultado de la investigación.

Para la recolección de datos e información se trabajó con una investigación de tipo mixto ya que se realizó trabajo de gabinete, así como de campo.

Por el nivel de conocimientos utilizados en la investigación se aplicó el estudio de tipo descriptiva, porque se realizó en el lugar y tiempo en cual sucede el objeto de estudio, además implicó una recopilación y presentación sistemática de datos para la formulación de una idea concreta de la situación actual del problema.

Diseño de investigación

La presente investigación tuvo un diseño no experimental porque no se manipularon las variables de estudio, y además transversal porque se recogió la información en un solo momento.

2.2. Población y muestra.

La población, así como la muestra en la presente investigación estuvo constituida por el personal y los 218 equipos del área de elaboración, que fue segmentada según las características y funciones que presentan en la tabla 3.

Tabla 4

Segmentación de la población de equipos.

Equipo	Cantidad
Balanza de Jugo y azúcar	3
Bomba hidro cinética	1
Bombas de jugo, agua y vacío	41
Calentadores	8
Clarificadores	3
Pre – evaporadores	3
Evaporadores	8
Condensadores de vapor	12
Vacuum panes	10
Filtros de cachaza	3
Preparación de cal	9
Cristalizadores	15
Tanques agitadores de agua, semilla, jugo, jarabe, melaza	42
Motores eléctricos	50
Malla filtro tipo Mesh	1
Envasadores de azúcar	9

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Variables, Operacionalización.

Variable dependiente

Mejorar la confiabilidad de los equipos

Variable independiente

Sistema de gestión de mantenimiento preventivo.

Tabla 5*Operacionalización de la variable dependiente.*

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección de datos
Confiabilidad	Probabilidad de fallas	$F(t) = 1 - e^{-\frac{\lambda t}{100}}$	Observación	
	Confiabilidad	$C(t) = e^{-\frac{\lambda t}{100}}$		Guía de observación
	Tasa de fallas	$h(t) = \lambda$		Ficha de registro
	Tiempo promedio para falla	$TPPF = \frac{1}{\lambda}$	Análisis documentario	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6*Operacionalización de la variable independiente.*

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnicas de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos		
Sistema de gestión de mantenimiento	Planeación	Análisis de la situación actual	Encuesta	Cuestionario		
		Análisis de las causas potenciales				
		Programación de las actividades de mejora				
	Realización	Implementación de las soluciones			Entrevista	Guía de entrevista
	Verificación	Medición de los resultados				
		Estandarización del mejoramiento				
	Actuación	Documentación de las soluciones				

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnicas de recolección de datos

En la presente investigación se utilizaron las siguientes técnicas para la recolección de datos, las mismas que permitieron la realización de la propuesta.

Observación. Se utilizó en la investigación para poder observar tanto a la variable dependiente e independiente de manera clara y precisa, además ayudó a obtener un panorama del estado en el que se encontraban, sirviendo de base para la planificación del estudio.

Análisis documentario. Los documentos proporcionados por el área de mantenimiento de la empresa fueron analizados y permitieron disponer de información técnica de los equipos, así como de los parámetros de funcionamiento de cada uno de ellos, dimensiones y demás datos importantes. No existieron registros que contuvieran indicadores de mantenimiento como disponibilidad, confiabilidad.

Encuesta. La recolección de información de una fuente primaria fue importante, para la realización de la propuesta porque ayudó a elaborar una base de datos con información de la gestión de mantenimiento de los equipos del área elaboración. Se utilizó un cuestionario de 15 preguntas y la información fue procesada utilizando el software estadístico IBM SPSS Statistics 19.

Entrevista. Por medio de esta técnica se realizó un diálogo formal con los jefes de cada área de la empresa, los mismos que desde su perspectiva permitieron conocer el estado en el que se encontraba la gestión de mantenimiento y de la importancia que se debe asignar para poder tener equipos operativos y confiables.

Instrumentos de recolección de datos

Guía de observación. En primera instancia para el registro de información se utilizó la guía observación que es un formato que permite recolectar información referente al tema a investigar, además de ello se puede asignar niveles de evaluación y criterios propios según el enfoque del investigador.

Ficha de registros. La información fue recolectada mediante un formato elaborado por el investigador, en donde se dejó en constancia del estado de los equipos del área en estudio, así mismo de los indicadores de gestión de mantenimiento en la empresa.

Cuestionarios. Se procedió con la formulación de preguntas utilizando como la base la variable dependiente para poder realizar un primer diagnóstico acerca del estado en la que se encuentra, permitiendo realizar un cuestionario de 15 preguntas.

Guía de entrevista. La investigación permitió recolectar información de primera fuente como fue una entrevista con los jefes de cada área de la empresa, recogiendo valiosa información, se formularon preguntas para diagnosticar la variable independiente.

Diagrama Causa – Efecto. También conocido como diagrama de Ishikawa o espina de pescado, fue utilizado para graficar las diferentes teorías que dieron origen al estado en el que se encontró la gestión de mantenimiento y ayudaron a determinar cuáles son los puntos más urgentes para poder iniciar con la propuesta.

Diagrama de Pareto. Mediante la realización del presente instrumento se graficaron barras ordenadas decrecientemente ubicadas de izquierda a derecha y se asignaron escalas de valoración para establecer que el 20% de las causas son el origen del 80% de los problemas encontrados.

Gráfico de barras. Instrumento que utiliza a los gráficos de barras para representar cantidades de información recolectadas en la investigación a efecto de cuantificarlas, permitió su visualización para comparar un indicador con respecto a otro factor.

Gráficos circulares. Ayudaron a representar gráficamente información mediante un círculo que se muestra generalmente segmentado según los indicadores que contengan ayudaron al análisis y la comparación de información.

Procedimientos generales. Consiste en actuar de manera clara y precisa con respecto a las acciones implementadas en la fase de planificación de manera que busca corregir forma amplia los procedimientos establecidos.

Registros e instructivos de trabajo. Consiste en la implementación de un archivo que contenga un registro detallado de la ejecución de los trabajos ejecutados en planta, en donde se almacena datos importantes que pueden ser utilizados en la planificación del mantenimiento.

2.5. Procedimientos de análisis de datos.

Los datos necesarios para esta investigación se recogieron utilizando técnicas como la observación, encuesta, luego se elaboró una base de datos y se procesó y analizó la información utilizando Excel y IBM SPSS Statistics 19. Esos resultados fueron presentados en tablas y figuras para su interpretación. Datos históricos proporcionados por la empresa, observación, investigación de campo y con ayuda de un software.

Los datos recolectados por la encuesta aplicada a los trabajadores del área elaboración, fueron ingresados en el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 19 para disponer de una base de datos para procesar la información, el primer análisis obtenido fue el indicador de confiabilidad de la encuesta denominado Alpha de Cronbach, el cual indicó una correlación entre las variables de estudio correspondientes al 78% siendo un valor aceptable para denominar a la encuesta como confiable.

Tabla 7

Resumen del análisis de los datos.

	Ítem	N	%
Casos	Válidos	25	33,3
	Excluidos	50	66,7
	Total	75	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8

Estadísticos de fiabilidad.

Alfa de Cron Bach	N de elementos
,78	15

Fuente: Elaboración propia.

2.6. Aspectos éticos.

Confidencialidad. Este principio ético fue utilizado en la investigación, y se encargó de garantizar que la información obtenida mediante los instrumentos de recolección de datos y la información proporcionada por la empresa se mantuvieran bajo estrictas medidas de seguridad, quedando automáticamente prohibido el acceso y difusión a la misma, adquiriendo las responsabilidades legales que representa la violación a este aspecto.

Originalidad. La presente investigación adquiere tal denominación debido a que no presenta antecedentes de haberse realizado en la organización una investigación similar, revelando una situación preocupante en el contexto de la gestión de mantenimiento de equipos del área elaboración en cuanto al manejo de indicadores como disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, que son las principales ratios para medir la efectividad de las acciones emprendidas en mantenimiento.

Veracidad. La información presentada en la investigación se declara como veraz y autentica, asumiendo el compromiso y responsabilidad de la manipulación de esta información es recopilada de fuentes primarias como base de datos del área elaboración y otra es recolectada mediante instrumentos como entrevista, encuesta, y formatos.

Consentimiento informado. La investigación se encuentra respaldada por la autorización del gerente de la empresa Agropucalá S.A.A. quien en todo momento brindó facilidades para el acceso al complejo industrial. Así mismo se contó con el consentimiento del gerente de fábrica y los jefes de las áreas elaboración, mantenimiento, maestranza, taller eléctrico, calderos. Cabe resaltar el apoyo de los trabajadores quienes manifestaron estar de acuerdo con la propuesta de estudio.

Valor social. El incremento de la confiabilidad en los equipos del área elaboración benefició a la producción de azúcar, la misma que al ser comercializada se utilizó para el pago de las responsabilidades de la empresa con sus colaboradores, entre ellas el cumplimiento de sus remuneraciones de manera oportuna y pago seguro social, beneficiando de manera directa a las familias de los trabajadores las mismas que dependen económicamente de la empresa para solventar sus gastos básicos.

2.7. Criterios de rigor científico.

Credibilidad. Es el valor de la verdad que se evidenció en la investigación, reflejada en la no manipulación de datos recogidos por el investigador, así como la no alteración de la información cedida por la empresa para la realización del estudio y por último se incentivó a que los operarios que formaron parte de la encuesta respondieran fidedignamente al igual que a los jefes de área con los que se realizó la entrevista.

Transferibilidad, aplicabilidad. Se estableció una metodología ordenada, secuencial y lógica para realizar la propuesta de estudio de manera que si surge la necesidad de que esta investigación sea aplicada en otra institución con similares problemas los resultados esperados serán lo más parecidos posibles, siempre y cuando el contexto operacional sea similar al que se expone en la investigación.

Consistencia. La teoría utilizada para la base científica de la presente investigación ha sido obtenida de literatura objetiva, verás y confiable. De igual manera los procedimientos de recolección y procesamiento de información han sido realizados bajo estrictos procesos operacionales, los mismos que aseguran que la información mostrada en esta investigación sea sólida y consistente.

Neutralidad / objetividad. La investigación a lo largo de su desarrollo no se inclinó por beneficiar a ninguna de las variables en estudio, se mantuvo el criterio de neutralidad al momento de realizar la medición de datos. La objetividad también formó parte importante del estudio porque se alcanzó el objetivo general y se cumplió con los objetivos específicos.

Relevancia. La importancia que asume esta investigación se encuentra respaldada por los resultados obtenidos, que permitieron contrastar los objetivos con los resultados. Los mismos que se utilizaron para realizar una discusión con otras investigaciones con características similares.

CAPÍTULO III:

RESULTADOS

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la empresa.

3.1.1. Información general.

Razón social

AGROPUCALÁ S.A.A.

RUC

20113657872

Misión

“Somos una empresa agrícola dedicada al cultivo de caña de azúcar para su posterior comercialización, mediante procesos que buscan alcanzar la mayor calidad, equilibrio ambiental y bienestar socio laboral”

Visión

“Liderar el sector del cultivo azucarero nacional, ofertando al mercado un producto de primera calidad, mediante procesos enmarcados en las buenas prácticas agrícolas, medio ambientales y de responsabilidad social, que nos permitan ser modelo de desarrollo empresarial, beneficiando directamente a nuestros colaboradores, las comunidades asentadas en el ámbito de influencia y el desarrollo de la región”

Ubicación

Se encuentra ubicada en la parte norte de la costa peruana, en la región Lambayeque, provincia de Chiclayo, distrito de Pucalá en la dirección Av. Pioneros de Roschdale S/N. Sus coordenadas de ubicación geográfica son 6°46'30'' latitud Sur y 79°36'54'' latitud Este.

Jornada laboral de la empresa

La organización cuenta con tres turnos de trabajo de manera que produce las 24 horas del día, turno A de 4.00 am hasta 12.00 m – turno B de 12.00 m 8.00 pm y turno C de 8.00 pm hasta 4.00 am.

Tabla 9*Número de trabajadores en la empresa.*

SECCIÓN	ACTIVOS	CONTRATADOS	DESTAQUES	LICENCIAS	S. TOTAL
TRAPICHE	50	6	2	0	58
ELABORACIÓN	73	3	1	3	79
CALDEROS	51	2	0	0	53
LABORATORIO	24	0	0	0	24
IMPUREZAS	25	0	0	1	26
ANÁLISIS	2	1	0	0	3
TALLER	49	6	0	3	58
MAESTRANZA					
TALLER ELÉCTRICO	20	0	0	3	23
INSTRUMENTACIÓN	1	3	0	1	5
MANTENIMIENTO	22	2	0	0	24
SEG. INDUSTRIAL	21	0	0	2	23
PLANTA ALCOHOL	15	0	0	0	15
OFICINAS	9	1	0	2	12
COORDINACIÓN	3	0	0	0	3
ALMACÉN	16	0	0	1	17
TÓPICO DE FÁBRICA	3	0	0	0	3
TOTAL	384	23	3	16	426

Fuente: Elaboración propia.

Al mes de Julio del presente año la empresa cuenta con un total de 426 trabajadores, de los cuales 384 se encuentran en estado activo distribuidos en 16 secciones, según el número de operarios la empresa se clasifica como gran empresa debido a que sobre para el límite establecido de 250 trabajadores en planilla.

Equipos del área elaboración de la empresa

Balanza de jugo



Figura 9. Este equipo consta de un tanque superior, una balanza y un contó metro.
Fuente: Elaboración propia.

Planta de cal



Figura 10. Constituida por un motor eléctrico, un tanque y mecanismos de transmisión.
Fuente: Elaboración propia.

Equipos calentadores



Figura 11. Están constituidos por dos series de 3 equipos y trabajan en paralelo.
Fuente: Elaboración propia.

Tanque flash



Figura 12. En este equipo al jugo de caña se le añade floculante permitiendo ganar peso a las partículas de impurezas presentes en el jugo ayudando a sedimentarlas.
Fuente: Elaboración propia.

Equipos clarificadores



Figura 13. El jugo ingresa al clarificador de arriba hacia abajo, el equipo se compone internamente de 4 niveles, permitiendo clarificar el jugo y obtener la cachaza.
Fuente: Elaboración propia.

Bombas de jugo



Figura 14. Las bombas utilizadas en el área son de tipo centrífugas y son accionadas por un motor eléctrico con alimentación de 440 kW.
Fuente: Elaboración propia.

Filtros Oliver



Figura 15. La cachaza obtenida en los clarificadores aún es rica en sacarosa por eso se envía a los filtros en donde a través de vacío se aspira el jugo y se envía al sistema.
Fuente: Elaboración propia.

Filtro tipo de malla Mesh



Figura 16. El jugo clarificado se filtra para eliminar el bagacillo y demás impurezas.
Fuente: Elaboración propia.

Equipos Pre - evaporadores



Figura 17. El jugo filtrado ingresa a los equipos pre - evaporadores, permitiendo a través de temperatura aumentar la concentración de sacarosa presente en el jugo.
Fuente: Elaboración propia.

Equipos evaporadores



Figura 18. Los evaporadores se constituyen de cuatro cuerpos de simple efecto, el flujo de jugo va de izquierda a derecha y al final del proceso se obtiene jarabe.
Fuente: Elaboración propia.

Vacuum panes



Figura 19. El jarabe es la materia principal con la que se alimenta a los Vacuum panes, los cuales a través del cocimiento forman una masa permitiendo la formación del grano.
Fuente: Elaboración propia.

Bomba de vacío



Figura 20. El vacío es la ausencia de presión, y se utiliza para disminuir el punto de ebullición de los fluidos, son accionados por un motor eléctrico de 440 kW.
Fuente: Elaboración propia.

Equipos de centrifugado



Figura 21. La masa formada en los Vacuum panes se descarga a las centrífugas en donde se inicia un proceso de separación por densidades, obteniendo azúcar y melaza. Fuente: Elaboración propia.

Equipos de envasado



Figura 22. El azúcar se almacena en una tolva, y se descarga en sacos de 50 kg con una balanza se regula el peso, se cosen los sacos con hilo industrial y se almacenan. Fuente: Elaboración propia.

Niveles de Producción

Tabla 10

Datos de producción y rendimiento toneladas de caña/bolsas de azúcar junio 2018.

FECHA	CAÑA DE AZÚCAR (Toneladas)	N° BOLSAS DE AZÚCAR (50 Kg)	RENDIMIENTO (Tonelada/N° bolsa)
01-jun	1273	2880	2.26
02-jun	3336	3552	1.06
04-jun	2693	5040	1.87
05-jun	2802	4704	1.68
06-jun	3806	5808	1.53
07-jun	2866	5568	1.94
08-jun	2735	6192	2.26
09-jun	2405	2784	1.16
11-jun	2988	5904	1.98
12-jun	3030	4704	1.55
13-jun	2985	5088	1.70
14-jun	1817	6000	3.30
15-jun	2566	4512	1.76
16-jun	1963	4032	2.05
18-jun	2934	4512	1.54
19-jun	2816	7152	2.54
20-jun	932	3840	4.12
21-jun	3531	7632	2.16
22-jun	2693	5040	1.87
23-jun	2802	4704	1.68

Fuente: Elaboración propia.

La información fue recogida por el autor de la investigación durante el mes de junio entre los lunes a sábado. Se procedió a establecer una relación promedio de rendimiento correspondiente a 2 bolsas de azúcar de 50 kg por cada tonelada de caña procesada.

Reseña histórica de la empresa

Es una empresa dedicada a la siembra, cosecha, proceso de producción y venta de azúcar rubia doméstica, así como de sus derivados: alcohol, melaza y bagazo; que tiene presencia en el mercado regional y nacional desde hace más de 100 años. En la actualidad esta organización cuenta con dos empresas: AGROPUCALÁ S.A.A. e INDUSTRIAL PUCALÁ S.A.C.

AGROPUCALÁ es una empresa dedicada al cultivo de la caña de azúcar; con lo cual cuenta hectáreas de terreno propias; mientras que INDUSTRIAL PUCALÁ S.A.C. es una empresa dedicada a la elaboración del azúcar y alcohol.

Cabe mencionar que la Sociedad Agrícola Pucalá Ltda. (Hoy AGROPUCALÁ S.A.A. e INDUSTRIAL PUCALÁ S.A.C.), se constituyó mediante Escritura Pública por María E. Izaga de Vargas, Francisca Adela Izaga, María Rosa Izaga de Silva, María Teresa Izaga de Castañeda, María Josefa Izaga y José Enrique Izaga, el 05 de marzo de 1908, extendida ante el Notario Martín Herrera e inscrita a fojas 77 del tomo 35 del Registro de Sociedades Mercantiles de Chiclayo.

Esta empresa desde 1908 a la fecha ha pasado por tres grandes etapas: Época de Hacienda (1908 - 1969), Época Cooperativa (1970 - 1999) y Época de Privatización (1999 – a la fecha).

Época de Hacienda

Se caracterizó por la presencia del “hacendado”, “gamonal” o “patrón”, que era la suprema autoridad de la hacienda. Él tenía la facultad exclusiva para administrar su empresa de la forma que mejor le pareciera. Él decidía quién debía trabajar en su hacienda, en qué puesto de trabajo, cuánto debía ganar y hasta el tipo de castigo que debía imponérsele al trabajador que resquebrajaba su autoridad.

Época Cooperativa

El 03 de marzo de 1970, mediante el Decreto Supremo N° 46-70-AG, se declaró la afectación de la Sociedad Agrícola Pucalá Ltda. S.A., en virtud del Decreto Ley N° 17716 (Ley de Reforma Agraria). La Hacienda Pucalá se convirtió en Cooperativa Agraria de Producción Pucalá Limitada N° 36 (CAP. PUCALÁ LTDA. N° 36). En esta fecha se constituyó el Comité Especial de Administración del Complejo Agroindustrial Pucalá S.A.; quienes después dieron pase para que administren la empresa al Consejo de Administración, Consejo de Vigilancia y Comités Especializados de Campo, Fábrica, Administración y Servicios.

La mala administración de los trabajadores y la mala política del gobierno central, fueron determinantes para que Pucalá, al igual que otras empresas azucareras del país, poco a poco fueran entrando en una severa crisis social, económica y financiera, que determinó el cambio de modelo empresarial: de ser cooperativa pasar a empresa privada, en virtud del Decreto Legislativo N° 802, dado por el gobierno de Alberto Fujimori Fujimori, el 12 de marzo de 1999.

Época de Privatización

Según Fujimori, el propósito del Decreto Legislativo N° 802 o Ley de Reactivación y Saneamiento Socio - Económico de las Cooperativas Azucareras era subsanar la crisis existente en dichas empresas.

Pero la verdadera intención de este gobierno fue privatizar a las cooperativas, para deshacerse de ciertos compromisos o cargas sociales; y a la vez, que el Estado pueda ser objeto de préstamos de la Banca Internacional.

Las Administraciones Judiciales

Debido al Decreto Legislativo N° 802, el 21 de setiembre de 1999, se inició el proceso de privatización de Pucalá el cual no dio el resultado que todos esperaban; por el contrario, originó una serie de abusos y atropellos de los derechos laborales de los trabajadores, que dio lugar a que el Poder Judicial nombrara provisionalmente una Administración Judicial.

En el caso de Sociedades Anónimas, las Administraciones Judiciales realizan las funciones asociativas y ejecutivas de un Directorio, pero el resto de su organigrama sigue guardando el mismo esquema de empresas privadas de este rubro.

Estas Administraciones Judiciales, nombradas por el Poder Judicial son para resolver, en un periodo de tiempo determinado, los conflictos de carácter social – laboral y jurídico que pudiera haber en una empresa.

En el caso de Pucalá su objetivo principal es convocar a Junta General de Accionistas, para que la empresa quede saneada jurídicamente.

Empresa Agropucalá S.A.A.



Figura 23. Parte frontal del área elaboración Agropucalá S.A.A.

Fuente: Internet

Bolsa de azúcar de 50 kg.



Figura 24. Presentación del producto final

Fuente: Elaboración propia.

Organigrama estructural Agropucalá S.A.A.

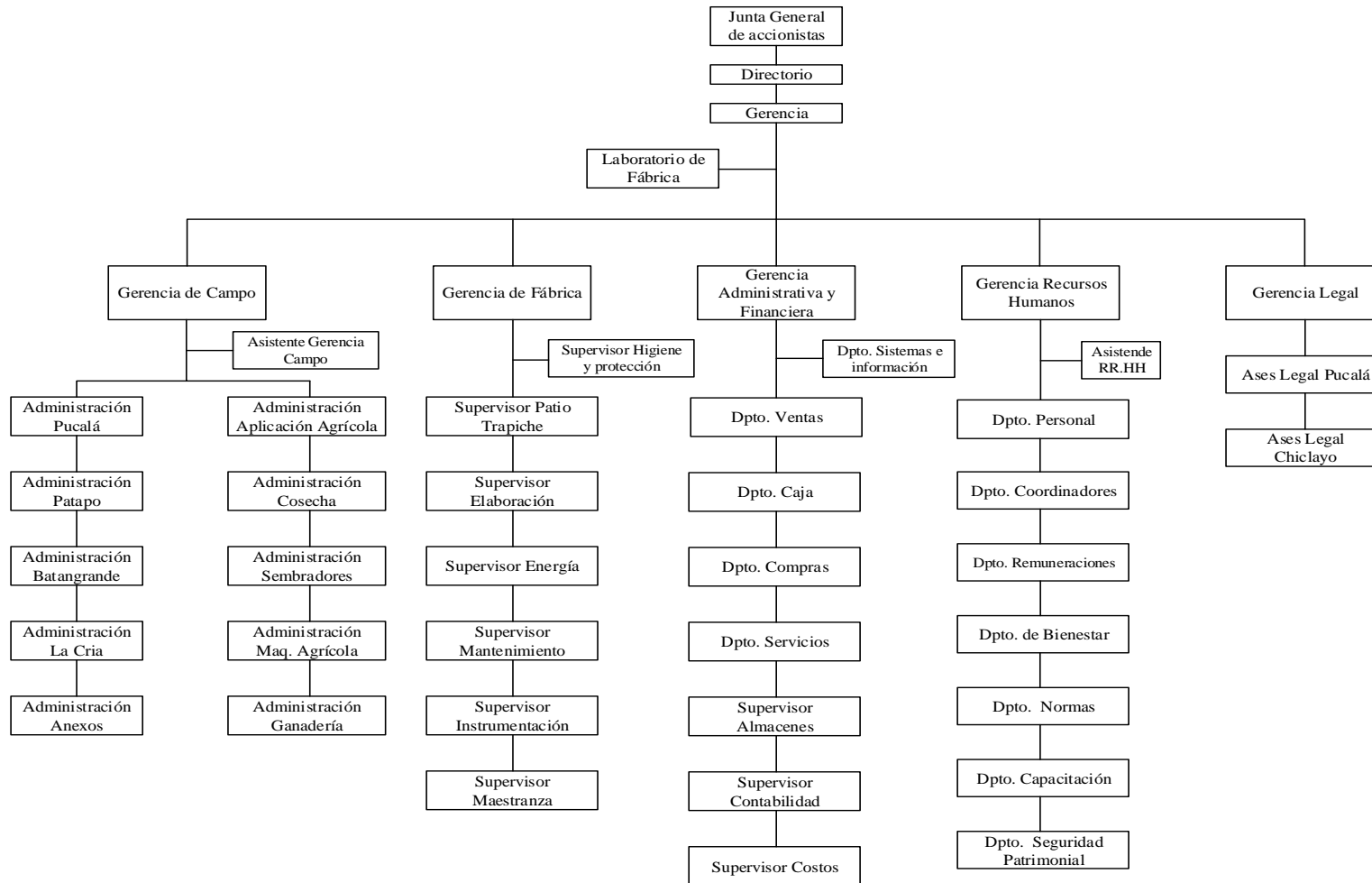


Figura 25. Organigrama estructural de la empresa Agropucalá S.A.A.

Fuente: Agropucalá S.A.A. departamento de recursos humano.

3.1.2. Descripción del proceso productivo.

El proceso de producción de azúcar rubia doméstica en el ingenio azucarero requiere de 8 etapas debidamente identificadas, las cuales se explican a continuación, cabe resaltar que en la empresa se utiliza el sistema de tres templas para la elaboración de azúcar.

Tabla 11. Composición química de los tallos y de los jugos de la caña de azúcar.

Promedio de la composición química de los tallos y de los jugos de la caña de azúcar.

Constituyentes químicos	Porcentaje %
<u>En los tallos:</u>	
Agua	73 - 76
Solidos	24 - 27
Solidos solubles (brix)	10 - 16
Fibra (Seca)	11 - 16
<u>En el jugo:</u>	
Azúcares	
Sacarosa	75 - 92
Glucosa	70 - 88
Fructuosa	2 - 4
<u>Sales:</u>	
Inorgánicas	3.0 - 3.4
Orgánicas	1.5 - 4.5
Ácidos orgánicos	1 - 3
Aminoácidos	1.5 - 5.5
<u>Otros no azúcares:</u>	
Proteínas	0.5 - 0.6
Almidones	0.001 - 0.050
Gomas	0.3 - 0.6
Ceras, grasas etc.	0.15 - 0.50
Compuestos fenólicos	0.10 - 0.80

Fuente: Meade y Chen (1977).

La sacarosa es componente principal con el que se elabora la azúcar rubia, actualmente en el ingenio azucarero se alcanza rendimientos del 10% de sacarosa por tonelada de caña molida, utilizado el tipo de caña.

3.1.2.1.1. Recepción y preparación de materia prima.

El proceso inicia con la recepción de la caña de azúcar al ingenio azucarero la cual es transportada por tráileres de doble carreta desde los campos de cultivo, cada compartimiento puede transportar 25 toneladas de caña aproximadamente. Los tráileres al ingresar son pesados y tarados por una balanza de tipo plataforma Mettler Toledo con capacidad de 60 toneladas para determinar la cantidad de caña que ingresa a fábrica.

El tráiler que contiene la caña continua su recorrido dentro de planta hasta posicionarse en un área específica, donde una grúa de tipo hilo con capacidad de 30 toneladas, engancha y levanta los laterales de la carreta para sacar la caña de la tolva.

Inmediatamente la caña se deposita en la mesa de lavado N°2, en donde sube a través de los conductores accionados de forma independiente según el criterio del operador, al final del recorrido la caña cae sobre el conductor N°2, en donde se lava por medio de agua a temperatura, ubicada al final de este conductor se encuentra un dispositivo llamado Cardin Drum que sirve para remover la caña, separarla de la tierra y piedras provenientes del campo de cultivo.

Continuando con el proceso la caña pasa al conductor N°3, donde otro chorro de agua caliente continúa lavándola, un segundo nivelador entra en acción, regulando la carga de caña antes de ingresar a una primera batería de machetes, en donde la caña es tronzada en partes de 30 cm aproximadamente. El proceso continúa con la caída de los trozos a desnivel a un 4to conductor que transporta la caña tronzada para ingresarla al trapiche.

La caña tronzada avanza por en el conductor N°4 y en la parte alta de este se encuentra un nivelador llamado kicker, que se encarga de regular la caída de los trozos al desfibrador de martillo tipo Shredder, que realiza la separación en fibras de los trozos preparándola para iniciar el proceso de extracción de jugo en los molinos de trapiche.

3.1.2.2. Extracción de jugo de caña.

La caña completamente desfibrada sube a través de un quinto conductor y por medio de un chute ingresa hacia la parte alta del primer molino compuesto de 4 masas de 20 toneladas de peso cada una, en el molino n°1 la separación entre masas es mayor considerando que las fibras de la caña son ricas en jugo y por ende son de mayor dimensión, aquí se extrae un primer jugo el mismo que se colecta en una tina y por medio de sistema de bombeo y tuberías se envía directamente a una balanza de jugo con capacidad de 6 toneladas de almacenamiento.

La molienda continua con la caída de las fibras a un segundo elevador iniciando el proceso antes descrito para extraer jugo, conforme el proceso sigue la distancia de separación entre masas de los molinos se reduce ayudando a extraer la máxima cantidad de jugo posible, para facilitar la extracción de jugo se añade un líquido especialmente tratado llamada agua de imbibición a una temperatura de 90°C, el cual humedece la fibra y ayuda a la extracción de jugo, el proceso termina con salida del 6to molino de un residuo llamado bagazo, el mismo que contiene baja cantidad de humedad, y que se utiliza como combustible en los calderos para producir la energía motriz que alimenta la planta.

Este flujo de vapor ingresa a la casa de fuerza de la planta para generar energía eléctrica que abastece a sus equipos, ese mismo vapor también es conducido por medio de tuberías a las turbinas de cada molino la cual ingresa a una presión de 145 psi y 360°C, haciendo girar la turbina a 4500 RPM y por medio de engranajes se logra reducir la velocidad a 6 RPM para hacer girar a la masa principal de los molinos.

El jugo extraído de los molinos 4, 5 y 6 se colecta y se envía a la misma balanza en donde se junta con el jugo del molino n°1. Actualmente la empresa cuenta con la operatividad de los molinos n°1, 4, 5 y 6, mientras que los molinos 2 y 3 se encuentran en estado de reparación. El área elaboración inicia con la recepción del jugo extraído del trapiche, y el primer equipo es la balanza de pesado de jugo, la cual a la pesa 6.5 toneladas de jugo y a través de un mecanismo se descarga hacía unos filtros.

3.1.2.3. Encalamiento del jugo.

La preparación de la sustancia se realiza en la planta de cal ubicada a 30 metros de la balanza, a través un sistema de bombeo y de tuberías se conduce hasta un tanque de capacidad de 20 litros ubicado al costado del tanque de la balanza de pesado, y conectados mediante una tubería en donde la cal empieza a acumularse, el balance de esta sustancia es de 0.790 kg de cal por tonelada de jugo disuelta en 18 litros de agua, para alcanzar una concentración entre 8 a 10° Baumé.

El propósito de añadir la lechada de cal al jugo de caña extraído es ayudar a regular los niveles de pH del jugo que deben encontrarse entre en una escala entre 7 y 8. El proceso de añadir la cal al jugo se realiza en simultáneo de manera que antes de pesar las 6 toneladas de jugo se realiza la descarga de la cal disuelta.

3.1.2.4. Clarificación del jugo encalado.

Antes de ingresar a los equipos clarificadores el jugo encalado pasa por una serie de filtros a fin de colar las partículas más grandes, este jugo por medio de bombas es impulsado a los equipos calentadores que se encuentran dispuestos en serie de 3 en donde el jugo alcanza una temperatura de 105°C como máximo y mínimo de 95°C. El jugo proveniente de los calentadores se filtra una vez más sobre una malla de acero inoxidable fija de 80 Mesh con una abertura de 0,198 mm separando las partículas más finas y bagacillo.

El jugo calentado ingresa al tanque flash el mismo que permite eliminar los gases y reducir la velocidad con la que llega de los calentadores, aquí se añade una sustancia llamada floculante, la misma que se prepara en un contenedor líneas más arriba con aproximadamente 5 kg de floculante y agua a 40°C, el floculante añade peso a las partículas y ayuda a sedimentarlas enviándolas al fondo del recipiente.

Finalmente este jugo llega a unas válvulas en donde se reparte hacia los equipos clarificadores, que constan internamente de cuatro cuerpos iniciando el flujo de arriba hacia abajo, en medio de este equipo se dispone un eje que atraviesa verticalmente los cuatro cuerpos y en el cual internamente se ubican unas paletas que hacen girar el jugo en cada compartimiento, esparciendo las impurezas hacia las paredes del equipo y centrifugando el jugo limpio, realizando el mismo proceso en cada compartimiento hasta llegar a la parte final en donde se obtiene un jugo de características casi transparentes y de agradable sabor.

La porción de jugo que escurre por las paredes de los clarificadores se le denomina cachaza se colecta y mediante un sistema de bombeo que la envía a los filtros Oliver, en donde se mezcla con el bagacillo proveniente del caldero n°5, formando una torta que es rica en sacarosa, esta masa se impregna en los tanques rotatorios de los filtros y por medio de vacío es extraída y enviada al tanque de la balanza que colecta los jugos que vienen de trapiche.

3.1.2.5. Evaporación del jugo clarificado.

El jugo clarificado ingresa a un proceso de pre - evaporación a fin de eliminar un porcentaje de agua presente en el jugo, para esto hace uso de uno de los tres equipos disponibles los cuales son el Pre-Squier, Pre BMA, y el Pre Francés (Pre Mc Neil), la temperatura que alcanza es cercana a los 105°C y para llegar a este rango de funcionamiento tiene que recibir el vapor proveniente de los turbogeneradores y de las turbinas de los molinos a una presión de 30 psi y 150°C.

El proceso continúa con el ingreso del jugo proveniente de los pre evaporadores a los equipos de evaporación, que reciben el vapor vegetal originado por la evaporación de los jugos a una presión de 15 psi y 125°C de temperatura, los mismos que se constituyen por dos baterías de cuatro cuerpos cada una, la primera de marca Fletcher (Batería inglesa) y la otra batería de marca Babcock & Wilcox (Batería Francesa), ambos equipos pueden trabajar de forma independiente o simultánea según la carga de jugo procesada, al término de este proceso el jugo se transforma en jalea que es una sustancia de mayor viscosidad y rica en azúcares que sirve como materia prima para la elaboración de azúcar.

3.1.2.6. Cocimiento y cristalización de masas.

La jalea se transporta por medio de tuberías a un tanque para ser almacenada y de allí se dispone su uso, el cocimiento de masas se realiza en los equipos llamadas Vacuum panes que son una especie de tanques de gran capacidad en donde se cocina la masa hasta lograr el desarrollo del grano de azúcar manteniendo los parámetros de elaboración como brix y pureza.

En la empresa se dispone de 8 Vacuum panes para la elaboración de azúcar y se utiliza el sistema de tres templas para el cocimiento de masas, empezando por el Vacuum pan n°1 que utiliza la Jalea del tanque y agua para cocinar la masa de tipo A producto de su centrifugación se obtiene la miel de tipo A, que se utiliza para cocinar la masa B en el Vacuum pan n°2 a la cual se le añade agua para formar la masa comercial B, producto de

esta centrifugación se obtiene la miel de tipo B, que sirve para formar grano y cocer la masas de tipo C que se realiza en los Vacuum panes 6, 5, y 4.

En los Vacuum panes 1, 2 y 3 se utiliza para elaborar la semilla o masa tipo C, que sirve como alimentador para realizar la masa comercial de tipo B. Este proceso también puede realizarse de forma inversa empezando desde la masa tipo C hasta llegar a la masa comercial tipo A.

3.1.2.7. Centrifugación de la masa.

Las masas pueden ser de tres tipos A, B y C, los tres tipos de masas tienen como consecuente proceso la centrifugación de estas para obtener subproductos como las mieles de tipo A, B y la semilla, además en etapa del proceso se obtiene la melaza que es un sub - producto de la centrifugación de la masa C, la melaza se utiliza para la obtención de alcohol y es pesada y enviada a una planta aledaña para su aprovechamiento.

La centrifugación no es más que el proceso de separación por densidades de la miel y los cristales de azúcar presentes en la masa utilizando la fuerza centrífuga generada en la olla giratoria de este equipo que alcanza velocidades de hasta 4000 RPM en un tiempo de 3 minutos, este efecto hace que la masa se estrelle contra las paredes de la olla en las cuales se dispone malla que filtra a los cristales separando el grado de la miel.

La miel que se obtiene producto de la centrifugación es almacenada en unos contenedores llamados cristalizadores a fin de enfriar su masa y aumentar su cantidad de azúcares para ser utilizada en la elaboración de masas. Mientras que el grado separado pasa a denominarse azúcar y cae a unos conductores de tipo tornillo sin fin acarreándola hasta unos elevadores de tipo capucha, subiendo a lo alto de unos conductores y depositándose en un tanque que almacena el azúcar comercial de tipo A y el de tipo B mezclándose ambas.

3.1.2.8. Envasado y almacenamiento de azúcar.

El azúcar contenido en la tolva de almacenamiento, se envasa en sacos de papel o bolsas de capacidad de 50 Kg, para ello se hace uso de un equipo dosificador que permite medir el peso exacto, seguido de una máquina cosedora de sacos y una banda transportadora para mover fácilmente el saco en el proceso indicado, al término de la banda conductora la esperan dos operarios encargados de apilar los sacos en un pallet de madera en donde las acondicionan en 6 filas de 8 columnas ordenadas entrecruzadas.

Un montacargas de 5 toneladas de capacidad se encarga de mover el pallet armado y lo transporta hacia la zona de almacenamiento en espera de su venta y posterior carguío a unidades de transporte designadas.

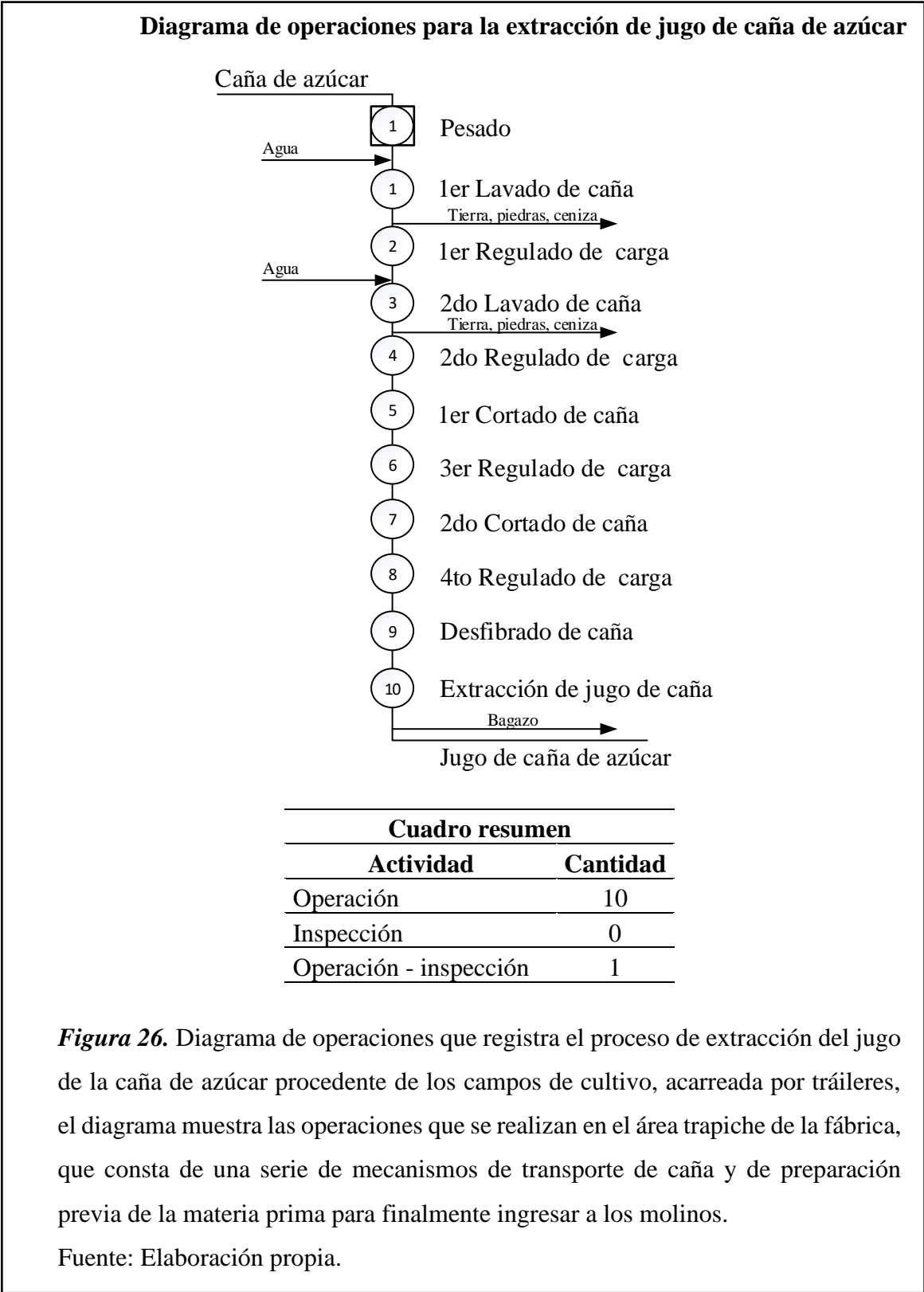
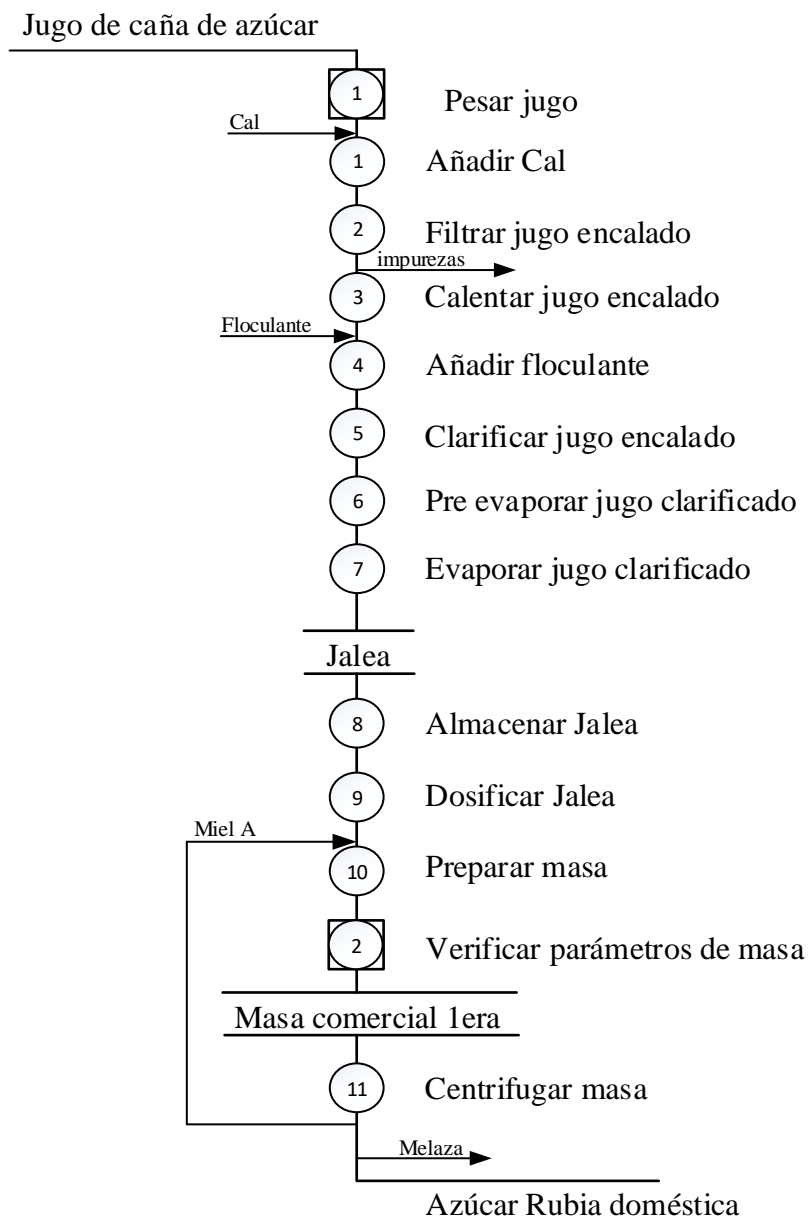


Diagrama de operaciones para la elaboración de azúcar.



Cuadro resumen

Actividad	Cantidad
Operación	11
Inspección	0
Operación - inspección	2

Figura 27. Diagrama de operaciones que grafica el proceso de elaboración de azúcar y las diferentes actividades que se realizan para la obtención del producto, el área de elaboración es la más grande e importante de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. Análisis de la problemática.

En el área de elaboración de azúcar de la empresa Agropucalá S.A.A. se evidenció un grave problema referido al funcionamiento de los equipos involucrados en la elaboración de azúcar, derivando en consecuencias como paralizaciones inesperadas del flujo de proceso originando que la empresa deje de producir azúcar, creando tiempo ocioso en el personal de toda la organización, disminución del volumen de producción de azúcar, incumplimiento de los planes de producción con una consecuente disminución de los indicadores de producción como productividad y eficiencia.

Los equipos con lo que cuenta el área de elaboración van desde los más simples como sistemas de bombeo de fluidos, hasta equipos de mayor complejidad como son los Vacuum panes y centrifugadoras. Cabe resaltar que en el flujo de proceso las máquinas funcionan de manera secuencial es decir un detrás de otra, de manera que, si el primer equipo sufre un desperfecto, el equipo siguiente tendrá que dejar de operar hasta que su antecesor sea reparado y puesto en marcha.

La confiabilidad no es más que la probabilidad de que un equipo funcione en perfecto estado cuando será requerido, actualmente en el área elaboración existen equipos que presentan deficiencias en su funcionamiento afectando directamente a la elaboración de azúcar.

Existen factores a los cuales se les atribuye como causantes de la baja confiabilidad de los equipos, que no es más que la probabilidad de que un equipo o sistema de producción funcione de manera normal bajo parámetros de trabajo constantes durante un determinado tiempo. Estos factores son la energía para generar el movimiento de las máquinas, los métodos de trabajo, los repuestos, el recurso humano, los equipos propiamente dichos, y el entorno de trabajo.

La empresa aprovecha la combustión del bagazo como fuente principal de combustible para generar energía motriz en el ingenio azucarero, la misma proviene del proceso de extracción de jugo de la fibra de caña molida en el trapiche, este sub producto de la caña de azúcar inicia su viaje hacia los calderos de la fábrica a través de los conductores de bagazo y caen a control en las chimeneas de los calderos para producir la energía que producirá el vapor, que inmediatamente es conducido mediante tuberías a la casa de fuerza en donde se distribuye la energía por toda la planta, es importante mencionar que los parámetros de funcionamiento normales de la fábrica en cuanto a presión de vapor deben

esta entre 250 y 350 PSI como pico máximo, pero en retiradas ocasiones esta presión de vapor se encuentra debajo del límite inferior lo que origina que los equipos no puedan funcionar correctamente.

En cuanto a los métodos de trabajo no existe un manual de obligaciones funciones para cada puesto de trabajo, de la misma manera no existen planes de contingencia ante los posibles escenarios que puedan presentarse ante la paralización de la línea de producción.

La mala calidad de los repuestos no permite realizar una correcta reparación del equipo y es que muchas veces por comprar lo más barato la solución termina siendo la más cara comparando económicamente.

El recurso humano es también considerado como causa que conlleva a la baja de la confiabilidad en los equipos pues gran parte del personal de trabajadores no conoce el proceso de elaboración de azúcar limitándose solo a realizar sus funciones, dejando de contribuir con el mejoramiento del proceso y aporte de ideas para mejorar las condiciones de trabajo.

La antigüedad de los equipos es el motivo más importante de la baja de la confiabilidad pues muchos de ellos ya deberían de haber sido sustituidos porque ya cumplieron con su tiempo de vida útil, pero por la falta de interés en la adquisición de nuevos equipos hacen que estos funcionen en muchos casos en márgenes bajos de su capacidad operativa.

En cuanto al entorno de trabajo existen factores como la antigüedad de las instalaciones, la falta de señalización en seguridad industrial, el descuido de las barandas de seguridad.

Diagrama de Ishikawa de Confiabilidad de equipos área elaboración

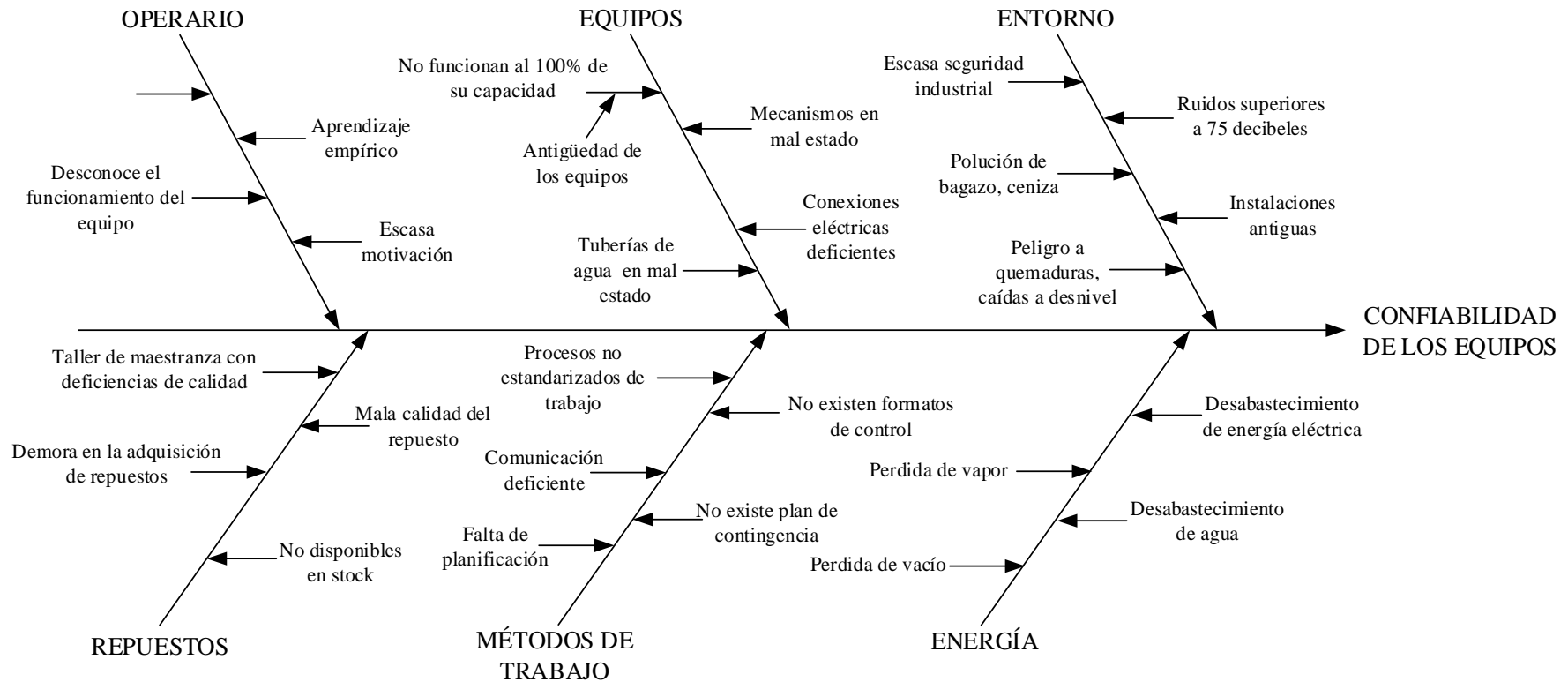


Figura 28. Diagrama de Ishikawa para analizar las causas de la falta de confiabilidad de los equipos de la empresa

Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de Pareto según reporte de fallas

Los datos recolectados pertenecen al mes de julio fecha en la que se realizó una encuesta a los operarios de los equipos para determinar cuáles son las fallas más comunes presentes en los equipos del área elaboración.

Tabla 12

Reporte de fallas según los operarios de cada equipo – mes de julio.

Fallas	Frecuencia	P. Acumulado
Presión inestable	16	21%
Vapor inestable	15	41%
Fugas de jugo	11	56%
Fallas eléctricas	10	69%
Mecanismos defectuosos	10	83%
Tuberías con fuga	9	95%
Válvulas malogradas	4	100%

Fuente: Elaboración propia.

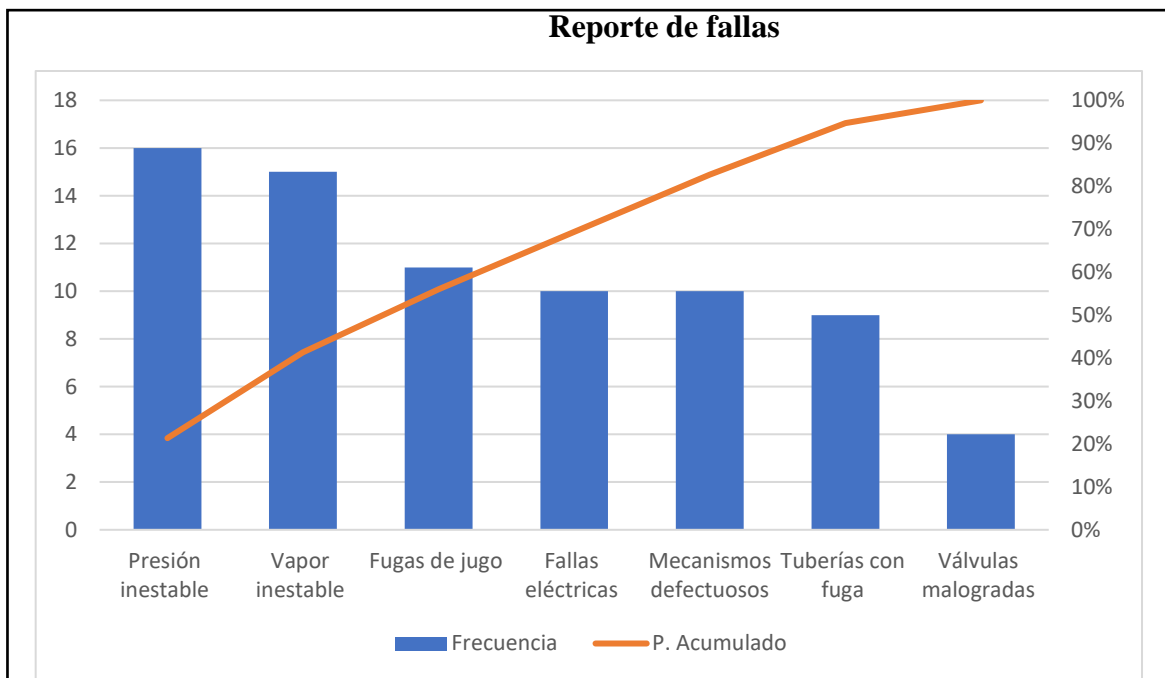


Figura 29. La principal falla identificada es la baja de presión en los equipos con 21.3% y 16 operarios encuestados, seguido de vapor de trabajo inestable con 20% y 15 obreros, mientras que las fallas eléctricas representan el 14.7% con 11 respuestas, atascamiento de mecanismos y fugas de jugo con 13,3% y 13% respectivamente con 10 trabajadores, con 9 respuestas se encuentran tuberías en mal estado cuantificando un 12% de la muestra, y por último las válvulas de control descalibradas con 5.3% del total y 4 operarios.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3.1. Situación actual de la confiabilidad.

La organización no dispone de una base de datos que contribuyan a la determinación de indicadores de mantenimiento, en respuesta a esta situación se realizó el registro de datos correspondiente a los equipos considerados como críticos dentro del proceso de elaboración de azúcar, para ello se implementó una metodología sencilla pero que logró su objetivo.

Tabla 13

Cronograma utilizado para la recolección de datos.

ITEM	EQUIPOS	PERIODO DE ESTUDIO	DIAS	HORAS	TOTAL, HR. (t)
1	Balanza de jugo mezclado		12	24	288
2	Bomba de agua condensada 03		12	24	288
3	Bomba de jugo clarificado 03	Entre el	12	24	288
4	Bomba de jugo encalado 03	04/06 -	12	24	288
5	Bomba de miel A 02	16/06/2018	12	24	288
6	Bomba de miel B 02		12	24	288
7	Bomba de vacío 04		12	24	288
8	Bomba de vacío 05		12	24	288
9	Calentador de jugo n°3	Entre el	12	24	288
10	Calentador de jugo n°6	18/06 -	12	24	288
11	Centrífuga de masa A n°4	30/06/2018	12	24	288
12	Centrífuga de Masa cocida B n°4		12	24	288
13	Centrífuga de Masa cocida C n°1		12	24	288
14	Clarificador n°2		12	24	288
15	Evaporador Babcock n°4	Entre el	12	24	288
16	Evaporador Fletcher n°4	02/07 -	12	24	288
17	Filtro Door Oliver n°2	14/07/2018	12	24	288
18	Malla fija de 80 Mesh		12	24	288
19	Pre-evaporador SQUIER		12	24	288
20	Tanque de jarabe		12	24	288
21	Tanque flash	Entre el	12	24	288
22	Vacuum pan n°3	16/07 -	12	24	288
23	Vacuum pan n°6	28/07/2018	12	24	288
24	Vacuum pan n°7		12	24	288
25	Vacuum pan n°8		12	24	288

Fuente: Elaboración propia.

La recolección de información se realizó según este cronograma de estudio, la lista de equipos corresponde a un resumen que se determinó mediante el análisis de criticidad.

Tabla 14 Lista de equipos con indicadores recolectados en campo

Lista de equipos con indicadores recolectados en campo para realizar las mediciones.

ITEM	EQUIPOS	Horas	N°	TPR	TU	TPPR	TPEF
		t	N°	horas	horas		
1	Balanza de jugo mezclado	288	23	56	232	2.43	10.09
2	Bomba de agua condensada 03	288	26	52	236	2.00	9.08
3	Bomba de jugo clarificado 03	288	22	43	245	1.95	11.14
4	Bomba de jugo encalado 03	288	20	55	233	2.75	11.65
5	Bomba de miel A 02	288	21	36	252	1.71	12.00
6	Bomba de miel B 02	288	22	60	228	2.73	10.36
7	Bomba de vacío 04	288	26	75	213	2.88	8.19
8	Bomba de vacío 05	288	19	66	222	3.47	11.68
9	Calentador de jugo n°3	288	22	51	237	2.32	10.77
10	Calentador de jugo n°6	288	21	37	251	1.76	11.95
11	Centrifuga de masa A n°4	288	27	45	243	1.67	9.00
12	Centrífuga de Masa cocida B n°4	288	23	62	226	2.70	9.83
13	Centrífuga de Masa cocida C n°1	288	28	71	217	2.54	7.75
14	Clarificador n°2	288	21	83	205	3.95	9.76
15	Evaporador Babcock n°4	288	25	43	245	1.72	9.80
16	Evaporador Fletcher n°4	288	23	62	226	2.70	9.83
17	Filtro Door Oliver n°2	288	22	55	233	2.50	10.59
18	Malla fija de 80 Mesh	288	24	66	222	2.75	9.25
19	Pre-evaporador SQUIER	288	21	51	237	2.43	11.29
20	Tanque de jarabe	288	28	76	212	2.71	7.57
21	Tanque flash	288	25	46	242	1.84	9.68
22	Vacuum pan n°3	288	23	39	249	1.70	10.83
23	Vacuum pan n°6	288	22	51	237	2.32	10.77
24	Vacuum pan n°7	288	20	49	239	2.45	11.95
25	Vacuum pan n°8	288	26	38	250	1.46	9.62
TOTAL			580	1368	5832.00	59.44	254.42
PROMEDIO			23.20	54.72	233.28	2.38	10.18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15

Presentación de indicadores de la gestión de mantenimiento.

ITEM	EQUIPOS	λ	μ	F (t)	D (t)	C (t)	M (t)
					%	%	%
1	Balanza de jugo mezclado	0.099	0.411	0.25	80.56	75.16	54.55
2	Bomba de agua condensada 03	0.110	0.500	0.27	81.94	72.81	61.71
3	Bomba de jugo clarificado 03	0.090	0.512	0.23	85.07	77.21	62.56
4	Bomba de jugo encalado 03	0.086	0.364	0.22	80.90	78.10	50.25
5	Bomba de miel A 02	0.083	0.583	0.21	87.50	78.66	67.37
6	Bomba de miel B 02	0.096	0.367	0.24	79.17	75.74	50.54
7	Bomba de vacío 04	0.122	0.347	0.30	73.96	70.36	48.60
8	Bomba de vacío 05	0.086	0.288	0.22	77.08	78.15	42.46
9	Calentador de jugo n°3	0.093	0.431	0.23	82.29	76.54	56.32
10	Calentador de jugo n°6	0.084	0.568	0.21	87.15	78.59	66.37
11	Centrifuga de masa A n°4	0.111	0.600	0.27	84.38	72.61	68.40
12	Centrífuga de Masa cocida B n°4	0.102	0.371	0.25	78.47	74.59	50.95
13	Centrífuga de Masa cocida C n°1	0.129	0.394	0.31	75.35	68.96	53.10
14	Clarificador n°2	0.102	0.253	0.26	71.18	74.45	38.48
15	Evaporador Babcock n°4	0.102	0.581	0.25	85.07	74.54	67.25
16	Evaporador Fletcher n°4	0.102	0.371	0.25	78.47	74.59	50.95
17	Filtro Door Oliver n°2	0.094	0.400	0.24	80.90	76.19	53.61
18	Malla fija de 80 Mesh	0.108	0.364	0.27	77.08	73.25	50.25
19	Pre-evaporador SQUIER	0.089	0.412	0.23	82.29	77.48	54.64
20	Tanque de jarabe	0.132	0.368	0.32	73.61	68.36	50.71
21	Tanque flash	0.103	0.543	0.26	84.03	74.27	64.78
22	Vacuum pan n°3	0.092	0.590	0.23	86.46	76.64	67.77
23	Vacuum pan n°6	0.093	0.431	0.23	82.29	76.54	56.32
24	Vacuum pan n°7	0.084	0.408	0.21	82.99	78.58	54.33
25	Vacuum pan n°8	0.104	0.684	0.26	86.81	74.12	73.12
TOTAL		2.50	11.141	6.23	2025.00	1876.51	100.00
PROMEDIO		0.10	0.45	0.25	81.00	75.06	56.61

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo general de los indicadores de gestión de mantenimiento en el área elaboración.

a) Tiempo de observación para muestra (t): 288 horas.

b) Número de intervenciones promedio (N°): 23.2 intervenciones

c) Tiempo para reparar (TPR): 54.72 horas.

d) Tiempo útil (TU): $TU = t - TPR$
 $TU = 288 \text{ horas} - 54.72 \text{ horas} = 233.28 \text{ horas}$

e) Tiempo promedio para reparar (TPPR): $TPPR = \frac{TPR}{N^\circ}$
 $TPPR = \frac{54.72 \text{ horas}}{23.2} = 2.36 \text{ horas}$

f) Tiempo promedio entre fallas (TPEF): $TPEF = \frac{TU}{N^\circ}$
 $TPEF = \frac{233.28 \text{ horas}}{23.2} = 10.06 \text{ horas}$

g) Tasa de falla (λ): $\lambda = \frac{1}{TPEF}$, $\lambda = \frac{1}{10.06 \text{ horas}}$, $\lambda = 0.10$

h) Tasa de reparación (μ): $\mu = \frac{1}{TPPR}$, $\mu = \frac{1}{2.36 \text{ horas}}$, $\mu = 0.42$

i) Probabilidad de falla F (t): $F(t) = 1 - e^{-\frac{\lambda t}{100}}$

j) Disponibilidad D (t): $D(t) = \frac{TPEF}{TPEF - TPPR}$
 $D(t) = \frac{10.06 \text{ horas}}{10.06 \text{ horas} + 2.36 \text{ horas}}$
 $D(t) = 0.8099 * 100\%$
 $D(t) = 80.99 \%$
 $D(t) = 81.00 \%$

k) Confiabilidad C (t): $C(t) = e^{-\frac{\lambda t}{100}}$

$$C(t) = e^{-\frac{0.10 \cdot 288}{100}}$$

$$C(t) = 0.7498 * 100\%$$

$$C(t) = 74.98 \%$$

$$C(t) = 75.00 \%$$

l) Mantenibilidad M (t): $M(t) = 1 - e^{-\frac{\mu t}{100}}$

$$M(t) = 1 - e^{-\frac{0.42 \cdot 288}{100}}$$

$$M(t) = 0.7051 * 100\%$$

$$M(t) = 70.51 \%$$

Resumen de los indicadores:

Disponibilidad: 81.00 %

Confiabilidad: 75.00 %

Mantenibilidad: 70.51 %

3.2. Propuesta de investigación.

3.2.1. Fundamentación.

La presente investigación tiene fundamentos reales y precisos, al constituir un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los equipos del área elaboración, mejoraremos los indicadores de la gestión de mantenimiento como disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, enfocándose en el segundo indicador mencionado.

La mejora de los índices de confiabilidad se refleja en los niveles de producción aumentado la cantidad de bolsas de azúcar producidas por día, esta situación conlleva a una mejora en los procesos de almacenamiento de producto terminado, así como el aumento de la fuerza de ventas del producto para atender oportunamente a los mercados locales y nacionales. Los planes de producción tienen mayores posibilidades de ser cumplidos.

En el área de elaboración de azúcar el sistema de gestión permite un ordenamiento de los procesos internos y en la interrelación con otras áreas debido a los procedimientos que presenta los mismos que están sujetos a modificaciones y mejoras previa autorización del comité. Los equipos del área presentarán mejoras como disminución de los niveles de pérdidas de flujos como jugos azucarados y masa necesaria para el proceso de elaboración.

Para el área de mantenimiento representa una oportunidad de mejora en la gestión de procesos, teniendo una aplicación positiva con el área de elaboración esta misma investigación puede replicarse con otras áreas que también necesitan especial atención. Los procedimientos de gestión y operativos muestran los lineamientos que necesitan los operarios para realizar el cumplimiento de sus funciones y aseguren procesos de calidad.

En el área de seguridad ocupacional contribuye con la planificación y programación de trabajos, permitiendo al área actuar en los planes de prevención y contingencia ante posibles situaciones que pueda ocurrir durante la ejecución de trabajos, así mismo poder realizar las solicitudes al área de compras para poder adquirir los equipos de protección necesarios para realizar los trabajos.

El bienestar de los colaboradores de la organización en cuanto a las mejoras de condiciones laborales aumentando los indicadores de la gestión de mantenimiento, se logra trabajar con equipos que estén a disposición de los operarios y que no fallen aumentando la confiabilidad en que los equipos operen eficientemente cumpliendo con los objetivos planteados al iniciar las labores.

3.2.2. Objetivos de la propuesta.

Objetivos.

Objetivo General.

Elaborar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los equipos del área elaboración de la empresa Agropucalá S.A.A.

Objetivos Específicos.

a) Realizar un diagnóstico del estado actual de la gestión de mantenimiento en el área de elaboración de la empresa.

El diagnóstico de los indicadores de gestión de mantenimiento se utilizarán los datos obtenidos en campo y expuestos en capítulo anterior denominado situación actual de la confiabilidad.

- **Disponibilidad D (t):**
$$D(t) = \frac{TPEF}{TPEF - TPPR}$$
$$D(t) = \frac{10.06 \text{ horas}}{10.06 \text{ horas} + 2.36 \text{ horas}}$$
$$D(t) = 0.8099 * 100\%$$
$$D(t) = 80.99\%$$
- **Confiabilidad C (t):**
$$C(t) = e^{-\frac{\lambda t}{100}}$$
$$C(t) = e^{-\frac{0.099 * 288}{100}}$$
$$C(t) = 0.7519 * 100\%$$
$$C(t) = 75.19\%$$
- **Mantenibilidad M (t):**
$$M(t) = 1 - e^{-\frac{\mu t}{100}}$$
$$M(t) = 1 - e^{-\frac{0.424 * 288}{100}}$$
$$M(t) = 0.7051 * 100\%$$
$$M(t) = 70.51 \%$$

b) Realizar un inventario de equipos con los que dispone el área de elaboración.

Se procedió a realizar un inventario de los equipos con los que cuenta el área de elaboración y luego se les asignó un código simple de identificación para facilitar su ubicación en la planta, referenciarlos en las órdenes de trabajo e identificarlos en los planos de distribución existentes en la planta.

Esta información recolectada se corroboró y filtró con los datos proporcionados por el área de mantenimiento de la planta azucarera. Realizándose las correcciones necesarias y logrando un inventario completo de los equipos del área.

Tabla 16

Inventarios de equipos del área elaboración de la empresa Agropucalá S.A.A.

ÍTEM	CÓDIGO	EQUIPOS
1	EBN-TQS-AGTQ 01	Agitador de tanque n°1
2	EBN-TQS-AGTQ 02	Agitador de tanque n°2
3	EBN-TQS-AGTQ 03	Agitador de tanque n°3
4	EBN-CLA-AGI 01	Agitador del clarificador n°1
5	EBN-CLA-AGI 02	Agitador del clarificador n°2
6	EBN-CLA-AGI 03	Agitador del clarificador n°3
7	EBN-ENV-BA 01	Balanza de azúcar 01
8	EBN-ENV-BA 02	Balanza de azúcar 02
9	EBN-RJ-BJM 01	Balanza de jugo mezclado
10	EBN-STM-BLML	Balanza de melaza
11	EBN-BOM-ACOL 01	Bomba de agua a columna 01
12	EBN-BOM-ACOL 02	Bomba de agua a columna 02
13	EBN-BOM-ACOL 03	Bomba de agua a columna 03
14	EBN-BOM-AAC	Bomba de agua acequia ingresoll
15	EBN-BOM-ACC 40	Bomba de agua acequia N° 40
16	EBN-BOM-AAC 75	Bomba de agua acequia N° 75
17	EBN-BOM-ACON 01	Bomba de agua condensada 01
18	EBN-BOM-ACON 02	Bomba de agua condensada 02

19	EBN-BOM-ACON 03	Bomba de agua condensada 03
20	EBN-TQA-BNCD 01	Bomba de agua condensada n°1
21	EBN-TQA-BNCD 02	Bomba de agua condensada n°2
22	EBN-TQA-BNCD 03	Bomba de agua condensada n°3
23	EBN-SAF-BNRE	Bomba de agua de reservorio
24	EBN-BOM-ACEN 01	Bomba de agua para centrífugas 01
25	EBN-BOM-ACEN 02	Bomba de agua para centrífugas 02
26	EBN-BOM-ALAB	Bomba de agua para laboratorio
27	EBN-SAF-BNAP 01	Bomba de agua para piscina n°1
28	EBN-SAF-BNAP 02	Bomba de agua para piscina n°2
29	EBN-CLA-DIAF	Bomba de diafragma cachacera
30	EBN-CLA-BNDIAF	Bomba de diafragma cachacera
31	EBN-CLA-DIAFC	Bomba de diafragma cachacera
32	EBN-SAF-BNDRE	Bomba de drenaje de agua
33	EBN-TQB-BN JAB 01	Bomba de jarabe n°1
34	EBN-TQB-BN JAB 02	Bomba de jarabe n°2
35	EBN-TQB-BN JAB 03	Bomba de jarabe n°3
36	EBN-BOM-JCLA 01	Bomba de jugo clarificado 01
37	EBN-BOM-JCLA 02	Bomba de jugo clarificado 02
38	EBN-BOM-JCLA 03	Bomba de jugo clarificado 03
39	EBN-BOM-JENC 01	Bomba de jugo encalado 01
40	EBN-BOM-JENC 02	Bomba de jugo encalado 02
41	EBN-BOM-JENC 03	Bomba de jugo encalado 03
42	EBN-BOM-JFIL 01	Bomba de jugo filtrado 01
43	EBN-BOM-JFIL 02	Bomba de jugo filtrado 02
44	EBN-CLA-BNLIQ	Bomba de liquidación
45	EBN-CLA-BNLIQ 01	Bomba de liquidación n°1
46	EBN-CLA-BNCLA 01	Bomba de liquidación n°1
47	EBN-CLA-BNLIQ 02	Bomba de liquidación n°2

48	EBN-STM-BNML 01	Bomba de melaza n°1
49	EBN-STM-BNML 02	Bomba de melaza n°2
50	EBN-BOM-MA 01	Bomba de miel A 01
51	EBN-BOM-MA 02	Bomba de miel A 02
52	EBN-CEN-MABA 01	Bomba de miel A n°1
53	EBN-CEN-MABA 02	Bomba de miel A n°2
54	EBN-BOM-MB 01	Bomba de miel B 01
55	EBN-BOM-MB 02	Bomba de miel B 02
56	EBN-BOM-MB 03	Bomba de miel B 03
57	EBN-CEN-MB 01	Bomba de miel B n°1
58	EBN-CEN-MB 02	Bomba de miel B n°2
59	EBN-BOM-PHID	Bomba de presión hidráulica
60	EBN-TQCL-BNRE 01	Bomba de recirculación n°1
61	EBN-TQCL-BNRE 02	Bomba de recirculación n°2
62	EBN-BOM-SEM 01	Bomba de semilla 01
63	EBN-BOM-SEM 02	Bomba de semilla 02
64	EBN-BOM-SEFO 01	Bomba de semilla Foster
65	EBN-FIL-BNVC	Bomba de vacío
66	EBN-BOM-VAC 01	Bomba de vacío 01
67	EBN-BOM-VAC 02	Bomba de vacío 02
68	EBN-BOM-VAC 03	Bomba de vacío 03
69	EBN-BOM-VAC 04	Bomba de vacío 04
70	EBN-BOM-VAC 05	Bomba de vacío 05
71	EBN-BOM-VACP	Bomba de vacío principal
72	EBN-BOM-VATP 01	Bomba de vacío tipo pistón 01
73	EBN-BOM-VATP 02	Bomba de vacío tipo pistón 02
74	EBN-BOM-VATP 03	Bomba de vacío tipo pistón 03
75	EBN-BOM-FRA 01	Bomba francesa n°1 agua de pozo
76	EBN-CLA-BNGLIQ	Bomba general de liquidación

77	EBN-BOM-BH 01	Bomba hidro cinética
78	EBN-TQF-BN 01 LM	Bomba n°1 Limpio
79	EBN-TQF-BN 01S	Bomba n°1 Sucio
80	EBN-TQF-BN 02 LM	Bomba n°2 Limpio
81	EBN-PRE-BNSDC 01	Bomba tanque soda caustica n°1
82	EBN-PRE-BNSDC 02	Bomba tanque soda caustica n°2
83	EBN-PLAC-BNTP 01	Bomba tipo pistón n°1
84	EBN-PLAC-BNTP 02	Bomba tipo pistón n°2
85	EBN-PLAC-BNTP 03	Bomba tipo pistón n°3
86	EBN-FIL-BTRVC	Botella de regulación de vacío
87	EBN-CAL-CJU 01	Calentador de jugo n°1
88	EBN-CAL-CJU 02	Calentador de jugo n°2
89	EBN-CAL-CJU 03	Calentador de jugo n°3
90	EBN-CAL-CJU 04	Calentador de jugo n°4
91	EBN-CAL-CJU 05	Calentador de jugo n°5
92	EBN-CAL-CJU 06	Calentador de jugo n°6
93	EBN-CEN-MCA 01	Centrífuga de Masa cocida A n°1
94	EBN-CEN-MCA 02	Centrífuga de Masa cocida A n°2
95	EBN-CEN-MCA 03	Centrífuga de Masa cocida A n°3
96	EBN-CEN-MCA 04	Centrífuga de Masa cocida A n°4
97	EBN-CEN-MCB 01	Centrífuga de Masa cocida B n°1
98	EBN-CEN-MCB 02	Centrífuga de Masa cocida B n°2
99	EBN-CEN-MCB 03	Centrífuga de Masa cocida B n°3
100	EBN-CEN-MCB 04	Centrífuga de Masa cocida B n°4
101	EBN-CEN-MCC 01	Centrífuga de Masa cocida C n°1
102	EBN-CEN-MCC 02	Centrífuga de Masa cocida C n°2
103	EBN-CEN-MCC 03	Centrífuga de Masa cocida C n°3
104	EBN-CEN-MC	Centrífuga Fives Cail
105	EBN-CLA-CL 01	Clarificador n°1

106	EBN-CLA-CLA 01	Clarificador n°1
107	EBN-CLARI 03	Clarificador n°3
108	EBN-CON-EVA FLE	Condensador de evaporadores conjunto Fletcher
109	EBN-CON-EVA FRA	Condensador de evaporadores conjunto francés
110	EBN- CON-VACP 01	Condensador Vacuum pan n°1
111	EBN- CON-VACP 02	Condensador Vacuum pan n°2
112	EBN- CON-VACP 03	Condensador Vacuum pan n°3
113	EBN- CON-VACP 04	Condensador Vacuum pan n°4
114	EBN- CON-VACP 05	Condensador Vacuum pan n°5
115	EBN- CON-VACP 06	Condensador Vacuum pan n°6
116	EBN- CON-VACP 07	Condensador Vacuum pan n°7
117	EBN- CON-VACP 08	Condensador Vacuum pan n°8
118	EBN-COB- COS 01	Cosedor de bolsa n°1
119	EBN-COB- COS 02	Cosedor de bolsa n°2
120	EBN-STC-DOSCL	Dosificador de cal
121	EBN-TRA-ELE-AZ A	Elevador de azúcar A
122	EBN-TRA-ELE-AZ B	Elevador de azúcar B
123	EBN-EVC-ELEC	Elevador de cachaza
124	EBN-PLAC-ELECG	Elevador de cangilones
125	EBN-TRA-ELE-BMA	Elevador de semilla - BMA
126	EBN-EVA-FRAB 01	Evaporador Babcock n°1
127	EBN-EVA-FRAB 02	Evaporador Babcock n°2
128	EBN-EVA-FRAB 03	Evaporador Babcock n°3
129	EBN-EVA-FRAB 04	Evaporador Babcock n°4
130	EBN-EVA-FLET 01	Evaporador Fletcher n°1
131	EBN-EVA-FLET 02	Evaporador Fletcher n°2
132	EBN-EVA-FLET 03	Evaporador Fletcher n°3
133	EBN-EVA-FLET 04	Evaporador Fletcher n°4
134	EBN-FIL-OLI 01	Filtro Door Oliver n°1

135	EBN-FIL-OLI 02	Filtro Door Oliver n°2
136	EBN-FIL-OLI 03	Filtro Door Oliver n°3
137	EBN-REC-LMCA	Lancha de masa cocida A
138	EBN-REC-LMCB	Lancha de masa cocida B
139	MAL-FIJ-80 MESH	Malla fija de 80 Mesh
140	EBN-FIL-MZBAG	Mezclador de bagacillo
141	EBN-CEN-MTSA	Motor de bomba suministro aceite
142	EBN-CEN-MDMA 01	Motor de descarga Masa A n°1
143	EBN-CEN-MDMA 02	Motor de descarga Masa A n°2
144	EBN-CEN-MDMA 03	Motor de descarga Masa A n°3
145	EBN-PLAC-MTSFN	Motor de sin fin y agitador de cal
146	EBN-PLAC-MTBTP	Motor para bombas tipo pistón
147	EBN-REC-PTMCC	Porta templa masa cocida C
148	EBN-REC-PTMS	Porta templa masa Stevens
149	EBN-PEVA-BAB	Pre-evaporador Babcock
150	EBN-PEVA-BMA	Pre-evaporador BMA
151	EBN-PEVA-MCNE	Pre-evaporador MC NEILL
152	EBN-PEVA-SQUIER	Pre-evaporador SQUIER
153	EBN-SDC-SG 01	Sistema de agitación n°1
154	EBN-SDC-SG 10	Sistema de agitación n°10
155	EBN-SDC-SG 11	Sistema de agitación n°11
156	EBN-SDC-SG 12	Sistema de agitación n°12
157	EBN-SDC-SG 13	Sistema de agitación n°13
158	EBN-SDC-SG 14	Sistema de agitación n°14
159	EBN-SDC-SG 15	Sistema de agitación n°15
160	EBN-SDC-SG 02	Sistema de agitación n°2
161	EBN-SDC-SG 03	Sistema de agitación n°3
162	EBN-SDC-SG 04	Sistema de agitación n°4
163	EBN-SDC-SG 05	Sistema de agitación n°5

164	EBN-SDC-SG 06	Sistema de agitación n°6
165	EBN-SDC-SG 07	Sistema de agitación n°7
166	EBN-SDC-SG 08	Sistema de agitación n°8
167	EBN-SDC-SG 09	Sistema de agitación n°9
168	EBN-TQA-TQAG 01	Tanque de agua n°1
169	EBN-PRE-TQALM	Tanque de almacenamiento soda
170	EBN-TQB-TQJAR	Tanque de jarabe
171	EBN-TQJC-TQCLA	Tanque de jugo clarificado
172	EBN-CEN-TQMA	Tanque de miel A
173	EBN-TQ-TQMA 01	Tanque de miel A n°1
174	EBN-TQ-TQMA 02	Tanque de miel A n°2
175	EBN-TQ-TQMA 03	Tanque de miel A n°3
176	EBN-TQ-TQMA 04	Tanque de miel A n°4
177	EBN-TQ-TQMA 05	Tanque de miel A n°5
178	EBN-CEN-TQMB	Tanque de miel B
179	EBN-TQ-TQMB-T 01	Tanque de miel B n°1
180	EBN-TQ-TQMB-T 02	Tanque de miel B n°2
181	EBN-TQ-TQMB-T 03	Tanque de miel B n°3
182	EBN-TQ-TQMB-T 04	Tanque de miel B n°4
183	EBN-PLAC-TQPC 01	Tanque de preparación de cal n°1
184	EBN-PLAC-TQPC 02	Tanque de preparación de cal n°2
185	EBN-PLAC-TQPC 03	Tanque de preparación de cal n°3
186	EBN-PRE-TQPRES D	Tanque de preparación soda
187	EBN-TQCL-TQRC	Tanque de recepción de cachaza
188	EBN-TQS-TQSM 01	Tanque de semilla n°1
189	EBN-TQS-TQSM 02	Tanque de semilla n°2
190	EBN-TQS-TQSM 03	Tanque de semilla n°3
191	EBN-TQFLS	Tanque flash
192	EBN-STC-TQJENC	Tanque receptor de jugo encalado

193	EBN-TQRJMZ	Tanque receptor de jugo
194	EBN-TQF-TQR 01	Tanque recuperación térmica n°1
195	EBN-TQF-TQR 02	Tanque recuperación térmica n°2
196	EBN-TQF-TQR 03	Tanque recuperación térmica n°3
197	EBN-TQF-TQR 04	Tanque recuperación térmica n°4
198	EBN-TVA-TV A	Tolva de azúcar A
199	EBN-TVA-TV B	Tolva de azúcar B
200	EBN-EVC-TLC	Tolva de cachaza
201	EBN-TRA-AZ BMA	Transportador de azúcar - BMA
202	EBN-TRA-AZ A	Transportador de azúcar A
203	EBN-TRA-AZ AB	Transportador de azúcar B
204	EBN-TRA-BOL 01	Transportador de bolsas A n°1
205	EBN-TRA-BOL 02	Transportador de bolsas A n°2
206	EBN-EVC-TRACA 01	Transportador de cachaza n°1
207	EBN-EVC-TRACA 02	Transportador de cachaza n°2
208	EBN-TREF-VCRF 01	Vacuum pan de refinería n°1
209	EBN-TREF-VCRF 02	Vacuum pan de refinería n°2
210	EBN-COC-VACP 01	Vacuum pan n°1
211	EBN-COC-VACP 02	Vacuum pan n°2
212	EBN-COC-VACP 03	Vacuum pan n°3
213	EBN-COC-VACP 04	Vacuum pan n°4
214	EBN-COC-VACP 05	Vacuum pan n°5
215	EBN-COC-VACP 06	Vacuum pan n°6
216	EBN-COC-VACP 07	Vacuum pan n°7
217	EBN-COC-VACP 08	Vacuum pan n°8
218	EBN-FIL-VNALBG	Ventilador alimentador de bagacillo

Fuente: Elaboración propia.

El número de equipos asciende a un total de 218 unidades, dentro de los cuales se subdividen en sistemas que se articulan para lograr que el equipo realice su función.

c) Identificar a los equipos críticos en el proceso de elaboración de azúcar rubia doméstica.

La metodología elegida para poder realizar el análisis de criticidad de los equipos del área elaboración ha sido la propuesta encontrada en el libro “Organización y gestión integral de mantenimiento” con su autor García, 2003.

Según el autor la persona encargada de realizar el análisis de criticidad debe de asignar los criterios de evaluación, cabe mencionar que es método es cuali - cuantitativo y el evaluar tiene que conocer imperiosamente el proceso que está siendo materia de investigación. Para este caso específico se ha considerado cuatro criterios de evaluación que son: Producción, respaldo, calidad y por último seguridad y medio ambiente.

Tabla 17

Aspectos utilizados para la evaluación de criticidad.

ASPECTOS	PORCENTAJE	CRITERIOS
PRODUCCIÓN	40%	No afecta al proceso de elaboración de azúcar
		Afecta medianamente el proceso de elaboración
		Si afecta directamente al proceso de elaboración
EQUIPOS DE RESPALDO	20%	Si existen dos o más equipos de respaldo
		Es el único equipo en la línea
CALIDAD DEL PRODUCTO	20%	No afecta la calidad del azúcar
		Afecta medianamente la calidad del azúcar
		Si afecta directamente la calidad del azúcar
SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	20%	No genera consecuencias en la seguridad ni medio ambiente
		Leve efecto en la seguridad y medio ambiente
		Grave efecto en seguridad y medio ambiente

Fuente: Elaboración propia.

El aspecto de mayor importancia es producción con una valoración porcentual de 40%, seguido de una igualdad de pesos con 20% para equipos de respaldo, calidad del producto y por último seguridad y medio ambiente. De igual forma los aspectos se subdividen en criterios de evaluación.

Tabla 18*Evaluación de criticidad de los equipos del área elaboración.*

ÍTEM	EQUIPOS	PRODUCCIÓN			RESPALDO		CALIDAD			SEGURIDAD			EVALUACIÓN DEL EQUIPO	
		P1	P2	P3	R1	R2	C1	C2	C3	S1	S2	S3	ESTADO	
		0%	20%	40%	0%	20%	0%	10%	20%	0%	10%	20%		
1	Balanza de jugo mezclado			1		1			1		1		90%	CRÍTICO
2	Balanza de azúcar 01	1			1			1			1		10%	PRESCINDIBLE
3	Balanza de azúcar 02	1			1			1			1		10%	PRESCINDIBLE
4	Bomba hidro cinética		1			1	1					1	60%	IMPORTANTE
5	Bomba de agua a columna 01	1			1			1				1	30%	PRESCINDIBLE
6	Bomba de agua a columna 02	1			1			1				1	30%	PRESCINDIBLE
7	Bomba de agua a columna 03		1		1			1				1	50%	IMPORTANTE
8	Bomba de agua para centrífugas 01		1		1				1		1		50%	IMPORTANTE
9	Bomba de agua para centrífugas 02		1		1				1		1		50%	IMPORTANTE
10	Bomba de agua condensada 01		1		1			1				1	50%	IMPORTANTE
11	Bomba de agua condensada 02		1		1			1				1	50%	IMPORTANTE
12	Bomba de agua condensada 03		1			1		1				1	70%	CRÍTICO
13	Bomba de jugo clarificado 01		1		1			1			1		40%	IMPORTANTE
14	Bomba de jugo clarificado 02		1		1			1			1		40%	IMPORTANTE
15	Bomba de jugo clarificado 03			1		1		1			1		80%	CRÍTICO
16	Bomba de jugo encalado 01		1		1			1			1		40%	IMPORTANTE
17	Bomba de jugo encalado 02		1		1			1			1		40%	IMPORTANTE
18	Bomba de jugo encalado 03			1		1		1			1		80%	CRÍTICO
19	Bomba de jugo filtrado 01		1		1			1			1		40%	IMPORTANTE
20	Bomba de jugo filtrado 02		1			1		1			1		60%	IMPORTANTE

21	Bomba de miel A 01	1	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
22	Bomba de miel A 02		1	1	1	1	90%	CRÍTICO
23	Bomba de miel B 01	1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
24	Bomba de miel B 02		1	1	1	1	80%	CRÍTICO
25	Bomba de miel B 03	1	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
26	Bomba de semilla Foster	1	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
27	Bomba de semilla 01	1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
28	Bomba de semilla 02	1	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
29	Bomba de vacío 01	1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
30	Bomba de vacío 02	1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
31	Bomba de vacío 03	1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
32	Bomba de vacío 04		1	1	1	1	70%	CRÍTICO
33	Bomba de vacío 05	1	1	1	1	1	70%	CRÍTICO
34	Bomba de vacío tipo pistón 01	1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
35	Bomba de vacío tipo pistón 02	1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
36	Bomba de vacío tipo pistón 03	1	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
37	Bomba de vacío principal	1	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
38	Bomba de agua acequia ingresoll	1	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
39	Bomba de agua acequia N° 75	1	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
40	Bomba de agua acequia N° 40	1	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
41	Bomba de agua para laboratorio	1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
42	Bomba de presión hidráulica	1	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
43	Bomba francesa n°1 agua de pozo	1	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
44	Calentador de jugo n°1	1	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
45	Calentador de jugo n°2	1	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
46	Calentador de jugo n°3		1	1	1	1	90%	CRÍTICO

47	Calentador de jugo n°4	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
48	Calentador de jugo n°5	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
49	Calentador de jugo n°6	1	1	1	1	90%	CRÍTICO
50	Bomba de miel A n°1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
51	Bomba de miel A n°2	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
52	Centrífuga de Masa cocida A n°1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
53	Centrífuga de Masa cocida A n°2	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
54	Centrífuga de Masa cocida A n°3	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
55	Centrífuga de Masa cocida A n°4	1	1	1	1	80%	CRÍTICO
56	Motor de bomba suministro aceite	1	1	1	1	30%	PRESCINDIBLE
57	Motor de descarga Masa A n°1	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
58	Motor de descarga Masa A n°2	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
59	Motor de descarga Masa A n°3	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
60	Tanque de miel A	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
61	Bomba de miel B n°1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
62	Bomba de miel B n°2	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
63	Centrífuga de Masa cocida B n°1	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
64	Centrífuga de Masa cocida B n°2	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
65	Centrífuga de Masa cocida B n°3	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
66	Centrífuga de Masa cocida B n°4	1	1	1	1	70%	CRÍTICO
67	Tanque de miel B	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
68	Centrífuga Fives Cail	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
69	Centrífuga de Masa cocida C n°1	1	1	1	1	70%	CRÍTICO
70	Centrífuga de Masa cocida C n°2	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
71	Centrífuga de Masa cocida C n°3	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
72	Agitador del clarificador n°1	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE

73	Bomba de diafragma cachacera	1		1	1		1	20%	PRESCINDIBLE	
74	Bomba de liquidación	1		1	1		1	20%	PRESCINDIBLE	
75	Clarificador n°1		1			1	1	60%	IMPORTANTE	
76	Agitador del clarificador n°2	1		1		1		1	50%	IMPORTANTE
77	Bomba de diafragma cachacera	1		1	1		1	30%	PRESCINDIBLE	
78	Bomba de liquidación n°1	1		1		1	1	10%	PRESCINDIBLE	
79	Bomba de liquidación n°2	1		1		1	1	10%	PRESCINDIBLE	
80	Bomba general de liquidación	1		1	1		1	30%	PRESCINDIBLE	
81	Clarificador n°2			1	1		1	1	70%	CRÍTICO
82	Agitador del clarificador n°3	1		1		1	1	1	40%	IMPORTANTE
83	Bomba de diafragma cachacera	1		1	1		1	30%	PRESCINDIBLE	
84	Bomba de liquidación n°1	1		1		1		1	50%	IMPORTANTE
85	Clarificador n°3		1	1		1	1	60%	IMPORTANTE	
86	Vacuum pan n°1		1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
87	Vacuum pan n°2		1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
88	Vacuum pan n°3		1		1	1	1	90%	CRÍTICO	
89	Vacuum pan n°4		1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
90	Vacuum pan n°5		1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
91	Vacuum pan n°6		1		1	1	1	90%	CRÍTICO	
92	Vacuum pan n°7		1		1	1	1	90%	CRÍTICO	
93	Vacuum pan n°8		1		1	1	1	90%	CRÍTICO	
94	Condensador de evaporadores Fletcher		1		1	1	1	60%	IMPORTANTE	
95	Condensador de evaporadores francés		1		1	1	1	60%	IMPORTANTE	
96	Condensador Vacuum pan n°1		1		1	1		50%	IMPORTANTE	
97	Condensador Vacuum pan n°2		1		1	1		50%	IMPORTANTE	
98	Condensador Vacuum pan n°3		1		1	1		50%	IMPORTANTE	

99	Condensador Vacuum pan n°4	1	1	1			50%	IMPORTANTE
100	Condensador Vacuum pan n°5	1	1	1			50%	IMPORTANTE
101	Condensador Vacuum pan n°6	1	1	1			50%	IMPORTANTE
102	Condensador Vacuum pan n°7	1	1	1			50%	IMPORTANTE
103	Condensador Vacuum pan n°8	1	1	1			50%	IMPORTANTE
104	Cosedor de bolsa n°1	1	1	1		1	20%	PRESCINDIBLE
105	Cosedor de bolsa n°2	1	1	1		1	40%	IMPORTANTE
106	Evaporador Fletcher n°1	1	1		1	1	60%	IMPORTANTE
107	Evaporador Fletcher n°2	1	1		1	1	60%	IMPORTANTE
108	Evaporador Fletcher n°3	1	1		1	1	60%	IMPORTANTE
109	Evaporador Fletcher n°4	1	1		1	1	70%	CRÍTICO
110	Evaporador Babcock n°1	1	1		1	1	60%	IMPORTANTE
111	Evaporador Babcock n°2	1	1		1	1	60%	IMPORTANTE
112	Evaporador Babcock n°3	1	1		1	1	60%	IMPORTANTE
113	Evaporador Babcock n°4	1	1		1	1	70%	CRÍTICO
114	Filtro Door Oliver n°1	1	1		1	1	40%	IMPORTANTE
115	Filtro Door Oliver n°2	1	1		1	1	70%	CRÍTICO
116	Filtro Door Oliver n°3	1	1		1	1	40%	IMPORTANTE
117	Bomba tipo pistón n°1	1	1	1		1	20%	PRESCINDIBLE
118	Bomba tipo pistón n°2	1	1	1		1	20%	PRESCINDIBLE
119	Bomba tipo pistón n°3	1	1	1		1	40%	IMPORTANTE
120	Elevador de cangilones	1	1	1		1	50%	IMPORTANTE
121	Motor de sin fin y agitador de cal	1	1	1		1	40%	IMPORTANTE
122	Motor para bombas tipo pistón	1	1	1		1	40%	IMPORTANTE
123	Tanque de preparación de cal n°1	1	1	1		1	40%	IMPORTANTE
124	Tanque de preparación de cal n°2	1	1	1		1	40%	IMPORTANTE

125	Tanque de preparación de cal n°3	1		1	1	1	60%	IMPORTANTE
126	Pre-evaporador Babcock		1	1		1	60%	IMPORTANTE
127	Pre-evaporador BMA		1	1		1	60%	IMPORTANTE
128	Pre-evaporador MC NEILL		1	1		1	60%	IMPORTANTE
129	Pre-evaporador SQUIER		1		1	1	80%	CRÍTICO
130	Bomba tanque soda caustica n°1	1		1	1		20%	PRESCINDIBLE
131	Bomba tanque soda caustica n°2	1		1	1		20%	PRESCINDIBLE
132	Tanque de almacenamiento soda	1		1	1		20%	PRESCINDIBLE
133	Tanque de preparación soda	1		1	1		40%	IMPORTANTE
134	Lancha de masa cocida A	1		1	1	1	60%	IMPORTANTE
135	Lancha de masa cocida B	1		1	1	1	60%	IMPORTANTE
136	Porta temple masa cocida C	1		1	1	1	60%	IMPORTANTE
137	Porta temple masa Stevens	1		1	1	1	60%	IMPORTANTE
138	Bomba n°1 Sucio	1		1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
139	Bomba n°1 Limpio	1		1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
140	Bomba n°2 Limpio	1		1	1	1	40%	IMPORTANTE
141	Tanque recuperación térmica n°1	1	1		1		40%	IMPORTANTE
142	Tanque recuperación térmica n°2	1	1		1		40%	IMPORTANTE
143	Tanque recuperación térmica n°3	1	1		1		40%	IMPORTANTE
144	Tanque recuperación térmica n°4	1		1	1		60%	IMPORTANTE
145	Bomba de agua para piscina n°1	1	1		1		40%	IMPORTANTE
146	Bomba de agua para piscina n°2	1		1	1		60%	IMPORTANTE
147	Bomba de agua de reservorio	1		1	1		60%	IMPORTANTE
148	Bomba de drenaje de agua	1		1	1		60%	IMPORTANTE
149	Sistema de agitación n°1	1	1			1	50%	IMPORTANTE
150	Sistema de agitación n°2	1	1			1	50%	IMPORTANTE

151	Sistema de agitación n°3	1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
152	Sistema de agitación n°4	1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
153	Sistema de agitación n°5	1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
154	Sistema de agitación n°6	1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
155	Sistema de agitación n°7	1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
156	Sistema de agitación n°8	1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
157	Sistema de agitación n°9	1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
158	Sistema de agitación n°10	1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
159	Sistema de agitación n°11	1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
160	Sistema de agitación n°12	1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
161	Sistema de agitación n°13	1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
162	Sistema de agitación n°14	1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
163	Sistema de agitación n°15	1	1		1	1	50%	IMPORTANTE	
164	Elevador de cachaza	1		1	1		1	60%	IMPORTANTE
165	Tolva de cachaza	1		1	1		1	40%	IMPORTANTE
166	Transportador de cachaza n°1	1		1	1		1	40%	IMPORTANTE
167	Transportador de cachaza n°2	1		1	1		1	40%	IMPORTANTE
168	Bomba de vacío	1		1		1	1	60%	IMPORTANTE
169	Botella de regulación de vacío	1		1		1	1	60%	IMPORTANTE
170	Mezclador de bagacillo	1		1	1		1	30%	PRESCINDIBLE
171	Ventilador alimentador de bagacillo	1		1	1		1	30%	PRESCINDIBLE
172	Balanza de melaza	1		1	1		1	40%	IMPORTANTE
173	Bomba de melaza n°1	1	1		1		1	10%	PRESCINDIBLE
174	Bomba de melaza n°2	1		1	1		1	50%	IMPORTANTE
175	Dosificador de cal	1		1	1		1	40%	IMPORTANTE
176	Tanque receptor de jugo encalado	1		1		1	1	60%	IMPORTANTE

177	Vacuum pan de refinera n°1	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
178	Vacuum pan de refinera n°2	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
179	Bomba de agua condensada n°1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
180	Bomba de agua condensada n°2	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
181	Bomba de agua condensada n°3	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
182	Tanque de agua n°1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
183	Tanque de jugo clarificado	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
184	Tanque flash	1	1	1	1	80%	CRÍTICO
185	Tanque receptor de jugo	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
186	Bomba de jarabe n°1	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
187	Bomba de jarabe n°2	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
188	Bomba de jarabe n°3	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
189	Tanque de jarabe	1	1	1	1	90%	CRÍTICO
190	Bomba de recirculación n°1	1	1	1	1	10%	PRESCINDIBLE
191	Bomba de recirculación n°2	1	1	1	1	30%	PRESCINDIBLE
192	Tanque de recepción de cachaza	1	1	1	1	10%	PRESCINDIBLE
193	Tanque de miel A n°1	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
194	Tanque de miel A n°2	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
195	Tanque de miel A n°3	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
196	Tanque de miel A n°4	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
197	Tanque de miel A n°5	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
198	Tanque de miel B n°1	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
199	Tanque de miel B n°2	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
200	Tanque de miel B n°3	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
201	Tanque de miel B n°4	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
202	Agitador de tanque n°1	1	1	1	1	30%	PRESCINDIBLE

203	Agitador de tanque n°2	1	1	1	1	30%	PRESCINDIBLE
204	Agitador de tanque n°3	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
205	Tanque de semilla n°1	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
206	Tanque de semilla n°2	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
207	Tanque de semilla n°3	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
208	Tolva de azúcar A	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
209	Tolva de azúcar B	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
210	Transportador de bolsas A n°1	1	1	1	1	20%	PRESCINDIBLE
211	Transportador de bolsas A n°2	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
212	Elevador de azúcar A	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
213	Elevador de azúcar B	1	1	1	1	40%	IMPORTANTE
214	Elevador de semilla - BMA	1	1	1	1	60%	IMPORTANTE
215	Transportador de azúcar A	1	1	1	1	30%	PRESCINDIBLE
216	Transportador de azúcar B	1	1	1	1	30%	PRESCINDIBLE
217	Transportador de azúcar - BMA	1	1	1	1	50%	IMPORTANTE
218	Malla fija de 80 Mesh	1	1	1	1	90%	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la evaluación de criticidad fueron un total de 25 equipos clasificados como críticos, 149 equipos importantes y 44 equipos prescindibles. La escala de evaluación utilizada fue de 0 a 100%, y los equipos con mayor ponderación son considerados críticos.

Tabla 19

Escala de valoración para determinar la criticidad.

ESCALA REFERENCIAL PONDERADO	
Crítico	<100%
Importante	< 70%
Prescindible	< 35%

Fuente: Elaboración propia.

La evaluación se realizó equipo por equipo y considerando la importancia de los aspectos considerados para la evaluación, la suma de cada resultado parcial se acumuló en un resultado ponderado global y según la escala respectiva se consideró como equipo crítico, importante y prescindible.

d) Programar las actividades y recursos para el mantenimiento preventivo de los equipos según sus características y condiciones de trabajo.

Tabla 20 Actividades de mantenimiento preventivo para los equipos críticos.

Actividades de mantenimiento preventivo para los equipos considerados como críticos.

ITEM	EQUIPO	ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS	INSUMOS
1	Balanza de jugo mezclado	1. Revisar presencia de fugas de jugo en equipo	Juego de llaves mixtas en pulgadas	Aceite
		2. Revisar mecanismos de contó metro	Alicate plano, estrella	Grasa
		3. Inspeccionar apriete de tornillos del equipo	Aceitera	
		4. Inspeccionar fugas en tanque de encalado		
		5. Inspeccionar fugas en válvula de paso		
		6. Lubricar mecanismos de balanza		
2	Bomba de agua condensada 03	1. Revisar estado del motor eléctrico	Multitester digital	
		2. Revisar estado de transmisión	Juego de llaves mixtas en pulgadas	
		3. Lubricar reductores de velocidad	Alicate plano, estrella	
		4. Revisar presencia de fugas en juntas de bomba	Aceitera	
		5. Revisar presencia de fugas en tuberías de flujo		
		6. Lubricar eje de válvulas de paso		
		7. Inspección visual de vibraciones en equipo		
3	Bomba de jugo clarificado 03	1. Revisar estado del motor eléctrico	Multitester digital	
		2. Revisar estado de transmisión	Juego de llaves mixtas en pulgadas	
		3. Lubricar reductores de velocidad	Alicate plano, estrella	
		4. Revisar presencia de fugas en juntas de bomba	Aceitera	
		5. Revisar presencia de fugas en tuberías de flujo		

		6. Lubricar eje de válvulas de paso	
		7. Inspección visual de vibraciones en equipo	
		8. Inspección de manómetro de presión	
4	Bomba de jugo encalado 03	1. Revisar estado del motor eléctrico	Multitester digital
		2. Revisar estado de transmisión	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Lubricar reductores de velocidad	Alicate plano, estrella
		4. Revisar presencia de fugas en juntas de bomba	Aceitera
		5. Revisar presencia de fugas en tuberías de flujo	
		6. Lubricar eje de válvulas de paso	
		7. Inspección visual de vibraciones en equipo	
		8. Inspección de manómetro de presión	
5	Bomba de miel A 02	1. Revisar estado del motor eléctrico	Multitester digital
		2. Revisar estado de transmisión	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Lubricar reductores de velocidad	Alicate plano, estrella
		4. Revisar presencia de fugas en juntas de bomba	Aceitera
		5. Revisar presencia de fugas en tuberías de flujo	
		6. Lubricar eje de válvulas de paso	
		7. Inspección visual de vibraciones en equipo	
		8. Inspección de manómetro de presión	
6	Bomba de miel B 02	1. Revisar estado del motor eléctrico	Multitester digital
		2. Revisar estado de transmisión	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Lubricar reductores de velocidad	Alicate plano, estrella
		4. Revisar presencia de fugas en juntas de bomba	Aceitera

		5. Revisar presencia de fugas en tuberías de flujo	
		6. Lubricar eje de válvulas de paso	
		7. Inspección visual de vibraciones en equipo	
		8. Inspección de manómetro de presión	
7	Bomba de vacío 04	1. Revisar estado del motor eléctrico	Multitester digital
		2. Revisar estado de transmisión	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Lubricar reductores de velocidad	Alicate plano, estrella
		4. Revisar presencia de fugas en juntas de bomba	Aceitera
		5. Revisar presencia de fugas en tuberías de flujo	
		6. Lubricar eje de válvulas de paso	
		7. Inspección visual de vibraciones en equipo	
		8. Inspección de vacuómetro	
8	Bomba de vacío 05	1. Revisar estado del motor eléctrico	Multitester digital
		2. Revisar estado de transmisión	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Lubricar reductores de velocidad	Alicate plano, estrella
		4. Revisar presencia de fugas en juntas de bomba	Aceitera
		5. Revisar presencia de fugas en tuberías de flujo	
		6. Lubricar eje de válvulas de paso	
		7. Inspección visual de vibraciones en equipo	
		8. Inspección de vacuómetro	
9	Calentador de jugo n°3	1. Revisar presencia de fugas de jugo en equipo	Multitester digital
		2. Revisar presencia de fugas de vapor en equipo	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Revisar funcionamiento de termómetro	Alicate plano, estrella

		4. Revisar estado de luminarias	Aceitera
		5. Revisar estado de conexiones eléctricas	
		6. Inspeccionar visualmente recubrimiento térmico	
10	Calentador de jugo n°6	1. Revisar presencia de fugas de jugo en equipo	Multitester digital
		2. Revisar presencia de fugas de vapor en equipo	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Revisar funcionamiento de termómetro	Alicate plano, estrella
		4. Revisar estado de luminarias	Aceitera
		5. Revisar estado de conexiones eléctricas	
		6. Inspeccionar visualmente recubrimiento térmico	
11	Centrífuga de Masa cocida A n°4	1. Verificar presencia de fugas neumáticas	Multitester digital
		2. Lubricar mecanismos de centrífuga	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Verificar presencia de agujeros en malla	Alicate plano, estrella
		4. Verificar estado de tablero eléctrico	Aceitera
		5. Revisar condiciones de luminarias	
		6. Revisar estado de cableado eléctrico	
		7. Verificar presencia de fugas de miel	
		8. Verificar estado de transportador de azúcar	
12	Centrífuga de Masa cocida B n°4	1. Verificar presencia de fugas neumáticas	Multitester digital
		2. Lubricar mecanismos de centrífuga	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Verificar presencia de agujeros en malla	Alicate plano, estrella
		4. Verificar estado de tablero eléctrico	Aceitera
		5. Revisar condiciones de luminarias	

		6. Revisar estado de cableado eléctrico	
		7. Verificar presencia de fugas de miel	
		8. Verificar estado de transportador de azúcar	
13	Centrífuga de Masa cocida C n°1	1. Verificar presencia de fugas neumáticas	Multitester digital
		2. Lubricar mecanismos de centrífuga	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Verificar presencia de agujeros en malla	Alicate plano, estrella
		4. Verificar estado de tablero eléctrico	Aceitera
		5. Revisar condiciones de luminarias	
		6. Revisar estado de cableado eléctrico	
		7. Verificar presencia de fugas de miel	
		8. Verificar estado de transportador de azúcar	
14	Clarificador n°2	1. Verificar presencia de fugas de jugo	Multitester digital
		2. Verificar presencia de fugas en válvulas	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Verificar presencia de fugas en bomba de jugo	Alicate plano, estrella
		4. Verificar presencia de fugas en bomba diafragma	Aceitera
		5. Verificar presencia de fugas en bomba de cachaza	
		6. Lubricar transmisión de bomba de jugo	
		7. Lubricar transmisión de bomba de diafragma	
		8. Lubricar transmisión de bomba de cachaza	
		9. Inspección a los motores eléctricos de las bombas	
		10. Lubricar transmisión de sistema de rotación	

15	Evaporador Babcock n°4	1. Verificar presencia de fugas de presión	Multitester digital
		2. Verificar presencia de fugas de vapor	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Presencia de fugas de jugo en equipo	Alicate plano, estrella
		4. Inspeccionar visualmente estado de mirillas	Aceitera
		5. Verificar estado de luminarias	
		6. Verificar estado de conexiones eléctricas	
		7. Verificar estado de manómetro	
		8. Verificar estado de termómetro	
		9. Verificar estado de vacuómetro	
		10. Inspeccionar estado de recubrimiento térmico	
16	Evaporador Fletcher n°4	1. Verificar presencia de fugas de presión	Multitester digital
		2. Verificar presencia de fugas de vapor	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Presencia de fugas de jugo en equipo	Alicate plano, estrella
		4. Inspeccionar visualmente estado de mirillas	Aceitera
		5. Verificar estado de luminarias	
		6. Verificar estado de conexiones eléctricas	
		7. Verificar estado de manómetro	
		8. Verificar estado de termómetro	
		9. Verificar estado de vacuómetro	
		10. Inspeccionar estado de recubrimiento térmico	
17	Filtro Door Oliver n°2	1. Verificar presencia de fugas presión	Multitester digital
		2. Verificar presencia de fugas de vapor	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Verificar estado de tuberías internas del equipo	Alicate plano, estrella

		4. Inspeccionar estado de malla filtro	Aceitera
		5. Lubricar mecanismos de rotación de tanque	
		6. Verificar mecanismo de tornillo sin fin de lodo	
		7. Verificar estado de motor eléctrico	
		8. Verificar estado de luminarias del equipo	
		9. Verificar estado de hoja topadora	
		10. Lubricar transmisión de sistema de rotación	
18	Malla fija de 80 Mesh	1. Verificar estado de la malla	Multitester digital
		2. Lubricar eje de válvula de paso	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Verificar presencia de fugas en tuberías de equipo	Alicate plano, estrella
		4. Verificar fugas en válvula de equipo	Aceitera
19	Pre-evaporador SQUIER	1. Revisar presencia de fugas de jugo en equipo	Multitester digital
		2. Revisar presencia de fugas de vapor en equipo	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Revisar funcionamiento de termómetro	Alicate plano, estrella
		4. Revisar estado de luminarias	Aceitera
		5. Revisar estado de conexiones eléctricas	
		6. Inspeccionar visualmente recubrimiento térmico	
		7. Inspeccionar visualmente estado de mirillas	
20	Tanque de jarabe	1. Verificar presencia de fugas de jarabe	Multitester digital
		2. Verificar funcionamiento de la boya de nivel	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Verificar limpieza interna del tanque	Alicate plano, estrella

21	Tanque flash	1. Verificar presencia de fugas de jugo en tuberías	Multitester digital
		2. Verificar presencia de fugas en equipo	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Lubricar ejes de válvulas de paso	Multitester digital
22	Vacuum pan n°3	1. Verificar presencia de fugas de vapor	Multitester digital
		2. Verificar presencia de fugas de presión	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Verificar presencia de fugas de jarabe, agua	Alicate plano, estrella
		4. Verificar estado de válvulas	Aceitera
		5. Verificar estado de sonda de equipo	
		6. Inspeccionar visualmente estado de mirillas	
		7. Lubricar mecanismos del equipo	
		8. Verificar funcionamiento de manómetro	
		9. Verificar funcionamiento de termómetro	
		10. Verificar estado de luminarias	
23	Vacuum pan n°6	1. Verificar presencia de fugas de vapor	Multitester digital
		2. Verificar presencia de fugas de presión	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Verificar presencia de fugas de jarabe, agua	Alicate plano, estrella
		4. Verificar estado de válvulas	Aceitera
		5. Verificar estado de sonda de equipo	
		6. Inspeccionar visualmente estado de mirillas	
		7. Lubricar mecanismos del equipo	
		8. Verificar funcionamiento de manómetro	
		9. Verificar funcionamiento de termómetro	
		10. Verificar estado de luminarias	

24	Vacuum pan n°7	1. Verificar presencia de fugas de vapor	Multitester digital
		2. Verificar presencia de fugas de presión	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Verificar presencia de fugas de jarabe, agua	Alicate plano, estrella
		4. Verificar estado de válvulas	Aceitera
		5. Verificar estado de sonda de equipo	
		6. Inspeccionar visualmente estado de mirillas	
		7. Lubricar mecanismos del equipo	
		8. Verificar funcionamiento de manómetro	
		9. Verificar funcionamiento de termómetro	
		10. Verificar estado de luminarias	
		11. Verificar estado de motor eléctrico	
		12. Lubricar transmisión	
		13. Inspeccionar presencia de vibraciones en eje	
		14. Verificar estado de bomba de vacío auxiliar	
25	Vacuum pan n°8	1. Verificar presencia de fugas de vapor	Multitester digital
		2. Verificar presencia de fugas de presión	Juego de llaves mixtas en pulgadas
		3. Verificar presencia de fugas de jarabe, agua	Alicate plano, estrella
		4. Verificar estado de válvulas	Aceitera
		5. Verificar estado de sonda de equipo	
		6. Inspeccionar visualmente estado de mirillas	
		7. Lubricar mecanismos del equipo	
		8. Verificar funcionamiento de manómetro	
		9. Verificar funcionamiento de termómetro	

-
10. Verificar estado de luminarias
 11. Verificar estado de motor eléctrico
 12. Verificar tensión de las fajas
 13. Inspeccionar presencia de vibraciones en eje
 14. Verificar estado de bomba de vacío auxiliar
-

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una programación y asignación de las principales actividades de mantenimiento preventivo a los equipos considerados como críticos.

3.2.3. Desarrollo de la propuesta.

SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE ELABORACIÓN DE LA EMPRESA AGROPUCALÁ S.A.A 2018

INTRODUCCIÓN

La situación actual de la gestión de mantenimiento en el sector industrial peruano se encuentra relevada a un segundo plano, entendiendo a las actividades de mantenimiento como un gasto y no como una inversión, descuidando la real importancia de la preservación de los activos en la empresa; la efectividad en su cumplimiento repercute positivamente en los planes de producción, esta situación conlleva a que las empresas disminuyan su competitividad y reduzcan sus niveles de producción.

La metodología aplicada en el sistema de gestión se encuentra citada en la norma internacional ISO 55001 “Gestión de activos” publicada en enero del año 2014, este documento contiene 10 capítulos, los 3 primeros describen la aplicabilidad del sistema, las normas que sirven como referencia, la terminología y sus condiciones; el resto de capítulos complementan los requisitos básicos de un sistema iniciando con la comprensión de las partes interesadas, fomentando el liderazgo en las partes encargadas de su aplicabilidad, encaminando acciones de planificación, basadas en un soporte para asegurar su funcionamiento, y enfocando las acciones analizando los riesgos que implica la ejecución de las actividades.

El principal recurso que asegura la efectividad del sistema es la mano de obra, sobre ellos recae la oportunidad de aplicar y mejorar el sistema de gestión, la disciplina en los mismos es crucial para el éxito del sistema, es por este motivo que se contemplan una serie de herramientas para comunicar los mensajes tienen que ser precisos y utilizar un lenguaje técnico y de acorde con el entorno en el que se desarrolla el sistema.

Los materiales utilizados en el desarrollo del sistema tienen que demostrar su calidad es por ello por lo que las herramientas literales muestran su fuente para generar confianza y éxito, de igual manera los materiales e insumos tiene que garantizar su calidad para ello se contempla el uso de la ficha técnica de cada una de ellas, así como los certificados de calidad emitidos por instituciones encargadas de emitir esta documentación.

ESTRUCTURA BASADA EN NORMA ISO 55001 GESTIÓN DE ACTIVOS

1. Alcance
2. Referencias normativas
3. Términos y condiciones
4. Contexto de la organización
 - 4.1. Comprensión de la organización y su contexto
 - 4.2. Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas
 - 4.3. Determinación del alcance del sistema de gestión de activos
 - 4.4. Sistema de gestión de activos
5. Liderazgo
 - 5.1. Liderazgo y compromiso
 - 5.2. Política
 - 5.3. Roles, responsabilidades y autoridades en la organización
6. Planificación
 - 6.1. Acciones para hacer frente a riesgos y oportunidades del sistema
 - 6.2. Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos
7. Apoyo
 - 7.1. Recursos
 - 7.2. Competencias
 - 7.3. Toma de conciencia
 - 7.4. Comunicación
 - 7.5. Información documentada
8. Operación
 - 8.1. Planificación y control operacional
 - 8.2. Gestión de cambio
 - 8.3. Contratación de terceros
9. Evaluación del desempeño
 - 9.1. Seguimiento, medición y evaluación
 - 9.2. Auditoría interna
 - 9.3. Revisión de la gerencia
10. Mejora
 - 10.1. No conformidades y acciones correctivas
 - 10.2. Acciones preventivas
 - 10.3. Mejora continua

1. Alcance.

La implementación del sistema de gestión de activos se realiza en la empresa AGROPUCALA S.A.A. una de las empresas más representativas del sector agroindustrial azucarero del norte del Perú. El contexto en el que se desarrolla el sistema es el área de elaboración una de las más importantes y críticas del ingenio azucarero, las áreas de principal acción en el sistema son de mantenimiento y elaboración, además de ello cuentan con áreas de soporte como son logística, almacén y seguridad industrial.

2. Referencias normativas.

Las normas referenciales utilizadas en el desarrollo del sistema son las siguientes:
ISO 55000: 2014, Gestión de activos – Descripción general, principios y terminología
ISO 55001: 2014, Gestión de activos – Sistemas de gestión – Requisitos

3. Términos y condiciones.

Los términos utilizados en la aplicación del sistema son presentados a continuación.

3.1. Términos generales.

3.1.1. Auditoría.

Proceso (3.1.19) sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplen los criterios de auditoría

Una auditoría puede ser interna (de primera parte) o una auditoría externa (de segunda o tercera parte) o puede ser una auditoría combinada o integrada (combinando dos o más disciplinas).

“Evidencia de la auditoría” y “criterios de auditoría” se definen en la Norma ISO 19011.

3.1.2. Capacidad.

Gestión de activos grado de aptitud y capacidad de una entidad (sistema, persona u organización (3.1.13)) para alcanzar sus objetivos (3.1.12)

Las capacidades de la gestión de activos (3.3.1) incluyen procesos (3.1.19), recursos, competencias (3.1.3) y tecnologías para posibilitar el desarrollo y la implementación eficaz y eficiente de los planes de gestión de activos (3.3.3) y de las actividades en la vida de los activos (3.2.2) y de su mejora continua (3.1.5).

3.1.3. Competencia.

Capacidad para aplicar el conocimiento y habilidades para alcanzar los resultados previstos.

3.1.4. Conformidad.

Cumplimiento de un requisito (3.1.20)

3.1.5. Mejora continua.

Actividad recurrente para mejorar el desempeño (3.1.17)

3.1.6. Información documentada.

Información requerida y el medio que la contiene que controla y mantiene la organización.

La información documentada puede tener cualquier formato y medio y puede provenir de cualquier fuente.

La información documentada puede referirse a

- El sistema de gestión (3.4.2), incluyendo los procesos relacionados (3.1.19);
- La información originada para que la organización opere (documentación);
- La evidencia de los resultados logrados (registros, indicadores clave de desempeño).

3.1.7. Eficacia.

Grado con el cual se cumplen las actividades planificadas y se logran los resultados planificados.

3.1.8. Incidente.

Evento no planificado u ocurrencia que produce daño u otra pérdida.

3.1.9. Monitoreo.

Determinar el estado de un sistema, de un proceso (3.1.19) o de una actividad

Para determinar el estado podría necesitarse revisar, supervisar u observar con sentido crítico.

Para los propósitos de la gestión de activos, el seguimiento también puede referirse a determinar el estado de un activo. Esto generalmente se menciona como “seguimiento de condición” o “seguimiento de desempeño”.

3.1.10. Medición.

Proceso (3.1.19) para determinar un valor.

3.1.11. No conformidad.

Incumplimiento de un requisito (3.1.20)

Una no conformidad puede ser cualquier desvío de los requisitos del sistema de gestión (3.4.2) de activos o de normas, prácticas, procedimientos, requisitos legales pertinentes, entre otros.

3.1.12. Objetivo.

Resultado a alcanzar

Un objetivo puede ser estratégico, táctico u operacional.

Los objetivos pueden relacionarse a diferentes disciplinas (tales como metas financieras, ambientales y de salud y seguridad) y pueden aplicarse a diferentes niveles (tales como estratégicos, de toda la organización, proyecto, producto y proceso (3.1.19)).

Un objetivo puede expresarse de otras maneras, como por ejemplo como un resultado previsto, un propósito, un criterio operacional, un objetivo de gestión de activos (3.3.1) o mediante el uso de otras palabras con significados similares (por ejemplo, objetivos, metas o logros).

En el contexto de los sistemas de gestión de activos (3.4.3), la organización (3.1.13) fija los objetivos de gestión de activos (3.1.14) coherentes con la política (3.1.18) de gestión de activos para alcanzar resultados específicos medibles.

3.1.13. Organización.

Persona o grupo de personas que tienen funciones propias con responsabilidades, autoridades y relaciones para alcanzar sus objetivos (3.1.12)

El concepto de organización incluye, pero no está limitado a una empresa unipersonal, compañía, corporación, firma, emprendimiento, autoridad, sociedad, institución de caridad u otras instituciones, a parte o a una combinación de ella, incorporada o no, pública o privada.

3.1.14. Objetivo organizacional.

Objetivo (3.1.12) general que fija el contexto y la dirección de las actividades de una organización (3.1.13)

Los objetivos organizacionales se establecen mediante actividades de planificación a nivel estratégico de la organización.

3.1.15. Plan organizacional.

Información documentada (3.1.6) que especifica los programas para alcanzar los objetivos organizacionales (3.1.14)

3.1.16. Contratar a terceros.

Hacer un acuerdo para que una organización (3.1.13) externa realice parte de la función o del proceso (3.1.19) de una organización

Una organización externa se halla fuera del alcance del sistema de gestión (3.4.2), sin embargo, la función o el proceso contratado a terceros se hallan dentro de su alcance si sus actividades influyen la eficacia del sistema de gestión de activos (3.4.3).

3.1.17. Desempeño.

El desempeño puede relacionarse con hallazgos cuantitativos o cualitativos.

El desempeño puede relacionarse con las actividades de gestión, los procesos (3.1.19), productos (incluyendo servicios), sistemas u organizaciones (3.1.13).

Para los propósitos de la gestión de activos (3.3.1), el desempeño puede relacionarse con los activos (3.2.1) en cuanto a su capacidad para lograr requisitos (3.1.20) y objetivos (3.1.12).

3.1.18. Política.

Intenciones y dirección de una organización (3.1.13) como lo expresa formalmente su alta dirección (3.1.23).

3.1.19. Proceso.

Conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan que transforman los elementos de entrada en elementos de salida.

3.1.20. Requisito.

Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria

Nota 1 a la entrada: “Generalmente implícita” significa que para la organización (3.1.13) y las partes interesadas (3.1.22) es costumbre o práctica común que la necesidad o expectativa en cuestión sea implícita.

Un requisito especificado es el que se declara o manifiesta, por ejemplo, en la información documentada (3.1.6).

3.1.21. Riesgo.

Efecto de la incertidumbre sobre los objetivos (3.1.12)

Un efecto es una desviación de lo esperado, positiva o negativa.

Los objetivos se pueden relacionar a distintas disciplinas (tales como metas financieras, ambientales y de salud y seguridad) y pueden aplicarse a diferentes niveles (tales como estratégico, a la organización en general, proyecto, producto o proceso (3.1.19).

El riesgo frecuentemente se caracteriza por hacer referencia a “eventos” potenciales (según la definición en la Guía ISO 73:2009, 3.5.1.3) y “consecuencias” (según la definición en la Guía ISO 73:2009, 3.6.1.3) o a una combinación de ambas.

El riesgo frecuentemente se expresa en términos de una combinación de las consecuencias de un evento (incluyendo cambios de las circunstancias) y la “posibilidad” (Guía ISO 73:2009, 3.6.1.1) asociada a la ocurrencia.

La incertidumbre es un estado, aún parcial de deficiencia de la información relacionada a un evento, de la comprensión o del conocimiento de un evento, sus consecuencias o su posibilidad.

3.1.22. Parte interesada.

Persona u organización (3.1.13) que puede afectar, ser afectada o percibir que es afectada por una decisión o actividad.

3.1.23. Alta dirección.

Persona o grupo de personas que dirige y controla una organización (3.1.13) al más alto nivel

La alta dirección tiene el poder de delegar la autoridad y proporcionar recursos dentro de la organización.

Si el alcance del sistema de gestión (3.4.2) sólo cubre parte de una organización, entonces alta dirección se refiere a los que dirigen y controlan esa parte de la organización. Si se emplean varios sistemas de gestión de activos (3.4.3) los sistemas deberían diseñarse para coordinar esfuerzos.

3.2. Términos relacionados con activos.

3.2.1. Activo.

Ítem, objeto o entidad que tiene valor real o potencial para una organización (3.1.13)

El valor puede ser tangible o intangible, financiero o extra financiero incluyendo la consideración de riesgos (3.1.21) y obligaciones. Puede ser positivo o negativo en las diferentes etapas de vida del activo (3.2.2).

Activos físicos generalmente se refieren a equipamiento, inventario y los inmuebles de la organización. Activos físicos es opuesto a activos intangibles, los cuales son activos no físicos como alquileres, marcas, activos digitales, derechos de uso, licencias, derechos de propiedad intelectual, reputación o acuerdos.

Un grupo de activos referido como un sistema de activos (3.2.5) también podría considerarse como un activo.

3.2.2. Vida del activo.

Período desde la creación del activo (3.2.1) hasta el fin de la vida del activo.

3.2.3. Ciclo de vida.

Etapas de la gestión de un activo (3.2.1)

Nota 1 a la entrada: El nombre y la cantidad de etapas y las actividades desarrolladas en cada etapa varían generalmente en diferentes sectores industriales y las determina la organización.

3.2.4. Portafolio de activos.

Activos (3.2.1) que se hallan dentro del alcance del sistema de gestión de activos (3.4.3)

Nota 1 a la entrada: Un portafolio generalmente se establece y se asigna con propósitos de control de gestión. Los portafolios de bienes físicos podrían definirse por categorías (por ejemplo, planta, equipo, herramientas, terrenos). Los portafolios de programas de computación podrían definirse por el fabricante o por plataforma (por ejemplo, PC, servidor, computadora central).

Un sistema de gestión de activos puede incluir varios portafolios de activos. Cuando se emplean varios portafolios de activos y sistemas de gestión de activos, las actividades de la gestión de activos (3.3.1) deberían coordinarse entre los portafolios y los sistemas.

3.2.5. Sistema de activos.

Conjunto de activos (3.2.1) que interactúan o que están interrelacionados.

3.2.6. Tipo de activo.

Grupo de activos (3.2.1) que tienen características comunes que los distinguen como un grupo o una clase

EJEMPLO: Activos físicos, activos de información, activos intangibles, activos críticos (3.2.7), activos de concesión, activos lineales, activos de tecnología de la información y comunicaciones (TIC), activos de infraestructura, activos móviles.

3.2.7. Activo crítico.

Activo (3.2.1) que tiene potencial para impactar significativamente en el logro de los objetivos (3.1.13) de la organización (3.1.12)

Los activos pueden ser críticos desde el punto de vista de la seguridad, del ambiente o del desempeño (3.1.17) y pueden relacionarse a requisitos (3.1.20) legales, regulatorios o estatutarios.

Los activos críticos pueden referirse a los activos necesarios para proporcionar servicios a los clientes críticos.

Los sistemas de activos (3.2.5) pueden distinguirse como críticos de manera similar a la de los activos individuales.

3.3. Términos relacionados con la gestión de activos.

3.3.1. Gestión de activos.

Actividad coordinada de una organización (3.1.13) para obtener valor a partir de los activos

La obtención de valor generalmente implicará balance de costos, riesgos (3.1.21), oportunidades y beneficios de desempeño (3.1.17).

Actividad también puede referirse a la aplicación de los elementos del sistema de gestión de activos (3.4.3).

El término “actividad” tiene un significado amplio y puede incluir, por ejemplo, el enfoque, la planificación, los planes y su implementación.

3.3.2. Plan estratégico de gestión de activos PEGA.

Información documentada (3.1.6) que especifica de qué manera los objetivos organizacionales (3.1.14) se convierten en objetivos (3.1.12) de gestión de activos (3.3.1), el enfoque para desarrollar los planes de la gestión de activos (3.3.3) y el rol del sistema de gestión de activos (3.4.3) como apoyo para alcanzar los objetivos de la gestión de activos

Un plan estratégico de gestión de activos se deriva del plan organizacional (3.1.15).

Un plan estratégico de gestión de activos puede estar contenido en un plan organizacional o puede ser un plan subsidiario del mismo.

3.3.3. Plan de gestión de activos.

Información documentada (3.1.6) que especifica las actividades, los recursos y los plazos de ejecución requeridos para que un activo (3.2.1) individual o un agrupamiento de activos logren los objetivos (3.1.12) de la gestión de activos (3.3.1) de la organización (3.1.13)

El agrupamiento de activos puede ser por tipo de activo (3.2.7), clase de activos, sistema de activos (3.2.6) o portafolio de activos (3.2.5).

Un plan de gestión de activos se deriva del plan estratégico de gestión de activos (3.3.2).

Un plan de gestión de activos puede estar contenido en un plan estratégico de gestión de activos o puede ser un plan subsidiario del mismo.

3.3.4. Acción preventiva.

Acción para eliminar la causa de una no conformidad (3.1.11) potencial u otra situación potencial indeseable

Esta definición es específica solamente para las actividades de gestión de activos (3.3.1).

Puede haber más de una causa para una no conformidad potencial.

La acción preventiva se toma para prevenir la ocurrencia y para preservar la función de un activo (3.2.1), mientras que la acción correctiva (3.4.1) se toma para prevenir la recurrencia.

La acción preventiva generalmente se toma mientras el activo está funcionalmente disponible y operable o antes de que comience la falla funcional.

La acción preventiva incluye la reposición de consumibles cuando el consumo es un requisito (3.1.19) funcional.

3.3.5. Acción predictiva.

Acción para monitorear la condición de un activo (3.2.1) y predecir la necesidad de una acción preventiva (3.3.4) o de una acción correctiva (3.4.1)

Nota 1 a la entrada: La acción predictiva generalmente se menciona como “seguimiento de condición” o “seguimiento de desempeño”.

3.3.6. Nivel de servicio.

Parámetros o combinación de parámetros que reflejan resultados sociales, políticos, ambientales y económicos que produce la organización (3.1.13)

Nota 1 a la entrada: Los parámetros pueden incluir seguridad, satisfacción del cliente, calidad, cantidad, capacidad, confiabilidad, capacidad de respuesta, aceptabilidad ambiental, costos y disponibilidad.

3.4. Términos relacionados con el sistema de gestión de activos.

3.4.1. Acción correctiva.

Acción para eliminar la causa de una no conformidad (3.1.11) y prevenir su recurrencia
Nota 1 a la entrada: En el caso de otros resultados indeseables, la acción es necesaria para minimizar o eliminar las causas y reducir el impacto o prevenir la recurrencia. Tales acciones caen fuera del concepto de acción correctiva en el sentido de esta definición.

3.4.2. Sistema de gestión.

Conjunto de elementos de una organización (3.1.13) interrelacionados o que interactúan para establecer políticas (3.1.18) y objetivos (3.1.12) y procesos (3.1.19) para alcanzar esos objetivos

Un sistema de gestión puede aplicarse a una sola disciplina o a varias disciplinas. Los elementos del sistema incluyen la estructura de la organización, los roles y las responsabilidades, la planificación, la operación, etc.

El alcance de un sistema de gestión puede incluir a toda la organización, a funciones específicas e identificadas de la organización, a secciones específicas e identificadas de la organización o a una o más funciones a través de un grupo de organizaciones.

3.4.3. Sistema de gestión de activos.

Sistema de gestión (3.4.2) para la gestión de activos (3.3.1) cuya función es la de establecer la política (3.1.18) de la gestión de activos y los objetivos (3.1.12) de la gestión de activos.

4. Contexto de la organización.

4.1. Comprensión de la organización y su contexto.

Agropucalá S.A.A. es una empresa del sector azucarero más representativas de la región Lambayeque, cuenta con más de 75 años de vida institucional atravesando distintas etapas iniciando como hacienda, seguida de una cooperativa agrícola, hasta evolucionar en una empresa privada. La institución se encuentra dedicada a la elaboración de azúcar rubia para uso doméstico e industrial, atendiendo a los mercados regionales y nacionales, el proceso de elaboración de azúcar se desarrolla en distintas etapas destacando como las más importantes la siembra, la cosecha, la extracción del jugo, la cristalización y la centrifugación del grano en azúcar; hasta convertirse en un producto de primera necesidad.

El contexto en el cual se desarrolla la propuesta es crítico debido a la falta de interés de los gerentes de la empresa en atender debidamente el cuidado y mantenimiento de los equipos en la planta industrial, el sistema de gestión se enfoca en una de las áreas más importantes y con mayor cantidad de fallas presentadas en los equipos como es el área de elaboración.

Esta área inicia con la recepción del jugo que proviene del trapiche, abarca los procesos de limpieza de impurezas mediante filtros, calentamiento del jugo, floculado del mismo, aclaramiento del jugo, hasta un proceso de evaporación para convertirse en jalea, una posterior cristalización y centrifugación. Esta área concentra la mayor cantidad de equipos, así como el mayor número de fallas muchos de ellas ocasionan pérdidas de jugo con altas concentraciones de sacarosa que es el ingrediente principal para la elaboración de azúcar.

Los equipos del área elaboración sufren constantemente de fallas en su funcionamiento, originando desviaciones en los planes de producción tratándose de un área que se dedica a la transformación del jugo de caña en grado de azúcar listo para ser consumido.

4.2. Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.

4.2.1. Partes interesadas dentro de la organización.

a) Jefatura de planta

Funcionamiento del sistema de gestión de mantenimiento de activos en el área de mantenimiento para cumplir con el plan de producción de la empresa y mejorar los indicadores de producción y productividad.

Justificación de la inversión realizada en el sistema mostrando resultados medibles y cuantitativos, permitiendo un retorno de la inversión y solvencia de este para mantenerse en el tiempo.

El cumplimiento de los objetivos del sistema es crucial para motivar a que otras áreas de organización muestren interés por plantear metodologías de trabajo que permitan mejorar los procesos internos de cada área.

b) Área de Elaboración

Disminuir las fallas en los equipos que conforman el área de trabajo, permite cumplir con los planes de producción y mantener los indicadores de competitividad establecidos por gerencia.

Redacción de procedimientos y flujogramas de procesos, para ordenar el área, enfatizando en las sub - áreas de gestión porque de ellas dependen las acciones del área operativa del sistema.

La calidad del producto final se refleja en la continuidad del proceso de elaboración de azúcar.

Mejora en el proceso de comunicación con el factor humano acercará más a los técnicos y operarios que forman parte del sistema, recibir aportes e ideas generadas por los integrantes del sistema permite tener una retroalimentación de los procesos.

c) Área de Mantenimiento

El área necesita una estandarización de sus procesos para poder aumentar la eficiencia en los servicios que ofrece a las áreas con las que se interrelaciona, normalizando las funciones que realizan cada uno de sus integrantes.

Mejora en los indicadores de mantenimiento con disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad; permite demostrar una mejora en los indicadores y poder analizar la información para tomar mejores decisiones sustentadas en bases de datos.

d) Área de Logística

Búsqueda de nuevas ofertas de productos, el proceso de compras planificadas permite realizar una investigación de mercado para mejorar las ofertas recibidas de los proveedores, alentando a la competitividad entre ellos favoreciendo a la organización.

Abastecimiento de materiales oportunos permite dar continuidad a las operaciones de mantenimiento realizadas por técnicos calificados.

Mantener los niveles de stock en materiales y consumibles, en base a una planificación de las actividades de mantenimiento realizadas por el área de mantenimiento.

e) Área de Almacén

Entrega de reportes de materiales en tiempo real al área de compras para poder realizar la compra a en tiempos oportunos, permitiendo tener capacidad de respuesta ante las emergencias.

Identificación de materiales y artículos usados en el mantenimiento mediante rótulos, y asignación de códigos para lograr una identificación física eficaz.

Orden y limpieza en sus instalaciones, disciplina del personal encargado de realizar los despachos de materiales y herramientas.

Resguardo de herramientas y equipos necesarios para el mantenimiento de los equipos, asignando responsabilidades a cada técnico encargado de las herramientas para resguardar su cuidado.

f) Área de Seguridad Industrial

Notificaciones antes de realizar trabajos para poder emprender acciones necesarias que aseguren la reducción de posibles accidentes, expectativa que generada es la comunicación de las áreas encargadas para poder iniciar con sus acciones.

Elaboración de un plan de contingencia ante eventuales accidentes formando al personal para poder responder a la emergencia, realizar un cronograma proponiendo fechas de presentación para los planes de contingencia, de igual manera cursos con instituciones especializadas para aportar conocimientos.

Gestión de compras de artículos para minimizar accidentes de acuerdo con las actividades de mantenimiento partiendo del proceso de comunicación anticipada,

Gestión de compra para pólizas de seguros de riesgo que cubran los posibles accidentes de los técnicos encargados de realizar el mantenimiento.

4.2.2. Partes interesadas externas.

- a) Asociación de Jubilados, viudas y herederos de la empresa Agropucalá S.A.A
- b) Municipalidad Distrital de Pucalá
- c) SUNAT (Lambayeque)
- d) Entidades financieras y bancarias.
- e) Estudiantes de Instituciones superiores (Institutos y universidades)
- f) Economía del distrito de Pucalá.
- g) Principales clientes y proveedores que negocian con la empresa.
- h) Reducción en los recursos utilizados en las actividades de mantenimiento no planificadas.

4.3. Determinación del alcance del sistema de gestión de activos.

El alcance del sistema de gestión se encuentra delimitado físicamente por los activos y equipos que comprende el área de elaboración N° de equipos.

El área de elaboración es la principal involucrada, la cual interactuará principalmente con la de mantenimiento, mientras que las áreas de logística y seguridad industrial brindarán soporte para el desarrollo de las actividades planificadas.

En el área de Elaboración el sistema tiene que ser conocido por todo el personal que forma parte de ella, las actividades de mantenimiento tienen que estar orientas al cumplimiento de los objetivos de sistema y deben elaborarse los procedimientos operativos para el actuar de cada elemento del sistema.

En el área de Mantenimiento se tienen que integrar los procesos para actuar de manera eficaz.

Las áreas de soporte como son Logística tienen que asegurar el abastecimiento oportuno de los materiales e insumos solicitados por el área de mantenimiento para las realizar las actividades de conservación de los equipos, mientras que seguridad industrial evaluará la contención de riesgos potenciales en los cuales los técnicos de mantenimiento estarán expuestos al realizar los trabajos programados, sin dejar de lado los aspectos ambientales y el uso eficiente de los recursos programados.

4.4. Sistema de gestión de activos.

El sistema tiene una primera etapa que es la de difusión específicamente en las áreas principales como son las de elaboración y mantenimiento para que el personal que los conforma conozcan los objetivos, responsabilidades, y los límites del sistema; esperando la retroalimentación por parte ellos en cuanto a los aportes que puedan hacer en base a su experiencia y conocimientos de la situación actual y la problemática expuesta, se resolverán las preguntas y dudas que los participantes expresen abiertamente; la intención es exponer la importancia del sistema.

En las áreas de soporte como son logística, almacén y seguridad industrial se expondrán los objetivos a los jefes de cada área y ellos dispondrán del personal idóneo para formar parte del sistema.

La segunda etapa que es la implementación se tiene que dar las pautas necesarias para el desarrollo del sistema como la publicación de los objetivos, el desarrollo de procedimientos operativos para las áreas involucradas, el desarrollo de formatos de control, y la publicación de un cronograma de actividades. En el desarrollo de esta etapa los aportes y sugerencias que surjan por parte de los operarios y técnicos tienen que ser recogidos y direccionados para que ellos sientan que sus ideas son tomadas en cuenta y se logre una identificación operarios – sistema.

El cumplimiento de los objetivos del sistema serán el respaldo para el mantenimiento de este, demostrando que al actuar de manera planificada se disminuirán la cantidad de conflictos entre áreas.

El sistema se encuentra a la expectativa a cualquier acción de mejora, documentando las ideas de los involucrados en el sistema.

5. Liderazgo.

5.1. Liderazgo y compromiso.

El sistema de gestión tiene como líder al supervisor del área elaboración, entre sus funciones se encuentran el desarrollo, implementación, y la mejora en la gestión de activos. Las acciones que el supervisor realice tienen que ser respaldadas por gerencia demostrando el compromiso con el sistema de gestión de activos.

- a) Realizar referencias a los términos de gestión de activos en los procesos de comunicación.
- b) Participar en el planteamiento de las metas y objetivos organizacionales, estableciendo indicadores que permitan medir la efectividad de la gestión.
- c) Fomentar una cultura de trabajo que demuestre la participación e integración de las áreas principales y de soporte.
- d) Tomar decisiones en base a los principios expuestos en el sistema de gestión
- e) Apoyar las acciones de mejora planteadas por los participantes de las áreas, recompensar las muestras de interés y compromiso con el funcionamiento del sistema.
- f) Monitorear las acciones que componen el sistema, intervenir si es necesario para asegurar el funcionamiento del sistema de gestión de activos.
- g) Atender los riesgos explícitos con los activos del sistema, identificar acciones de mejora para minimizar la posibilidad de falla.
- h) Alinear los esfuerzos de las áreas involucradas en el sistema, con los objetivos del sistema de gestión.
- i) Solicitar los recursos para el éxito del sistema a la gerencia de manera oportuna y en base a presupuestos elaborados y sustentables.

5.2. Política.

El sistema de gestión de mantenimiento presenta la siguiente política de mantenimiento para alcanzar los objetivos.

1. Cumplir con las actividades programadas en el plan de mantenimiento para contribuir con la mejora de índices de confiabilidad de los equipos.
2. Comunicar oportunamente las decisiones al equipo de trabajo, exponer la problemática presentada y fomentar alternativas de solución para los problemas.
3. Capacitar continuamente al personal que realiza las actividades de mantenimiento, a fin de actualizar sus conocimientos y potenciar sus habilidades.
4. Proteger la integridad física y mental de los trabajadores, al realizar sus actividades evaluando constantemente los riesgos los que se exponen y las medidas de contención que se deben implementar.
5. Utilizar eficientemente los recursos de tipo material, demostrando preocupación por los residuos producto de las actividades de mantenimiento, minimizando el impacto ambiental que estos generen en el ambiente.
6. Asegurar la disponibilidad de materiales comunicando oportunamente a las áreas de encargadas del abastecimiento de los consumibles.

5.3. Roles, responsabilidades y autoridades en la organización.

Jefe de planta

Asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos por el sistema de gestión.

Convocar a los supervisores del sistema para realizar reuniones mensuales a fin de exponer los avances y debatir los aportes e inquietudes que surjan en el proceso de implementación.

Respaldar las acciones emprendidas por los supervisores de cada área.

Exigir indicadores de gestión para medir la efectividad de los supervisores de área.

Supervisor de elaboración

Administrar el sistema de gestión y sus elementos.

Programar el mantenimiento de los equipos del área en función a su disponibilidad

Reportar las fallas e incidentes respecto a los sistemas de funcionamiento de los equipos

Solicitar los recursos necesarios de forma oportuna al jefe de planta y sustentarlos mediante un presupuesto

Realizar reuniones de coordinación con los supervisores de las áreas involucradas

Emprender acciones de mejora continua y fomentar la participación de las personas que conforman su área.

Supervisor de mantenimiento

Asistir las necesidades de mantenimiento encargadas por el supervisor de elaboración.

Solicitar los recursos para las actividades de mantenimiento al área de almacén.

Analizar la capacidad de respuesta para realizar trabajos y solicitar la ayuda necesaria a empresas especializadas en el sector

Ejercer labores de supervisión a empresas terceras encargadas de realizar el mantenimiento, firmando actas de conformidad y denegándola según los resultados del trabajo.

Solicitar la adquisición de materiales necesarios para las tareas de mantenimiento.

Programar capacitaciones al personal encargados de las tareas de mantenimiento.

Investigar sobre nuevas metodologías para mejorar la eficacia del mantenimiento preventivo.

Supervisor de logística

Realizar la adquisición de materiales anticipadamente para asegurar su disponibilidad.

Realizar una investigación de mercado para identificar a los proveedores que generen una relación comercial más beneficiosa para los intereses de la organización.

Coordinar reuniones con proveedores para fortalecer las relaciones comerciales.

Exigir certificados de calidad y fichas técnicas de los bienes adquiridos para demostrar su origen y características expresadas.

Convocar a licitación a las empresas encargas de realizar actividades de mantenimiento cuando el área encarga lo solicite

Convocar al comité para analizar y elegir a la empresa de mantenimiento que mayores beneficios aporte a la institución.

Supervisor de almacén

Atender los requerimientos internos de los técnicos encargados de realizar las actividades de mantenimiento.

Mantener el orden interno de su área a fin de atender rápidamente a los técnicos.

Aplicar programas de mejora y orden como el programa de las “5 S”

Mantener los niveles de stock mínimos y reportar al área de logística para la compra.

Supervisor de Seguridad industrial

Elaborar el plan de seguridad para cubrir las actividades del sistema de gestión.

Comunicar la política de seguridad organizacional

Otorgar EPP's al personal de mantenimiento para realizar las actividades

Elaborar el mapa de riesgos de las áreas donde se encuentran los equipos

Elaborar la matriz IPER para identificar peligros y riesgos.

Supervisar en materia de seguridad a las empresas encargas de realizar las actividades de mantenimiento tercerizadas.

Solicitar la documentación respectiva a las empresas terceras como SCTR, exámenes médicos ocupacionales, planes de seguridad, ATS y PETAR.

6. Planificación.

6.1. Acciones para hacer frente a riesgos y oportunidades del sistema de gestión.

Los riesgos intrínsecamente representan oportunidades de mejora y trabajar en ellos permite el fortalecimiento del sistema de gestión de mantenimiento.

Tabla 21

Identificación de riesgos y oportunidades.

Riesgos	Oportunidades
Desabastecimiento de materiales	Búsqueda de nuevos proveedores de materiales, con mejores condiciones de pago
Técnicos con niveles de conocimientos limitados	Capacitar a los técnicos para reforzar sus conocimientos y ampliarlos.
Herramientas inadecuadas para realizar trabajos programados	Solicitud de herramientas adecuadas y que cumplan con los requisitos
Riesgo promedio alto para ejecutar actividades de mantenimiento	Implementación de planes de seguridad industrial y charlas de 5 minutos.
Recursos económicos limitados	Mejorar la capacidad para generar nuevos recursos y presupuestar nuevas acciones.
Acciones de mantenimiento inadecuados de los equipos del área.	Realizar una paralización de la producción para limpieza de los equipos y ambientes de la planta
Ausencia de manuales de equipos debido a su antigüedad y procedencia.	Elaboración de dibujos técnicos, esquemas de equipos y manuales operativos.
Procedimiento de mantenimiento no definidos.	Elaboración de procedimientos de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

Desabastecimiento de materiales

La ausencia de materiales para realizar las actividades programadas, es un grave riesgo porque paraliza las acciones contempladas en los planes de mantenimiento, este punto es clave la anticipación de los recursos para iniciar una actividades es responsabilidad de cada técnico encargado, y la respuesta a la solicitud de los materiales recae sobre los encargados de almacén, sin embargo esta ausencia significa una oportunidad para que área logística realice una investigación de mercado a fin de ampliar su rango de negocios, y pueda conseguir nuevos materiales así como condiciones de negociación más beneficiosas para la organización.

Técnicos con niveles de conocimientos limitados

El personal que realiza las actividades de mantenimiento no son técnicos muchos de ellos son operadores de equipos, de manera que se aprovecha su conocimiento de los equipos, pero también se dejan de lados aspectos técnicos de mantenimiento; ante este riesgo se proponen una serie de capacitaciones de diferentes temas relacionados a la mantención de los equipos, estos recursos serán los técnicos con mayores conocimientos y destrezas.

Herramientas inadecuadas para realizar trabajos programados

La falta de conocimientos técnicos del personal de manteamiento hace que realicen actividades con herramientas inadecuadas, y en ocasiones improvisadas; exponiéndolos a sufrir incidentes y accidentes, que derivan en consecuencias graves.

Riesgo promedio alto para ejecutar actividades de mantenimiento

El contexto en cual se desarrolla el sistema de mantenimiento hace que el personal encargado de realizar las actividades se encuentre expuesto a un gran número de riesgos, esto representa un reto para el área de seguridad industrial que tendrá que identificar los riesgos, proponer acciones para minimizarlos y proporcionar de equipos de protección personal adecuados para cada actividad.

Recursos económicos limitados

Representa sin duda la oportunidad para sustentar la importancia de contar con un sistema de gestión con capacidad de respuesta ante las emergencias y hacer frente a los retos que presenten en el cumplimiento del sistema.

Acciones de mantenimiento inadecuados de los equipos del área.

Los incumplimientos de los planes de producción debido a las fallas en los equipos del área de mantenimiento repercuten directamente en los índices de mantenimiento.

Indisponibilidad de manuales de mantenimiento

La antigüedad de los equipos origina que los manuales de estos no se encuentren a disposición de los técnicos de mantenimiento, situación que representa la oportunidad de elaborar dibujos técnicos de cada uno de ellos indicando la estructura de los equipos, líneas de abastecimiento de fluidos, de igual manera se proponga elaborar un dossier de cada equipo para documentar las actividades que se realizan en ellos.

Procesos de mantenimiento no registrados

Los procesos de mantenimiento no se encuentran estandarizados mediante procedimientos operativos, situación que da origen al proceso de levantamiento de información para redactar los procedimientos, juntamente con ello se establecen índices para medir la efectividad de los procedimientos.

6.2. Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos.

Objetivo general.

Mejorar la confiabilidad de los equipos del área elaboración.

Objetivos específicos.

Elaborar el plan de mantenimiento preventivo para atender a los equipos de elaboración

Cumplir las actividades de mantenimiento programadas en el plan

Realizar un programa de capacitaciones para el personal del área de mantenimiento

Asegurar la disponibilidad de materiales para ejecutar las actividades programadas

Identificar las condiciones de trabajo inseguras y mejorar las áreas de trabajo para el personal

Reducir la cantidad de desechos ocasionados por las actividades de mantenimiento

Planificación para lograr los objetivos

Tabla 22*Planificación de objetivos*

ÁREA	ACTIVIDADES	TIEMPO (días)	HERRAMIENTAS
Mantenimiento	Identificar a los equipos del área elaboración	5	Check list
	Agrupar a los equipos según características técnicas	2	
	Identificar las actividades de mantenimiento preventivo	3	Formatos de registro
	Listar las herramientas y materiales que intervienen en el proceso	3	
	Elaborar formatos que permitan realizar un registro	2	
Mantenimiento	Realizar las actividades contempladas en el plan de mantenimiento preventivo	3	Perfil de técnicos Inventario de herramientas
	Programar a técnicos capacitados y con conocimiento del sistema	1	
	Inventariar las herramientas y equipos que serán utilizados	1	
Mantenimiento	Identificar los temas que necesitan ser reforzados	3	Programa de capacitaciones
	Proponer a técnicos mejores preparados para realizar la capacitación	2	
	Presentar el contenido de la capacitación	1	
	Realizar la capacitación	1	
	Evaluar a los participantes	1	
Logística/Almacén	Identificar los materiales utilizados en el área de mantenimiento	15	Kardex de materiales
	Establecer un stock de seguridad de materiales	3	
	Establecer un control de materiales	5	Certificados de calidad
	Abastecer oportunamente de los materiales identificados	10	

	Solicitar certificados de calidad de materiales adquiridos	1	
Seguridad industrial	Elaborar una matriz IPER	3	Matriz IPER
	Capacitar al personal para contener los incidentes y accidentes	2	
	Otorgar al personal los EPP's adecuados para desarrollar sus actividades	1	Lista de EPP'S

Fuente: Elaboración propia.

7. Apoyo.

7.1. Recursos.

Son los elementos principales del sistema de gestión en especial el factor humano que forma el capital principal de toda organización un grupo con funciones definidas en el cual los integrantes demuestren compromiso con los objetivos del sistema tienen muchas mayores posibilidades de éxito que otras, además si esta fortaleza se complementa con el uso de herramientas tecnológicas y metodológicas para el control de procesos, las posibilidades de éxito se incrementan.

7.1.1. Recurso Humano.

Es el recurso más importante y el éxito del sistema de gestión depende de este, cada integrante del área de mantenimiento debe de conocer a profundidad el funcionamiento del sistema, la programación de capacitaciones es crucial ampliando los conocimientos y desarrollando sus habilidades, los aportes en cuanto a conocimientos, opiniones e ideas de mejora son recibidas y analizadas a fin de determinar el impacto en la mejora continua.

El sistema de gestión de mantenimiento preventivo dispone de una estructura agrupada jerárquicamente, liderada por el supervisor de mantenimiento sobre quien recae la responsabilidad de administrar las labores para el personal a cargo.

El organigrama contempla la oportunidad de realizar línea de carrera para los técnicos que participan en ella, agrupando los perfiles necesarios para el funcionamiento del sistema en tres perfiles, Mecánico de mantenimiento, Electricista industrial y Soldador industrial, los perfiles se componen en categorías empezando desde el nivel básico con denominación perfil seguido del nivel 1; a medida que la destreza y los conocimientos del técnico aumentan el obtiene una categoría superior denominada perfil más nivel 2, de esa manera se contribuye al desarrollo técnico del personal.

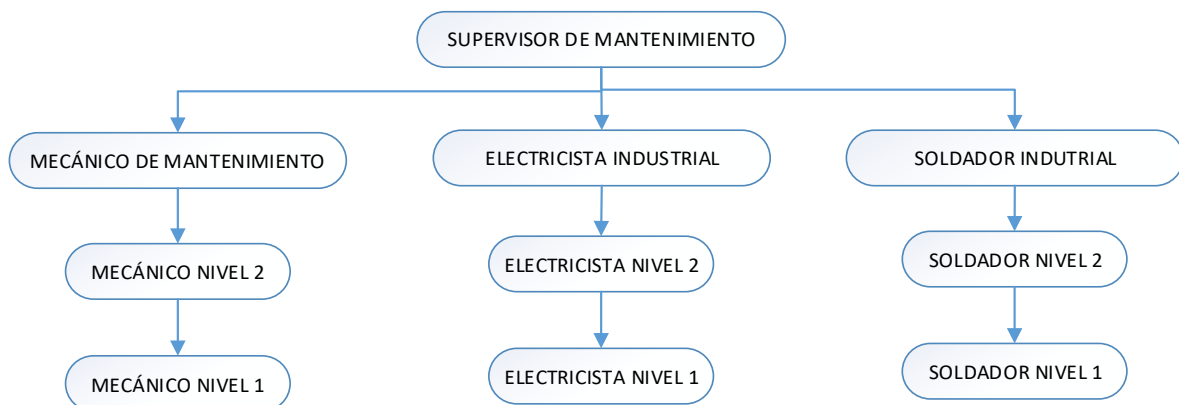


Tabla 23*Perfiles profesionales en el sistema de gestión.*

PERFIL	MECÁNICO MANTENIMIENTO	ELECTRICISTA INDUSTRIAL	SOLDADOR INDUSTRIAL
NIVEL	2		
REQUISITOS	Egresado de la carrera Mecánica de mantenimiento, mecánica de producción 4 años de experiencia	Egresado de la carrera Electricidad industrial, Electrotecnia industrial, Controles industriales 4 años de experiencia	Profesional técnico egresado de la carrera Estructuras metálicas, Construcciones metálicas, Soldador industrial. 4 años de experiencia
FUNCIONES	Realizar el ajuste, montaje, verificación y control de mecanismos complejos de los equipos industriales Diagnóstico de fallas en equipos Participación en las acciones de mantenimiento correctivo Otras funciones encargadas por su supervisor Elaboración de reportes de trabajo	Realizar actividades relacionadas al mantenimiento preventivo de los componentes eléctricos de los equipos Diagnóstico de fallas en equipos Participación en las acciones de mantenimiento correctivo Otras funciones encargadas por su supervisor Elaboración de reportes de trabajo	Realizar las actividades de soldeo en los procesos soldadura oxiacetilénica, al arco eléctrico, arco eléctrico bajo atmosfera gaseosa y soldadura por resistencia eléctrica Diagnóstico de fallas en equipos Participación en las acciones de mantenimiento correctivo Otras funciones encargadas por su supervisor Elaboración de reportes de trabajo
NIVEL	1		
REQUISITOS	De 1 a 3 años de experiencia	De 1 a 3 años de experiencia	De 1 a 3 años de experiencia

	Lubricación de mecanismos. Ajuste y regulación de mecanismos simples	Monitoreo de los sistemas eléctricos de los equipos del área, limpieza y verificación de líneas de conexión	Atender las necesidades del sistema en el proceso de soldadura en el proceso arco eléctrico y arco eléctrico bajo atmosfera gaseosa
COMPETENCIAS	Limpieza con solventes industriales de mecanismos	Atender las urgencias reportadas por los operadores de los equipos de área	Prepara materiales necesarios para los trabajos de soldadura
	Apoyo a las actividades realizadas por el mecánico nivel 2	Apoyo a las actividades realizadas por el electricista nivel 2	Apoyo a las actividades realizadas por el soldador nivel 2
	Elaboración de reportes de trabajo	Elaboración de reportes de trabajo	Elaboración de reportes de trabajo

Fuente: Elaboración propia.

Los perfiles del sistema de gestión se han elaborado siguiendo como referencia los perfiles técnicos de las carreras ofertas en el mercado por el instituto superior tecnológico “Servicio Nacional en Adiestramiento en Trabajo Industrial” SENATI, 2019.

7.1.2. Recurso tecnológico.

Referente a las herramientas y equipos necesarios para realizar las actividades de mantenimiento en el sistema se presenta un listado de herramientas que se tienen que adquirir para ampliar la capacidad operativa la cual se presenta a continuación.

Tabla 24

Herramientas, equipos e instrumentos contemplados en el sistema.

HERRAMIENTAS MECÁNICAS
Juego de llaves mixtas mm y pulgadas
Juego de dados mm y pulgadas
Destornilladores planos
Destornilladores estrella
Martillo de bola
Martillo de baquelita
Juego de palancas
Llaves Stillson
Laves regulables
Llaves hexagonales mm y pulgadas
Alicate regulable
Remachadoras
Gata hidráulica
Pinza para abrir seguros seeger
Pinza para cerrar seguros seeger
Destornilladores Perilleros
Palancas mecánicas
Prensa en "C"
Martillo pesado
Alicate universal
Cúter
Sogas de 100m
Extensiones eléctricas 20m
Hoja de sierra
INSTRUMENTOS
Wincha
Torquímetro
Vernier

Nivel
Escuadra
Goniómetro
Multitester
Pinza Amperimétrica

EQUIPOS

Taladro de mano
Esmeril móvil
Rectificador de mano
Máquina de soldar MIG completa
Máquina de soldar varillera completa
Aplicador de grasa
Aplicador de aceite

Fuente: Elaboración propia.

7.1.3. Recursos materiales.

Materiales e insumos juegan un rol trascendental en las actividades de mantenimiento preventivo, la eficacia de estos contribuye a la conservación de los equipos, disminuyendo las paradas imprevistas y tiempos ocioso en el personal.

Los insumos se han clasificado de la siguiente manera según su aplicación y participación dentro del sistema.

Tabla 25

Recursos materiales del sistema de gestión.

N°	Aplicación	Producto	Características
1	Lubricante	RESOLVE	Película de lubricante fina y transparente que no se desprenderá, ni se romperá incluso bajo el agua, vapor o cargas pesadas
		CERTOP	Elimina el desgaste por arranque en seco
			Previene fugas de los sellos
			Previene óxido y corrosión
CERTOPO FG	Desplaza el agua para facilitar el drenaje		
	Control de espuma		
	Excelente protección contra el desgaste		
CERTOPO FG	Desplaza el agua para facilitar el drenaje		
	Resiste la oxidación para prolongar la vida del aceite		
	Amplio rango de temperatura		
CERTOP INDUSTRIAL	Amplio rango de temperatura		
	Ayuda a eliminar arranques en seco		
		ayuda a prevenir fugas en sellos	

		Previene el óxido y la corrosión Reduce la temperatura de operación
	GEAR-UP PLUS	Elimina los arranques en seco Usado en aceites de engranajes Separa el agua para mantener los engranajes secos Reduce la fricción a temperaturas de funcionamiento
	PREMALUBE FG	Permanece en su lugar para evitar desgaste en condiciones de carga pesada Resistente al agua Previene la oxidación y corrosión
	DUO POWER	Alto desempeño, no inflamable, acción penetrante Biodegradable y seguro
	CITRUS FULLBACK	Se adhiere fácilmente, económico, versátil, bajo impacto ecológico
2	Desengrasante	ENFORCE Extra concentrado, suspende y emulsificador aceites y grasa, biodegradable sin naftas, no combustible
	SOLVO - KLEEN A	Alto punto de inflamación no contiene solventes, evaporación lenta para trabajos por inmersión, no deja residuos
	SOLVO - KLEEN	Evaporación lenta, alto poder para los equipos mecánicos, bajo olor excelente limpieza general
3	Lavado de manos	SWOOP Remueve grasa pesada, contiene lanolina, pH neutro, efectivo y rápido, suaviza las manos, dilución 1:7
	SWOPP - D	Suave para la piel, profunda limpieza, fácil de aplicar, protección anti - bacterias, limpia sin dejar residuos

	TEND	Seguro de manejar, fragancia fresca, no causa dermatitis, rápida acción diluídlo en agua 1:4	
	ALOEDERM	Suaviza la piel, acondicionadores naturales, libre de silicones y abrasivos	
	NC-123	Repelente de humedad dieléctrico que contribuye a prevenir los fallos eléctricos provocados por humedad y restauración de equipos dañados por agua.	
4	Solventes eléctricos	DUST FREE	Gas comprimido para limpieza de equipo electrónico, ayuda a remover polvo, pelusa y partículas.
		CHEM-GUARD	Capa ahulada transparente en aerosol, excelente para uso en conductores y terminales eléctricas que están expuestas, protegiéndolas de contaminantes
		DYLEK NF	Desengrasante limpiador para equipo eléctrico y electrónico, en aerosol de secado rápido y alta rigidez dieléctrica

Fuente: NCH Perú, 2019.

Principales productos ofrecidos por la marca NCH Perú, aplicación en el mantenimiento preventivo de equipos en la industria alimentaria.

7.2. Competencias.

Las competencias que necesita el recurso humano se exponen a continuación entendiéndose como condiciones básicas para asegurar el funcionamiento del sistema.

Supervisor del área

Ingeniero mecánico eléctrico; industrial, electrónico

Titulado, colegiatura vigente CIP, 5 años experiencia en sistemas de gestión de mantenimiento, desarrollo e implementación de proyectos.

Conocimiento en:

Procesos de mecanizado torno, fresadora, cepillo, cizalla, plegadora, maquinas herramientas.

Procesos de soldadura proceso SMAW, MIG, TIG.

7.3. Toma de conciencia.

Los técnicos a cargo de la ejecución de las actividades deben de conocer la importancia de ser honestos con su trabajo realizando las actividades necesarias para cumplir con el proceso de mantenimiento preventivo. Deben de conocer los siguientes conceptos.

En las 8 horas de trabajo efectivo deben de conocer Valor agregado, son todas las actividades que realizamos para contribuir con el desarrollo del sistema.

Identificar una actividad considerada como un retrabajo, una actividad que se vuelve hacer debido a un mal proceder de un técnico que realizo el trabajo anterior al presente y que no logró resolver el problema de manera efectiva. Trabajo necesario, actividades complementarias que se realizan para lograr el objetivo sin agregar valor.

Tiempo perdido, tiempo ocioso causado por la mala gestión de abastecimiento de materiales para realizar las actividades de trabajo. Conocidos estos conceptos el trabajar deberá ser justo en invertir su tiempo y hacer que sus actividades de autocalifiquen como actividades de valor agregado, ayudando a contribuir con la reducción de tiempo perdido.

7.4. Comunicación.

Los procesos de comunicación entre las áreas involucradas son fundamentales para el éxito del sistema la comprensión del mensaje realizado por el emisor, así como legitimidad de este, son puntos clave para que el receptor adopte las medidas correspondientes permitiendo dar respuesta la solicitud.

Plan de comunicación

La comunicación eficaz es un pilar fundamental para el funcionamiento del sistema de gestión de mantenimiento, la búsqueda de la integración entre las áreas solo es posible si el flujo información entre áreas es constante, oportuno y eficaz; la transparencia de la información permite su respectivo análisis y favorece la toma de decisiones, minimizando los riesgos de falla en el sistema.

El plan comprende el contexto en el cual se desarrolla, los objetivos que direccionan los esfuerzos realizados, el público objetivo conformado por los miembros del sistema, el mensaje y sus características, los recursos empleados para permitir el flujo de información, los canales que son los soportes del plan de comunicación, plan de acción con las actividades contempladas para la implementación del plan y calendario de acciones para la ejecución. El presente plan de comunicación aplica para las áreas que conforman el sistema de gestión de mantenimiento, establece los lineamientos que se tienen que cumplir y las pautas necesarias para realizar un proceso de comunicación eficiente.

7.4.1. Contextualización.

El plan se desarrolla entre las áreas que conforman el sistema de gestión de mantenimiento como son elaboración, mantenimiento, logística, almacén y seguridad industrial, las acciones de coordinación tienen el propósito de facilitar las actividades y armonizar las operaciones necesarias para cumplir con el propósito del sistema.

La necesidad de emprender acciones eficaces para atender las urgencias de mantenimiento a lo largo del área elaboración son reales y requieren de la atención oportuna y la programación de recursos.

7.4.2. Objetivos.

Los objetivos del plan de comunicación permiten direccionar los esfuerzos para alcanzarlos y permiten medir el cumplimiento de estos.

- a) Mejorar el proceso de comunicación entre las áreas participes
- b) Generar confianza y compromiso sobre los objetivos del sistema
- c) Incrementar la interacción de áreas permitiendo la transparencia de información
- d) Difundir la importancia del sistema y sus efectos sobre la organización

7.4.3. Público objetivo.

Las acciones de comunicación tienen aplicación a todos integrantes de las áreas de elaboración, mantenimiento, logística, almacén y seguridad industrial, los encargados de fomentar y verificar que las acciones de comunicación se cumplan son los supervisores de cada área.

7.4.4. Mensaje.

Es el elemento principal del sistema realizado por el emisor y su contenido tiene que ser explícito y eficaz, permitiendo que el receptor entienda la idea que se ha querido transmitir reduciendo el uso de recursos para cumplir con los objetivos.

Las características del mensaje son:

Claridad, para expresar firmemente la idea plasmada en el mensaje

Oportuno, es un mensaje comunicado en el momento preciso permite encaminar acciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos.

Calidad del mensaje, tiene que ser redactado libre de errores ortográficos, utilizando las palabras necesarias.

Directo, indicar a la persona a la quien se encuentra dirigida el mensaje.

7.4.5. Recursos

Los recursos que se utilizan en el desarrollo del plan de comunicación son de tipo horas hombre, que comprende al tiempo que le tomar a los emisores y receptores de los mensajes elaborar e interpretar la síntesis del mensaje.

Los supervisores ocuparan mayor uso de horas hombre en realizar las coordinaciones de actividades, encaminando las acciones al cumplimiento de los objetivos del plan.

Los recursos son múltiples y pueden ir desde un mensaje transmitido oralmente mediante una conversación o llamada telefónica, o utilizando medios escritos como el correo corporativo o mensajería instantánea como whats app.

7.4.6. Canales

Los canales de comunicación se clasifican en formales y no formales. Se utilizarán los medios de comunicación provistos por la organización y los propios medios de comunicación que son recursos propios de los colaboradores.

Canales de comunicación formales

Canales de comunicación no formales

El canal de comunicación oficial del sistema es mediante el uso del correo corporativo, además de respaldo se utilizan las llamadas y mensajes de watts App que servirán de soporte e información instantánea.

Actualmente la organización dispone de correos electrónicos corporativos, a través de los cuales se pueden enviar información clasificada y de uso exclusivo para fines de beneficio de esta.

Canales de comunicación formales

Todo tipo de información de tipo texto transmitida a través de correos asignados por la organización aquellos que llevan la extensión @agropucala.com.pe; igual manera las llamadas de voz y mensajes de aplicaciones instantáneas derivados de los números de teléfono encargados por la empresa. Formatos y registro de datos.

Canales de comunicación No formales

Los canales considerados como no oficiales aplican a todos los mensajes que son utilizados y que no se realizar a través de equipos otorgados por la empresa, como son correos desde cuentas personales, o incluso mensajes y llamadas de teléfonos personales.

El flujo de información propio de la empresa es clasificado y confidencial reservando el uso exclusivo para fines de mantenimiento y cualquier otro fin que las autoridades dispongan, el uso indebido y difusión sin permiso implica responsabilidades penales.

7.4.7. Plan de Acción

Establece la secuencia de pasos para cumplir con los objetivos del plan.

Para mejorar los procesos de comunicación entre áreas se buscará el compromiso de los supervisores de área para que asuman la responsabilidad de comunicar oportunamente los requerimientos internos, promover reuniones quincenales para revisar la efectividad de las acciones encaminadas a cumplimiento de los objetivos.

La claridad del mensaje permite la comprensión de los objetivos y el direccionamiento de los recursos para atender las necesidades presentes, crear un flujo de comunicación que permita conocer las expectativas y sugerencias del personal técnico y operarios de producción crea conciencia en ellos de que sus puntos de vista están siendo tomados en cuenta y analizados según el impacto que representen en el sistema.

La mejora de la interacción entre áreas está a cargo del supervisor del sistema como es el supervisor de elaboración que se encargará de transmitir la importancia del sistema a los encargados de cada área, tendrá que explicar el funcionamiento de las bases de datos comunes entre áreas.

7.4.8. Calendario de acciones

Tabla 26

Calendario de implementación de acciones.

Ítem	Objetivo	Acción	Fecha implementación
1	Mejorar el proceso de comunicación entre las áreas participes	Reuniones de coordinación semanales	Martes de cada semana
		Taller de comunicación eficaz orientado a supervisores de áreas	Un taller trimestral
2	Generar confianza y compromiso sobre los objetivos del sistema	Colocar un buzón de sugerencias, para recibir los aportes de los operarios	segunda semana de implementado el plan
		Analizar los aportes e implementar las ideas con mayor aceptación	Tercera semana de implementado el plan
		Transmitir mensajes de información mediante carteles visuales y que llamen la atención de los interesados	Quincena de haberse implementado el plan
3	Incrementar la interacción de áreas permitiendo la transparencia de información	Atender las solicitudes de información de áreas	Cuando se requiera la atención del sistema
		Crear bases de datos compartida, a la cual tengan acceso las áreas involucradas	Primera semana del plan, ingreso de datos de forma diaria

Fuente: Elaboración propia.

7.5. Información documentada.

Este capítulo del sistema se encarga de otorgar un soporte documentario a los participantes del sistema de gestión. Está constituido por documentos que contienen la siguiente información.

- a)** Estrategia y planificación, documentos relacionados íntegramente con la metodología de implementación del sistema de gestión, así como los objetivos y la política implementada.
- b)** Procesos del sistema, procedimientos operativos y de gestión que tienen aplicación en el sistema, así como el esquema que se tiene que utilizar para redactar nuevos procedimientos para las áreas que lo soliciten.
- c)** Las fichas técnicas de los materiales consumibles con aplicación en el sistema, para conocer su composición química, usos apropiados, formas de almacenamiento y uso de EPP's para su manipulación.
- d)** Prestación de servicios como ordenes de trabajo y datos operacionales de los equipos, como dimensiones, potencias, capacidad máximas y mínimas, procedencia, año de adquisición, tensión de trabajo, y otros parámetros importantes.
- e)** Datos sobre las incidencias y estadísticas de las acciones de mantenimiento implementadas en los equipos del área.
- f)** Informes de carácter técnico emitidos por los encargados de realizar el mantenimiento a los equipos, así como los resultados y conclusiones emitidas por los supervisores.
- g)** Datos de gestión financiera como los costos de adquisición de los equipos del área elaboración, así como de la depreciación de estos, costo de los principales componentes y de los repuestos.
- h)** Matrices IPER para identificar los peligros y evaluar riesgos.
- i)** Planes de contingencia para atender los riesgos propios del sistema.
- j)** Términos de contratos con las empresas prestadoras de servicios
- k)** Lista de los principales proveedores de elementos utilizados para las actividades de mantenimiento, con lista de correos electrónicos y número de teléfono facilitando el contacto con los mismos.

Estos son los documentos que sirven de soporte para permitir la continuidad de operaciones, identificando los riesgos a los cuales se encuentra expuesto el sistema de gestión.

8. Operación.

8.1. Planificación y control operacional.

- a) Flujograma del procedimiento
- b) Roles y responsabilidades
- c) Procedimientos
- d) Asignación de recursos
- e) Desarrollo de competencias

Roles y responsabilidades del supervisor de áreas

Promover la conservación de los equipos

8.2. Gestión de cambio.

Las acciones de mejora realizadas por los integrantes del sistema de gestión de mantenimiento, en cualquier nivel jerárquico están completamente abiertas, reconociendo el interés y compromiso de estos para la mejora continua de nuestros procesos.

En el marco de mejora continua se desarrolló el siguiente formato que permite documentar y comunicar los aportes en materia de mejora a las autoridades encargadas de administrar el sistema. Estableciendo las pautas y la secuencia de funcionamiento de esta parte del sistema.

Secuencia de mejora:

1. Colaborador solicita formato de mejora a secretaria del área de mantenimiento
2. Ingresar mejora anotando datos básicos, y la idea en palabras sencillas.
3. Deposita mejora en el buzón de sugerencias
4. Secretaria con frecuencia semanal revisa buzón y presenta las sugerencias al supervisor de área.
5. Supervisor revisa aportes al sistema evaluando su incidencia en la mejora de actividades; los aportes de mayor trascendencia se presentan en una reunión convocada por el.
6. La conformación del comité constituido por los supervisores de área de mantenimiento, elaboración, almacén, logística y seguridad industrial.
7. La implementación de la mejora será sometida a voto, debidamente registrada, iniciando la etapa de implementación.

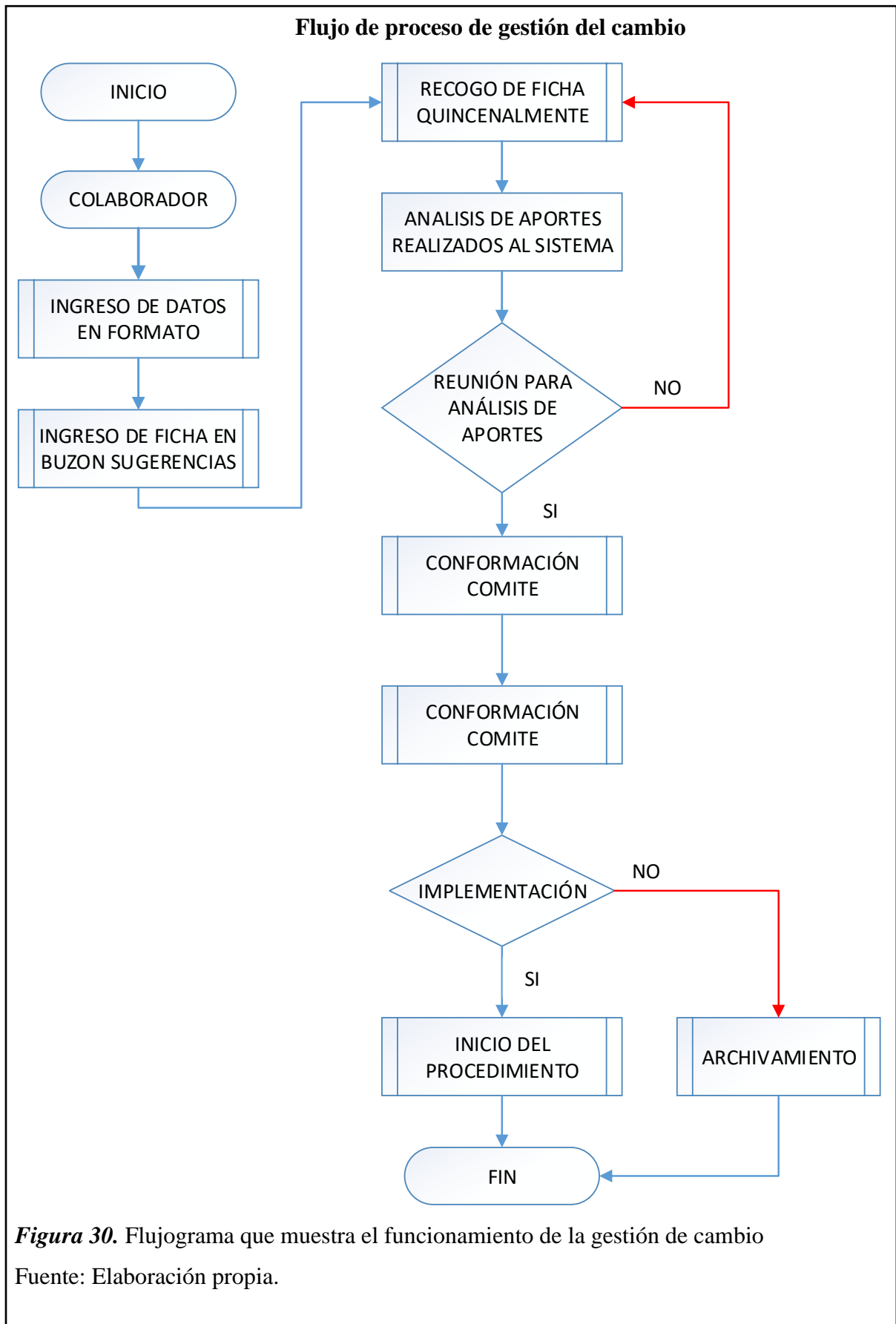


Figura 30. Flujograma que muestra el funcionamiento de la gestión de cambio
 Fuente: Elaboración propia.

Formato de registro para acciones de mejora



AGROPUCALÁ S.A.
FORMATO PARA REGISTRO DE ACCIONES DE MEJORA

N° 001

DATOS GENERALES	
NOMBRES Y APELLIDOS: _____	FECHA: _____
ÁREA DE TRABAJO: _____	

OPORTUNIDAD DE MEJORA	
DESCRIPCIÓN DE ESCENARIO ACTUAL:	FLUJOGRAMA (REFERENCIAL)
DESCRIPCIÓN DE MEJORA	

FIRMA: _____

8.3. Contratación a terceros.

El sistema de gestión contempla la posibilidad de contratar el servicio de mantenimiento preventivo para los equipos del área, esta situación se activa cuando el área de mantenimiento reconoce no tener la capacidad para atender las necesidades del sistema.

La contratación de terceros se contempla en el procedimiento de atención de solicitudes de mantenimiento bajo el escenario de oportunidad, en cual las solicitudes son de forma esporádica y no planificada.

Secuencia:

1. Mantenimiento reconoce no tener capacidad de respuesta para atender solicitudes.
2. Comunica vía correo electrónico corporativo al área Logística para que inicie la búsqueda de empresas dedicadas al servicio de mantenimiento.
3. Logística tiene un plazo de 4 días calendario a partir del comunicado, para buscar empresas que cumplan con la solicitud, convocando al comité para la presentación de ofertas y evaluación de estas.
4. El comité constituido por el supervisor de mantenimiento, elaboración y logística; se encargará de evaluar las ofertas, de acuerdo con las necesidades del área de elaboración.
5. Los criterios de evaluación son: Cumplimiento con el listado de actividades, costo del servicio, años de experiencia en el sector, garantía del servicio, condiciones de trabajo, cronograma de actividades y tiempo de realización de servicio.
6. Elegida la empresa de mantenimiento se realiza el proceso de contratación.
7. La empresa contratada está obligada a acogerse al reglamento interno de la empresa en cuanto a las normas de seguridad y horarios de trabajo para realizar sus actividades.
8. El monitoreo de las actividades contratadas recae específicamente en el supervisor de área de mantenimiento, quien debe emitir un acta de conformidad al término de los servicios contratados.
9. El acta de conformidad es necesaria para realizar el pago completo del servicio contratado y debe ser comunicado al área logística vía correo electrónico, para que derive la información al área de administración.

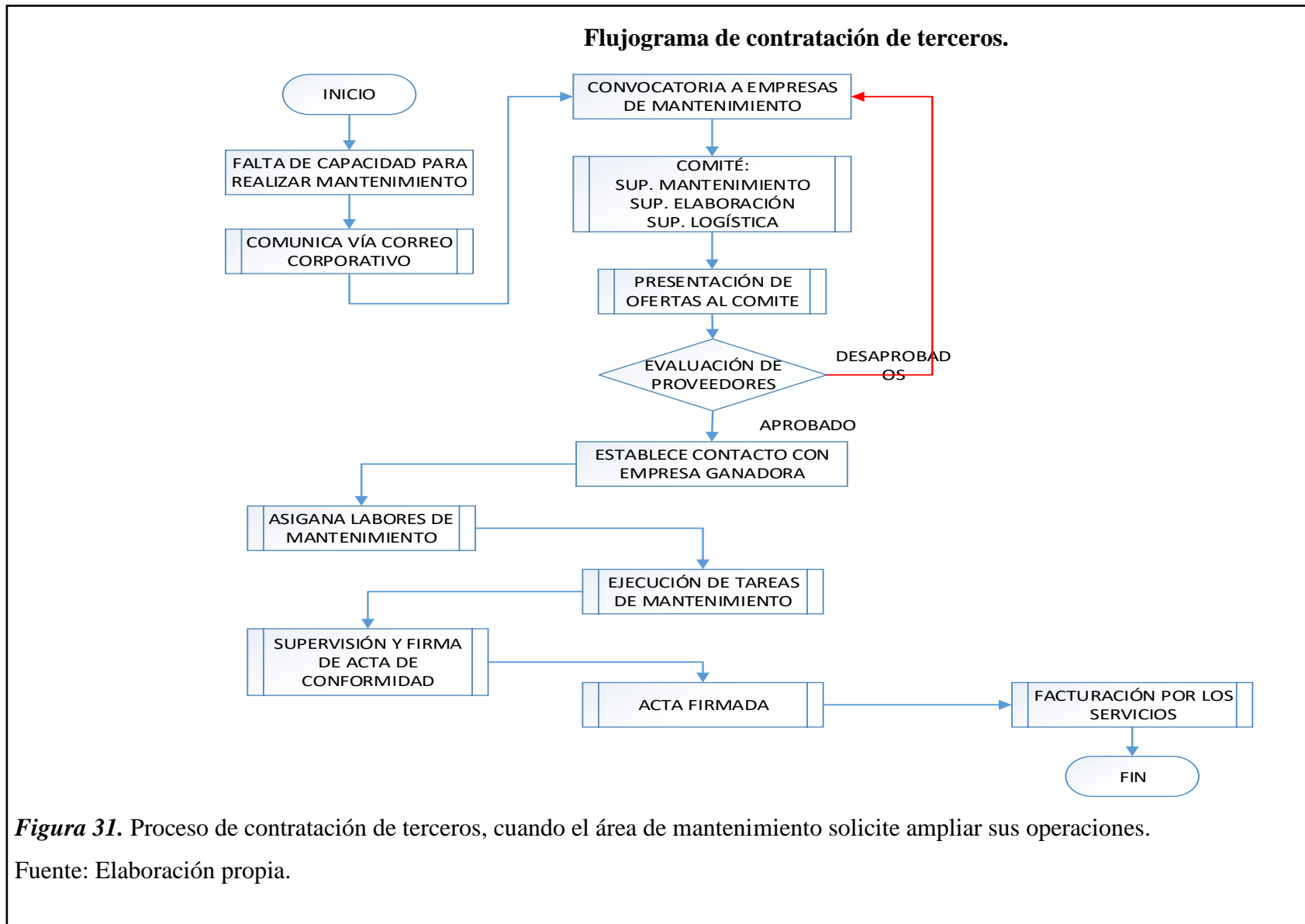


Figura 31. Proceso de contratación de terceros, cuando el área de mantenimiento solicite ampliar sus operaciones.

Fuente: Elaboración propia.

9. Evaluación del desempeño

Para determinar el éxito del sistema de gestión de mantenimiento preventivo la organización plantea un conjunto de indicadores de tipo cuantitativos, estructuras principalmente por registros y número de incidencias, estos resultados medidos en un espacio de tiempo permitirán evaluar los resultados de la gestión y tomar acciones para encaminar.

9.1. Seguimiento, medición, y evaluación

El sistema de gestión de mantenimiento se desarrolla bajo dos escenarios el planificado y el de oportunidad, para ellos se han establecido indicadores que están compuestos de número de reportes sobre unidad de tiempo (mes); ello permitirá medir y evaluar las acciones emprendidas.

Procedimiento escenario Planificado

PROCEDIMIENTO PARA ACCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – ESCENARIO PLANIFICADO

	CARGO	NOMBRE	FIRMA/FECHA
ELABORADO POR	Aseguramiento de la calidad	Miguel Callirgos González	
REVISADO POR	Supervisor de Elaboración		
APROBADO POR	Supervisor de Mantenimiento		

1. Objetivo

Normalizar las actividades de mantenimiento preventivo realizadas en un escenario planificado, partiendo desde un programa de mantenimiento propuesto por el área de mantenimiento.

2. Alcance

El procedimiento contempla como participantes a las áreas de:

Mantenimiento

Elaboración

Almacén

Logística

Seguridad industrial

3. Listado de los responsables

Supervisor de mantenimiento

Supervisor de elaboración

Supervisor de almacén

Supervisor de logística

Supervisor de seguridad industrial

4. Normas, generalidades y puntos de atención

Supervisor de Mantenimiento

Realizar el plan de mantenimiento de los equipos del área elaboración.

Programar las actividades del plan de mantenimiento preventivo.

Asignar recursos para realizar actividades de mantenimiento.

Comunicar oportunamente a las áreas de algún acontecimiento en el sistema.

Convocar a reuniones de coordinación con frecuencia quincenal.

Monitorear el funcionamiento del sistema.

Registrar las actividades y elaborar estadísticas del sistema.

Emprender acciones de mejora continua.

Supervisor de Elaboración

- Realizar un control sobre el estado de los equipos que conforman el área.
- Facilitar las acciones de mantenimiento ejecutas en los equipos.
- Supervisar las actividades de mantenimiento.
- Otorgar conformidad por los servicios realizados por el área de mantenimiento.
- Reportar oportunamente los desperfectos presentes en los equipos.
- Emprender acciones de mejora continua.
- Convocar a reuniones de coordinación para encaminar el sistema.
- Realizar procedimientos operativos para los equipos del área.

Supervisor de Almacén

- Administrar responsablemente las herramientas e insumos para el sistema.
- Suministrar oportunamente las herramientas a los técnicos de mantenimiento.
- Suministrar insumos y materiales requeridos para atender las acciones de mantenimiento.
- Comunicar anticipadamente cuando los insumos se encuentren en stock mínimo.
- Recibir insumos; verificar el estado y cantidad de estos.
- Verificar el estado de los insumos.
- Actualizar diariamente el sistema de información de la empresa.
- Proponer acciones de mejora para la administración y control de sus recursos.
- Comunicar a las áreas involucradas sobre acontecimiento ocurridas en las actividades.

Supervisor de Logística

- Recibir las solicitudes de herramientas y materiales.
- Establecer los niveles mínimos de stock para materiales e insumos.
- Solicitar certificados de calidad de los productos adquiridos.
- Realizar búsqueda de proveedores para cotizar insumos y materiales.
- Presentar ofertas de proveedores a supervisores de mantenimiento, elaboración.
- Elegir la oferta más favorable para la empresa.
- Facilitar información a las áreas interesadas.

Supervisor de Seguridad Industrial

Analizar las actividades de mantenimiento para identificar los riesgos y peligros, emprendiendo acciones orientadas a minimizar la ocurrencia de accidentes.

Realizar charlas y capacitaciones para prevenir accidentes.

Señalar las zonas de trabajo seguro.

Otorgar EPP's a los técnicos.

5. Desarrollo del procedimiento

Acciones para asegurar el funcionamiento del sistema de gestión de mantenimiento preventivo bajo un escenario planificado.

5.1. Programación de equipos

Supervisor de mantenimiento de acuerdo con el programa identifica a los equipos pendientes de mantenimiento preventivo.

5.2. Coordinación de actividades

Supervisor de mantenimiento comunica vía correo electrónico corporativo a supervisor de elaboración, solicitando autorización para iniciar labores en equipos programados. Supervisor de elaboración evalúa estado de equipo y autoriza el inicio de labores en equipo.

5.3. Asignación de recursos

Supervisor de mantenimiento de acuerdo con las actividades asigna técnicos para atender las actividades programadas. Técnico encargado del mantenimiento enlista recursos necesarios para realizar su tarea.

5.4. Solicitud de herramientas e insumos

Técnico solicita herramientas e insumos mediante formatos, almacenista recibe solicitud despacha herramientas e insumos procediendo a anotar en registro, técnico revisa herramientas e insumos para expresar su conformidad.

5.5. Disponibilidad de materiales

Almacén comunica oportunamente el desabastecimiento de insumos utilizados para el sistema, logística establece los niveles mínimos de insumos y comunica a almacén.

5.6. Proceso de compras

Logística inicia proceso de compra enviado solicitudes a proveedores de insumos y establece un plazo de 3 días desde el envío de solicitud, recibe solicitudes y de acuerdo con criterios como precio, transporte, garantía del producto, certificados de calidad, condiciones de pago, con la ayuda de una matriz selecciona la oferta más favorable.

Comunica vía correo electrónico corporativo al área de administración para que realice el proceso de facturación.

5.7. Recepción y verificación de insumos

Administración factura cotización, logística comunica a Almacén mediante correo electrónico corporativo, almacén recibe insumos y procede a la verificación para dar conformidad según la orden de compra y guía de remitente.

5.8. Mantenimiento preventivo

Técnico con los recursos solicitados realiza las actividades de mantenimiento, termina los trabajos y solicita conformidad de los servicios al supervisor de elaboración.

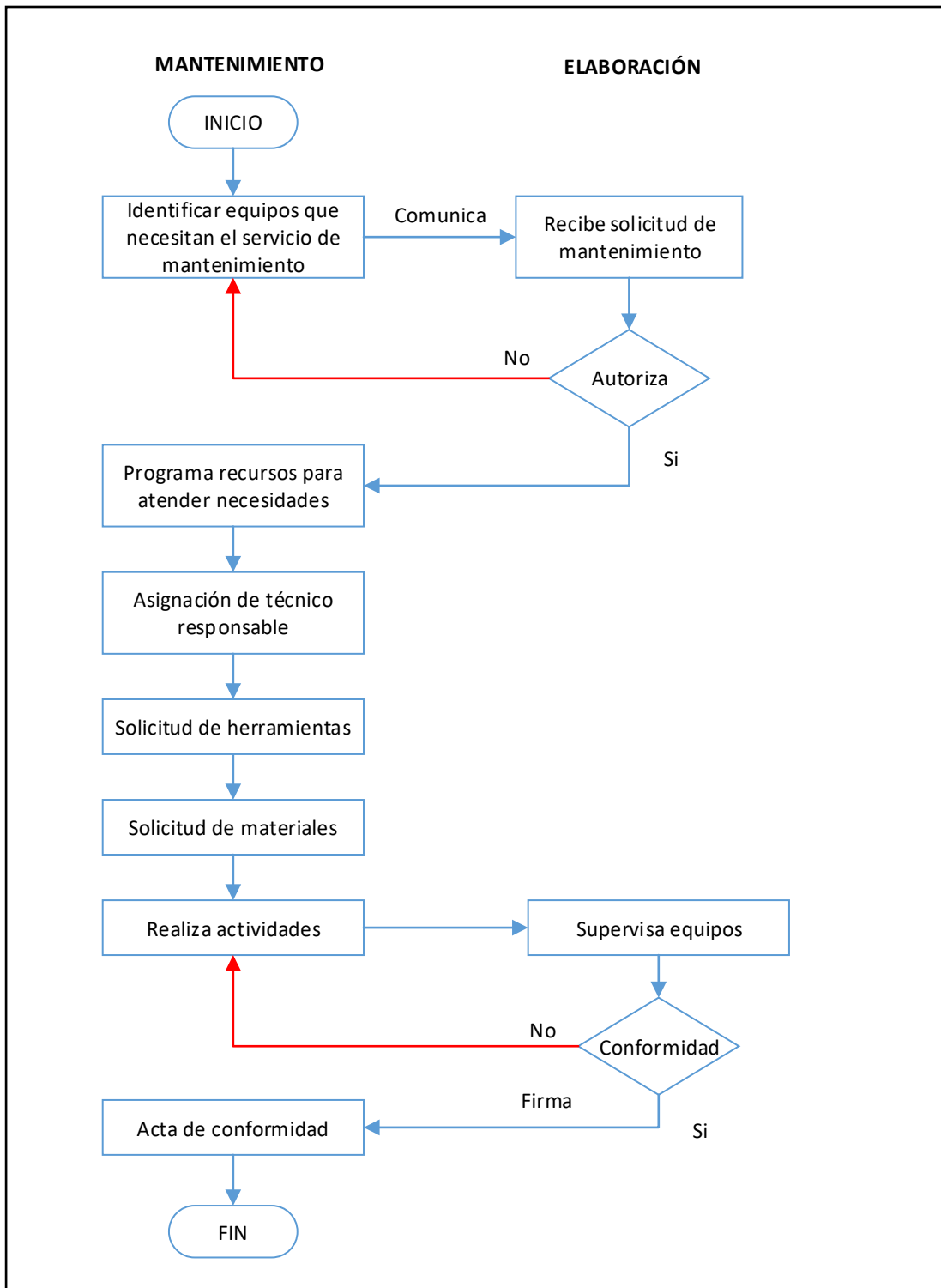
5.9. Conformidad

Supervisor de elaboración verifica los trabajos y firma conformidad de estar de acuerdo con las actividades realizadas; en caso de no conformidad indica las observaciones para ser levantadas por el técnico para buscar la aceptación del servicio.

5.10. Registro de actividades

Técnico procede a entregar acta de conformidad firmada a supervisor de mantenimiento y se registra para tener precedente de las actividades realizadas y generar información estadística.

6. Flujograma



PROCEDIMIENTO PARA ACCIONES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – ESCENARIO OPORTUNIDAD

	CARGO	NOMBRE	FIRMA/FECHA
ELABORADO POR	Aseguramiento de la calidad	Miguel Callirgos González	
REVISADO POR	Supervisor de Elaboración		
APROBADO POR	Supervisor de Mantenimiento		

1. Objetivo

Normalizar las actividades de mantenimiento preventivo realizadas en un escenario oportunidad, partiendo desde una paralización de producción durante un tiempo determinado que permite programar actividades de mantenimiento preventivo en equipos.

2. Alcance

El procedimiento contempla como participantes a las áreas de:

Mantenimiento

Elaboración

Almacén

Logística

Seguridad industrial

3. Listado de los responsables

Supervisor de mantenimiento

Supervisor de elaboración

Supervisor de almacén

Supervisor de logística

Supervisor de seguridad industrial

4. Normas, generalidades y puntos de atención

Supervisor de Mantenimiento

Realizar el plan de mantenimiento de los equipos del área elaboración.

Programar las actividades del plan de mantenimiento preventivo.

Asignar recursos para realizar actividades de mantenimiento.

Comunicar oportunamente a las áreas de algún acontecimiento en el sistema.

Convocar a reuniones de coordinación con frecuencia quincenal.

Monitorear el funcionamiento del sistema.

Registrar las actividades y elaborar estadísticas del sistema.

Emprender acciones de mejora continua.

Supervisor de Elaboración

- Realizar un control sobre el estado de los equipos que conforman el área.
- Facilitar las acciones de mantenimiento ejecutas en los equipos.
- Supervisar las actividades de mantenimiento.
- Otorgar conformidad por los servicios realizados por el área de mantenimiento.
- Reportar oportunamente los desperfectos presentes en los equipos.
- Emprender acciones de mejora continua.
- Convocar a reuniones de coordinación para encaminar el sistema.
- Realizar procedimientos operativos para los equipos del área.

Supervisor de Almacén

- Administrar responsablemente las herramientas e insumos para el sistema.
- Suministrar oportunamente las herramientas a los técnicos de mantenimiento.
- Suministrar insumos y materiales requeridos para atender las acciones de mantenimiento.
- Comunicar anticipadamente cuando los insumos se encuentren en stock mínimo.
- Recibir insumos; verificar el estado y cantidad de estos.
- Verificar el estado de los insumos.
- Actualizar diariamente el sistema de información de la empresa.
- Proponer acciones de mejora para la administración y control de sus recursos.
- Comunicar a las áreas involucradas sobre acontecimiento ocurridas en las actividades.

Supervisor de Logística

- Recibir las solicitudes de herramientas y materiales.
- Establecer los niveles mínimos de stock para materiales e insumos.
- Solicitar certificados de calidad de los productos adquiridos.
- Realizar búsqueda de proveedores para cotizar insumos y materiales.
- Presentar ofertas de proveedores a supervisores de mantenimiento, elaboración.
- Elegir la oferta más favorable para la empresa.
- Facilitar información a las áreas interesadas.

Supervisor de Seguridad Industrial

Analizar las actividades de mantenimiento para identificar los riesgos y peligros, emprendiendo acciones orientadas a minimizar la ocurrencia de accidentes.

Realizar charlas y capacitaciones para prevenir accidentes.

Señalar las zonas de trabajo seguro.

Otorgar EPP's a los técnicos.

5. Desarrollo del procedimiento

Acciones para asegurar el funcionamiento del sistema de gestión de mantenimiento preventivo bajo un escenario planificado.

a. Paralización de la producción

Supervisor de área de mantenimiento solicita mediante una orden de servicio la ejecución de trabajadores, comunica mediante correo corporativo al supervisor de mantenimiento.

b. Análisis de capacidad de mantenimiento

Supervisor de mantenimiento recibe solicitud y analiza la carga de trabajo para otorgar una respuesta, si la respuesta es positiva el procedimiento continúa; si la respuesta es negativa se procede a buscar proveedores que realicen actividades de mantenimiento en equipos industriales.

c. Solicitud de herramientas e insumos

Técnico solicita herramientas e insumos mediante formatos, almacenista recibe solicitud despacha herramientas e insumos procediendo a anotar en registro, técnico revisa herramientas e insumos para expresar su conformidad.

d. Disponibilidad de materiales

Almacén comunica oportunamente el desabastecimiento de insumos utilizados para el sistema, logística establece los niveles mínimos de insumos y comunica a almacén.

e. Proceso de compras

Logística inicia proceso de compra enviado solicitudes a proveedores de insumos y establece un plazo de 3 días desde el envío de solicitud, recibe solicitudes y de acuerdo con criterios como precio, transporte, garantía del producto, certificados de calidad, condiciones de pago, con la ayuda de una matriz selecciona la oferta más favorable.

Comunica vía correo electrónico corporativo al área de administración para que realice el proceso de facturación.

f. Recepción y verificación de insumos

Administración factura cotización, logística comunica a Almacén mediante correo electrónico corporativo, almacén recibe insumos y procede a la verificación para dar conformidad según la orden de compra y guía de remitente.

g. Mantenimiento preventivo

Técnico con los recursos solicitados realiza las actividades de mantenimiento, termina los trabajos y solicita conformidad de los servicios al supervisor de elaboración.

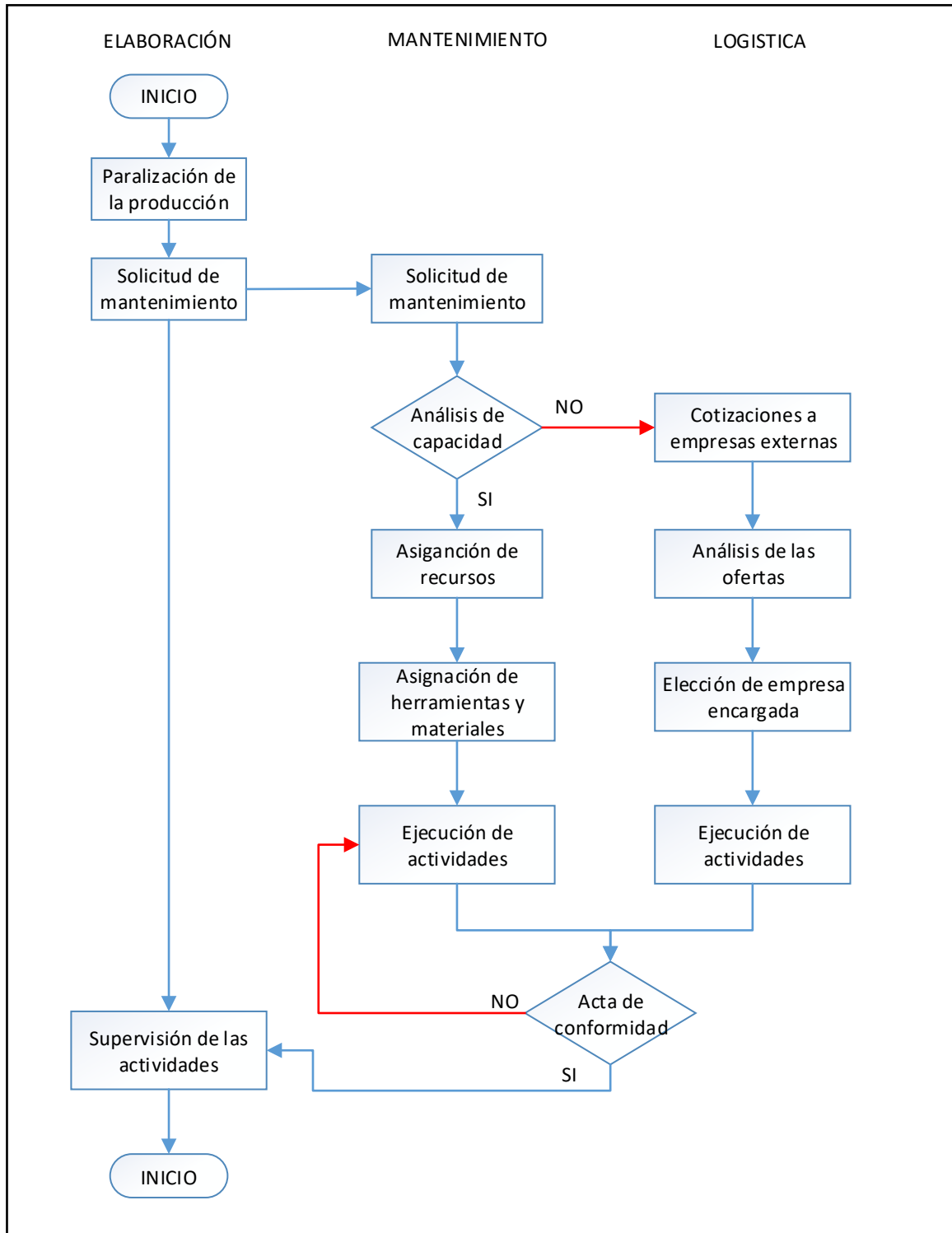
h. Conformidad

Supervisor de elaboración verifica los trabajos y firma conformidad de estar de acuerdo con las actividades realizadas; en caso de no conformidad indica las observaciones para ser levantadas por el técnico para buscar la aceptación del servicio.

i. Registro de actividades

Técnico procede a entregar acta de conformidad firmada a supervisor de mantenimiento y se registra para tener precedente de las actividades realizadas y generar información estadística.

6. Flujograma



9.2. Auditoría interna.

Los procesos de auditoría tienen como misión asegurar que los objetivos del sistema se estén cumpliendo, y de no ser así la auditoría tiene que encaminar las acciones correctivas para alinear los procesos a los requerimientos del sistema. Los resultados de la auditoría deben de ser utilizados para corregir y encaminar acciones de mejora de los procesos, y que los esfuerzos estén alineados a cumplir los objetivos del sistema.

El primer proceso de auditoría se realizará a los 3 meses de haberse implementado el sistema en la organización y será realizado por profesionales del área administrativa de la empresa, dejando de lado los lazos de afectividad para iniciar labores y ser objetivos en el diagnóstico.

En segundo lugar, el proceso de auditoría será realizado 6 meses después del primer proceso; y se realizará por lo consiguiente una vez al año de haberse realizado el segundo proceso.

Los resultados de la auditoría serán comunicados en primera instancia a Gerencia de fábrica, y luego serán comunicados a los supervisores de área para que puedan emprender acciones de mejora.

9.3. Revisión de la gerencia.

La gerencia ejerce un rol de supervisión de los activos del sistema para tal efecto deberá realizar un monitoreo de los equipos del área elaboración y además exigir el estado del sistema de gestión de mantenimiento preventivo.

La gerencia debe de realizar aportes al sistema de gestión.

- a) Actualización de las políticas de la empresa
- b) Información relacionada con los planes de producción
- c) Oportunidades de mejora continua
- d) Cambios en el perfil de riesgos y oportunidades
- e) Rendimiento y condición del activo

Los resultados de la revisión realizada por la gerencia deben de contener:

- a) Actualizaciones en el alcance de las políticas de la organización
- b) Nuevos criterios para la toma de decisiones por los supervisores
- c) Desempeños esperados los miembros del sistema
- d) Asignación de recursos para el funcionamiento efectivo del sistema
- e) Variación en los controles internos de la organización

10. Mejora.

10.1. No conformidades y acciones correctivas.

En el proceso de implementación y desarrollo del sistema, existe la posibilidad del surgimiento de una no conformidad, para tal efecto se plantea un proceso que permite realizar un reportar, su documentación y análisis de las causas, la implementación de este proceso otorga una oportunidad de mejora y disminuye los riesgos asociados a un mal funcionamiento del sistema.

Los aspectos considerados para respaldar las acciones correctivas son las siguientes:

- a) Identificar y ejecutar acciones correctivas, en corto y mediano plazo.
- b) Evaluar los resultados de las no conformidades y su efecto en el sistema, permitiendo anticipar errores y mejorar procesos.
- c) El registro de las acciones emprendidas ante las no conformidades permite tener una base de datos que respalde la toma de decisiones.

PROCEDIMIENTO PARA NO CONFORMIDADES Y ACCIONES CORRECTIVAS

	CARGO	NOMBRE	FIRMA/FECHA
ELABORADO POR	Aseguramiento de la calidad	Miguel Callirgos González	
REVISADO POR	Supervisor de Elaboración		
APROBADO POR	Supervisor de Mantenimiento		

1. Objetivo

Estandarizar las acciones que se desarrollaran ante el surgimiento de una acción identificada como una no conformidad, eliminando las causas que la originan y proponiendo acciones de mejora para prevenir un nuevo acontecimiento.

2. Alcance

Las acciones correctivas implementadas tienen un alcance global a todo el sistema de gestión de mantenimiento preventivo y a los miembros del sistema, promoviendo la participación del capital humano.

3. Listado de los responsables

Gerente de fábrica

Supervisor de mantenimiento

Supervisor de elaboración

Autoridades del proceso de auditoría interna.

4. Normas, generalidades y puntos de atención

Situaciones que se considera como acciones de conformidad:

- a) No conformidad en la dirección al demostrar su falta de compromiso con el sistema
- b) No conformidad en el establecimiento de los objetivos del sistema
- c) No conformidad en la designación de responsabilidades de los encargados de administrar el sistema
- d) No conformidad en la evaluación del cumplimiento de los requisitos básicos
- e) No conformidad en el proceso de comunicación en puntos estratégicos
- f) No conformidad en la implementación de acciones para el logro de objetivos
- g) No conformidad en el cumplimiento de los requisitos legales del sistema
- h) No conformidad en el registro de incidentes del sistema
- i) No conformidad en el funcionamiento de la parte de soporte para el sistema
- j) No conformidad en el cumplimiento de las necesidades de formación técnica
- k) No conformidad en la implementación de acciones correctivas

5. Desarrollo del procedimiento

a. Identificación de No conformidades / acciones de correctivas

Los miembros del sistema tienen la facultad de comunicar las acciones que consideren como no conformidades y que ellos consideren que su desarrollo afecte el funcionamiento de

el sistema; de igual manera las personas encargadas de realizar las auditorías al sistema tienen el deber de comunicar acciones correctivas en base a su criterio se puedan implementar y mejorar la efectividad del sistema, es por ello por lo que es procedimiento sirve de soporte para la identificar, comunicar, e implementar acciones de mejora.

b. Comunica al comité

El proceso de comunicación de la observación se debe realizar mediante los formatos de sugerencias instalados en los ambientes del área elaboración, procediendo a ingresar los datos que permitan identificar la observación, con su respectiva problemática y las acciones que se deben implementar.

c. Análisis de la causa que origina la observación

El comité encargado del análisis de la causa de las observaciones se encuentra conformado por los supervisores de las áreas de elaboración, mantenimiento y logística. Conjuntamente realizan el análisis y los efectos de la implantación de las acciones propuestas, el comité se encarga de encaminar las acciones de las áreas realizaran para direccionar nuevamente los objetivos.

d. Implementación de la mejora

Las acciones de mejora se realizan en las áreas involucradas en las observaciones, en primera instancia los pasos a seguir son establecidos por el comité y comunicados a los integrantes, buscando el compromiso de ellos para iniciar las actividades. El monitoreo de la efectividad de las acciones es realizado por un integrante del comité.

e. Evaluación de los resultados

Las actividades se realizan durante un tiempo de dos semanas como mínimo y como máximo un mes y medio, las actividades se monitorean por los supervisores, anotando las desviaciones y comunicando a los integrantes del equipo.

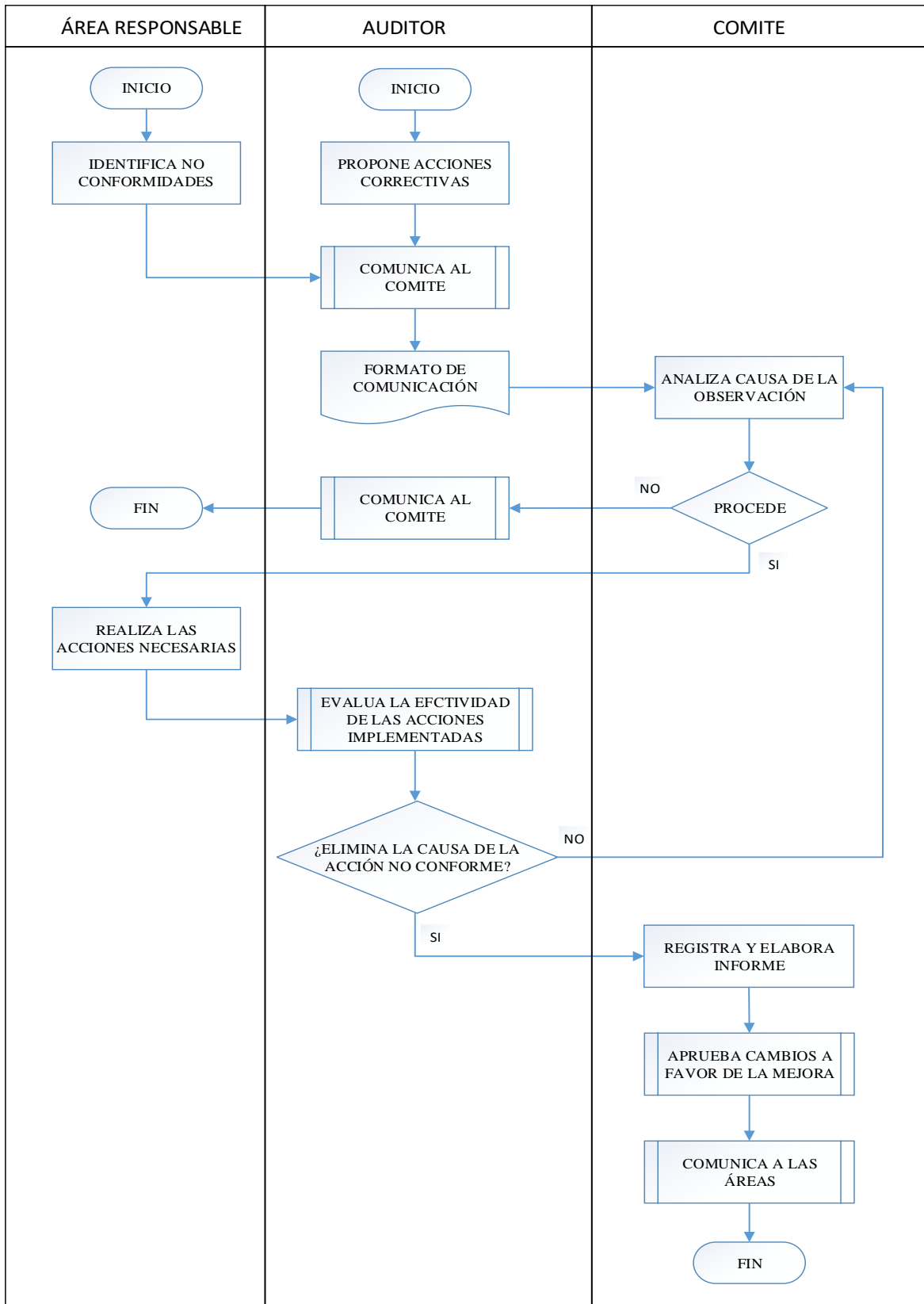
f. Aprobación de cambios

El supervisor encargado del monitoreo de las acciones evalúa el impacto positivo de las acciones presentando los resultados al comité y analizando su aprobación e implementaciones de las mismas actividades.

g. Formalización de los cambios y publicación de medidas

Las acciones implementadas son debidamente registradas y comunicadas formalmente a los integrantes del sistema de gestión.

6. Flujograma



a. Acciones preventivas

Las acciones preventivas representan oportunidades de mejora; para ello se contempla un proceso de aseguramiento para que las acciones cumplan su objetivo, monitoreando el funcionamiento del sistema.

Los elementos considerados dentro del proceso son:

- a) Aplicación de formatos desarrollados según la necesidad del sistema
- b) Identificación de posibles fallas en la configuración del sistema
- c) Un flujograma para indicar las acciones a seguir para las acciones preventivas
- d) Registro de cualquier cambio en los procesos y procedimiento producto de la implementación de una acción de mejora.
- e) Evaluación de la acción preventiva
- f) El aporte de las acciones preventivas en los planes de gestión

b. Mejora continua

El proceso de mejora continua dentro del sistema cumple un rol fundamental, comprometiéndolo a todas las áreas a participar activamente, las autoridades encargadas de gestionar el sistema están obligadas a evaluar las acciones de mejora reportadas por los participantes, deben de implementar las acciones que consideren tendrán un impacto en el sistema, además de documentar las acciones de mejora en los documentos del sistema como los procedimientos y flujogramas.

Las acciones que se tiene que realizar para implementar la mejora continua.

- a) No conformidad y acción correctiva
- b) Acciones preventivas
- c) Tendencias en el desempeño
- d) Evaluación del cumplimiento de las acciones implementadas
- e) Auditorías internas y externas
- f) Revisión por la dirección
- g) Estimular a los colaboradores para que presenten opciones de mejora
- h) Gestión del cambio

En el marco de mejora continua la organización tiene invertir tiempo en la búsqueda de elementos que contribuyan a la mejora del sistema, tales como la búsqueda de tecnologías como nuevas herramientas o procedimientos de mantenimiento preventivo, en nuevos insumos que prolonguen el tiempo de intervención de los equipos, en general el compromiso de las autoridades encargadas de administrar el sistema es fundamental para la implementación de los procesos de mejora.

Enfoque del sistema ISO 55001 Gestión de activos.

3.2.4. Situación actual de la confiabilidad con la propuesta.

La mejora de la confiabilidad después de la aplicación del sistema de gestión se estima en un 10% de mejora.

Tabla 27

Proyección de la mejora de datos estimada luego de propuesta.

ITEM	EQUIPOS	t	N°	TPR	TU	TPPR	TPEF
		Horas	N°	horas	horas		
1	Balanza de jugo mezclado	288	13	31	257	2.38	19.77
2	Bomba de agua condensada 03	288	16	27	261	1.69	16.31
3	Bomba de jugo clarificado 03	288	12	18	270	1.50	22.50
4	Bomba de jugo encalado 03	288	10	30	258	3.00	25.80
5	Bomba de miel A 02	288	11	11	277	1.00	25.18
6	Bomba de miel B 02	288	12	35	253	2.92	21.08
7	Bomba de vacío 04	288	16	47	241	2.94	15.06
8	Bomba de vacío 05	288	9	41	247	4.56	27.44
9	Calentador de jugo n°3	288	12	26	262	2.17	21.83
10	Calentador de jugo n°6	288	11	12	276	1.09	25.09
11	Centrífuga de masa A n°4	288	17	20	268	1.18	15.76
12	Centrífuga de Masa cocida B n°4	288	13	36	252	2.77	19.38
13	Centrífuga de Masa cocida C n°1	288	18	41	247	2.28	13.72
14	Clarificador n°2	288	11	38	250	3.45	22.73
15	Evaporador Babcock n°4	288	15	18	270	1.20	18.00
16	Evaporador Fletcher n°4	288	13	37	251	2.85	19.31
17	Filtro Door Oliver n°2	288	12	30	258	2.50	21.50
18	Malla fija de 80 Mesh	288	14	31	257	2.21	18.36
19	Pre-evaporador SQUIER	288	11	26	262	2.36	23.82
20	Tanque de jarabe	288	18	33	255	1.83	14.17
21	Tanque flash	288	15	21	267	1.40	17.80
22	Vacuum pan n°3	288	13	14	274	1.08	21.08
23	Vacuum pan n°6	288	12	26	262	2.17	21.83
24	Vacuum pan n°7	288	10	24	264	2.40	26.40
25	Vacuum pan n°8	288	16	13	275	0.81	17.19
TOTAL		7200.00	330.00	686.00	6514.00	53.73	511.12
PROMEDIO		288.00	13.20	27.44	260.56	2.15	20.44

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28*Proyección estimada de los indicadores de gestión de mantenimiento.*

ITEM	EQUIPOS	λ	μ	F (t)	D (t)	C (t)	M (t)
					%	%	%
1	Balanza de jugo mezclado	0.051	0.419	0.14	89.24	86.44	55.30
2	Bomba de agua condensada 03	0.061	0.593	0.16	90.63	83.82	67.95
3	Bomba de jugo clarificado 03	0.044	0.667	0.12	93.75	87.99	72.20
4	Bomba de jugo encalado 03	0.039	0.333	0.11	89.58	89.44	47.27
5	Bomba de miel A 02	0.040	1.000	0.11	96.18	89.19	85.34
6	Bomba de miel B 02	0.047	0.343	0.13	87.85	87.23	48.23
7	Bomba de vacío 04	0.066	0.340	0.17	83.68	82.60	47.98
8	Bomba de vacío 05	0.036	0.220	0.10	85.76	90.04	34.39
9	Calentador de jugo n°3	0.046	0.462	0.12	90.97	87.64	58.78
10	Calentador de jugo n°6	0.040	0.917	0.11	95.83	89.16	82.80
11	Centrifuga de masa A n°4	0.063	0.850	0.17	93.06	83.30	80.45
12	Centrifuga de Masa cocida B n°4	0.052	0.361	0.14	87.50	86.19	50.01
13	Centrifuga de Masa cocida C n°1	0.073	0.439	0.19	85.76	81.07	56.96
14	Clarificador n°2	0.044	0.289	0.12	86.81	88.10	42.64
15	Evaporador Babcock n°4	0.056	0.833	0.15	93.75	85.21	79.81
16	Evaporador Fletcher n°4	0.052	0.351	0.14	87.15	86.14	49.06
17	Filtro Door Oliver n°2	0.047	0.400	0.13	89.58	87.46	53.61
18	Malla fija de 80 Mesh	0.054	0.452	0.15	89.24	85.48	57.98
19	Pre-evaporador SQUIER	0.042	0.423	0.11	90.97	88.61	55.62
20	Tanque de jarabe	0.071	0.545	0.18	88.54	81.60	64.91
21	Tanque flash	0.056	0.714	0.15	92.71	85.06	74.63
22	Vacuum pan n°3	0.047	0.929	0.13	95.14	87.23	83.18
23	Vacuum pan n°6	0.046	0.462	0.12	90.97	87.64	58.78
24	Vacuum pan n°7	0.038	0.417	0.10	91.67	89.66	55.07
25	Vacuum pan n°8	0.058	1.231	0.15	95.49	84.57	90.59
TOTAL		1.27	13.989	3.39	2261.81	2160.89	100.00
PROMEDIO		0.05	0.56	0.14	90.47	86.44	62.14

Fuente: Elaboración propia.

Disponibilidad: 90.50

Confiabilidad: 86.60

Mantenibilidad: 75.00

3.2.5. Análisis beneficio costo.

Los costos generados en el sistema de gestión de mantenimiento se muestran a continuación.

Tabla 29

Costos necesarios para la implementación del sistema de Gestión de mantenimiento preventivo.

AREA	CONCEPTO (TANGIBLES / INTANGIBLES)	V. BIEN (SOLES)	V. UTIL (AÑOS)	CAN T.	DEPRECIACION - COSTO (SOLES / MES)	DEPRECIACION - COSTO TRIMESTRAL	DEPRECIACION - COSTO ANUAL	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Multitester	S/. 60.80	2	1	S/. 2.53	S/. 7.60	S/. 30.40	
	Juego de llaves mixtas "	S/. 299.90	3	1	S/. 8.33	S/. 24.99	S/. 99.97	
	Juego de llaves mixtas mm	S/. 299.90	4	1	S/. 6.25	S/. 18.74	S/. 74.98	
	Juego destornilladores	S/. 51.90	4	1	S/. 1.08	S/. 3.24	S/. 12.98	
	Set de alicates	S/. 61.90	4	1	S/. 1.29	S/. 3.87	S/. 15.48	
	Llave regulable	S/. 39.90	4	2	S/. 1.66	S/. 4.99	S/. 19.95	
	Alicate de corte 1/4"	S/. 58.70	4	1	S/. 1.22	S/. 3.67	S/. 14.68	
ACTIVOS TANGIBLES	Aceite	S/. -	-	0	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	
	Grasa	S/. 9.90	-	2	S/. 19.80	S/. 59.40	S/. 237.60	
	Empaquetadura	S/. 14.90	-	4	S/. 59.60	S/. 178.80	S/. 715.20	
	CONSUMIBLES	Trapo industrial	S/. 5.90	-	4	S/. 23.60	S/. 70.80	S/. 283.20
	Casco de seguridad	S/. 22.90	3	3	S/. 1.91	S/. 5.73	S/. 22.90	
	Overol de trabajo	S/. 39.90	3	2	S/. 2.22	S/. 6.65	S/. 26.60	
	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Tapa oídos	S/. 1.20	3	3	S/. 0.10	S/. 0.30	S/. 1.20
	Guantes	S/. 4.90	3	3	S/. 0.41	S/. 1.23	S/. 4.90	
	Lentes	S/. 3.50	2	3	S/. 0.44	S/. 1.31	S/. 5.25	
	Zapatos de seguridad	S/. 60.90	3	3	S/. 5.08	S/. 15.23	S/. 60.90	

EQUIPOS DE INFORMACIÓN	Laptop	S/. 1,999.90	5	1	S/. 33.33	S/. 100.00	S/. 399.98	
	Impresora	S/. 690.00	3	1	S/. 19.17	S/. 57.50	S/. 230.00	
	Papel bond	S/. 10.00	-	1	S/. 3.33	S/. 10.00	S/. 40.00	
	Cuadernillos	S/. 3.50	-	2	S/. 7.00	S/. 7.00	S/. 28.00	
	lapiceros	S/. 2.00	-	3	S/. 6.00	S/. 6.00	S/. 24.00	
	Señalización de seguridad	S/. 3.00	-	20	S/. 60.00	S/. 60.00	S/. 60.00	
	MANUALES Y OTROS MATERIALES	Inducción al mantenimiento Preventivo	S/. 200.00	-	1	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00
		Manuales técnicos	S/. 120.00	-	1	S/. 120.00	S/. 120.00	S/. 120.00
		Plan de calidad en gestión de calidad	S/. 200.00	-	1	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00
		Plan de seguridad laboral	S/. 200.00	-	1	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00
		Técnico 1	S/. 1,100.00	-	1	S/. 1,100.00	S/. 3,300.00	S/. 13,200.00
		Técnico 2	S/. 1,100.00	-	1	S/. 1,100.00	S/. 3,300.00	S/. 13,200.00
		Supervisor 1	S/. 1,400.00	-	1	S/. 1,400.00	S/. 4,200.00	S/. 16,800.00
	ACTIVOS INTANGIBLES	GESTIÓN RR.HH EN MANTENIMIENTO	Curso de Mecánica básica para electricistas.	S/. 250.00	-	1	S/. 250.00	S/. 250.00
Curso de Electricidad básica para mecánicos.			S/. 250.00	-	1	S/. 250.00	S/. 250.00	S/. 250.00
Curso básico de Instrumentación.			S/. 200.00	-	1	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00
Curso de Neumática.			S/. 250.00	-	1	S/. 250.00	S/. 250.00	S/. 250.00
Curso de Hidráulica.			S/. 250.00	-	1	S/. 250.00	S/. 250.00	S/. 250.00
Curso de Alineación por comparadores.			S/. 250.00	-	1	S/. 250.00	S/. 250.00	S/. 250.00

Curso de Análisis de Vibraciones.	S/. 250.00	-	1	S/. 250.00	S/. 250.00	S/. 250.00
Curso de Soldadura básica.	S/. 200.00	-	1	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00
Curso de motivación al personal	S/. 200.00	-	1	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00
TOTAL	S/. 10,165.40	-	-	S/. 6,684.35	S/. 14,267.04	S/. 48,428.15

Fuente: Elaboración propia.

El Costo total para implementar la propuesta de S/. 10 165.40 soles costos que comprende una inversión en adquisición de herramientas y equipos, consumibles, equipos de protección personal, equipos de información, manuales y otros materiales, y por últimos los recursos humanos involucrados en el mantenimiento preventivo.

Tabla 30

Cuantificación de las pérdidas de sacarosa en kg de azúcar y precio.

Mes	Cantidad	unidad	Nº bolsas	Precio de la bolsa	Pérdidas en soles
Mayo	3382.05	kg	68	S/. 92.30	S/. 6,276.40
Junio	2494.08	kg	50	S/. 85.30	S/. 4,265.00
Julio	3490.6	kg	70	S/. 89.00	S/. 6,230.00
Pérdida trimestral en soles					S/. 16,771.40

Fuente: Elaboración propia.

La cuantificación de las pérdidas de sacarosa se realizó en un periodo de 3 meses, recolectando muestras y utilizando indicadores de composición de sacarosa proporcionados por el laboratorio de la empresa, de igual manera el precio de la bolsa de azúcar de 50 kg es variable en el tiempo y depende de factores de mercado. Revisar anexos para analizar la información de la pérdida de sacarosa y la valorización de las pérdidas de azúcar diariamente.

Tabla 31

Cálculo Beneficio – costo del sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos del área elaboración de la empresa Agropucalá S.A.A.

DESCRIPCIÓN	PERIODO DE EVALUACIÓN		
	MENSUAL	TRIMESTRAL	ANUAL
COSTO DE PROPUESTA	S/. 6,684.35	S/. 14,267.04	S/. 48,428.15
CUANTIFICACIÓN DE PERDIDAS	S/. 6,276.40	S/. 16,771.40	S/. 67,085.60
BENEFICIO / COSTO	0.94	1.18	1.39

Fuente: Elaboración propia.

El indicador obtenido producto del cálculo de beneficio – costo en el primer mes es menor a 1 interpretándose una proyección negativa, situación que cambia al evaluar la propuesta en el primer trimestre de la inversión en la cual el indicador asume un valor de 1.18 que quiere decir que por cada S/. 1.00 que la empresa invierta en la propuesta ganará S/. 0.18 céntimos de sol, la proyección positiva sigue en el tiempo llegando a un valor anual de 1.39 teniendo un margen de ganancia de S/. 0.39 céntimos por cada S/. 1.00 invertido.

3.3. Discusión de resultados

A partir de los resultados obtenidos en la investigación aceptamos la hipótesis que plantea una relación de dependencia entre la elaboración de un “Sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los equipos del área elaboración y el aumento de indicadores de gestión de mantenimiento como confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad.

Los resultados hallados guardan relación en el aspecto internacional con el investigador ecuatoriano Villacrés que en el año 2016 realizó un plan de mantenimiento basado en la metodología RCM (Aplicando técnicas de mantenimiento preventivo), utilizando la técnica de criticidad de equipos; concluyendo en una disminución de la tasa de fallas del 45%, las horas de paralización de los equipos en un 58% y finalmente de los costos de mantenimiento en 80%.

Los resultados obtenidos no concuerdan con los objetivos de las investigaciones realizadas en España por Romero y Díez (2015) y Colombia por Islam (2013) respectivamente, autores que plantearon investigaciones basadas en la formulación de un plan de mantenimiento aplicando la metodología RCM y una Análisis Modo efecto y falla para identificar los componentes más sensibles en los equipos, ambas investigaciones plantearon como objetivo principal la disminución de los costos de mantenimiento logrando disminuirla en 23% y 22.17%. Los costos de mantenimiento guardan relación con la mejora en la gestión de procesos de una organización. El investigador Poveda (2015) en Guayaquil realizó una investigación centrada en la optimización de las actividades de mantenimiento logrando disminuir las actividades innecesarias en 60% y el aumento de las necesarias en 40%. Las tres investigaciones demuestran que mediante planes de mejora de mantenimiento preventivo no solo se logran mejorar indicadores de gestión, sino también otros factores importantes como lo costos y la optimización de las actividades.

En el contexto nacional los resultados obtenidos en la investigación se alinean con los resultados de la investigación realizada por Santillán (2017) en la ciudad de Trujillo quien mediante un Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad logra aumentar los indicadores de gestión de mantenimiento como la confiabilidad y (MTTF) tiempo medio entre fallos de los equipos, resultados favorables aumentando de 65% a 82% la confiabilidad y las horas de 690 a 728 horas de funcionamiento de equipos sin la presencia de fallas.

Los resultados de la investigación concuerdan con la propuesta de Montenegro (2017) quien plantea un Sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumentar la confiabilidad. La mejora inicia con la determinación de los equipos considerados como críticos y enfoca las actividades de mejora en estos equipos, implementa procedimientos operativos y de gestión orientados a la mejora de los indicadores de gestión como la disponibilidad y confiabilidad logrando su objetivo satisfactoriamente con niveles de 95% y 63% respectivamente.

A partir de los hallazgos realizados en la investigación Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad por Calderón (2017) realizado en la ciudad de Trujillo utilizando la recopilación de la información técnica de los equipos, diagrama de Pareto para analizar las causas comunes de las fallas, y el análisis de modo efecto falla se logra establecer la relación entre la propuesta y la mejora de los indicadores de gestión de mantenimiento como el tiempo para reparar disminuyéndola de 477 horas a 236 horas, seguido de la disponibilidad inicial con 91% a 99% y por último la confiabilidad de 89% a 96%.

Los resultados obtenidos en la investigación guardan estrecha relación con los objetivos planteados en la investigación Sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumenta la confiabilidad de los equipos de una empresa de maquinaria pesada en la ciudad de Trujillo en el año 2016 por Vásquez, luego de aplicación del sistema se lograron mejorar indicadores de gestión de mantenimiento como la disponibilidad en 92%, la confiabilidad en 87% y la mantenibilidad en 12%, de esta forma se concluye que es posible mejorar el estado de los equipos mediante propuesta de este tipo.

En el contexto local también se ha demostrado existir relación entre una propuesta de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad y la mejora de los indicadores de gestión, el investigador Guevara (2017) mediante el cual se busca mejorar las condiciones de trabajo de los equipos de una empresa procesadora de plástico en la ciudad de Chiclayo que logro diagnosticar 105 averías y 989 horas de paralización de equipos, se propuso implementar la gestión de mantenimiento logrando mejorar las utilidades de los equipos en 17%, confiabilidad en 97%, mantenibilidad 90% y disponibilidad 94%.

Los resultados obtenidos en la investigación concuerdan con los resultados de la investigación realizada por Braco (2017) en la ciudad de Chiclayo denominada Plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad y confiabilidad, propuesta que realizó un análisis de la criticidad de los equipos para determinar los más importantes en el proceso de producción, logrando realizar un diagnóstico de 285 intervenciones siendo el equivalente a 22 días de trabajo perdidos, y logrando mejorar la disponibilidad en un 33%, mientras que la confiabilidad en un 60%, además realizó el cálculo del indicador de beneficio costo con S/. 1.16 soles. Este antecedente demuestra la relación entre las propuestas de mejora del plan y los indicadores de mantención.

El investigador Mejía (2017) logra mejorar los indicadores de gestión de mantenimiento como disponibilidad en 16% y productividad en 7%, mediante una propuesta de mantenimiento centrada en confiabilidad para mejorar la productividad en una empresa de producción de alcohol diagnosticando 98 paradas de equipos por fallas y 199 horas de pérdida de producción, demostrando que mediante su propuesta se logra mejorar la productividad del proceso y los indicadores de gestión de mantenimiento.

Los resultados de la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad en los equipos del área elaboración concuerdan con lo obtenidos por el investigador fuentes (2015), quien determinó los indicadores de gestión como disponibilidad, tasa de fallas, calidad y fiabilidad cada uno de ellos en 65%, 70%, 90% y 70% respectivamente, además de ello pudo lograr una reducción de los recursos económicos invertidos en realizar la propuesta, demostrando que existe una relación entre la mejora de gestión de mantenimiento y sus indicadores.

CAPÍTULO IV:
CONCLUSIONES

IV. CONCLUSIONES

4.1. Conclusiones

1. La elaboración del sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la empresa AGROPUCALÁ S.A.A. permitió mejorar la confiabilidad de los equipos de área elaboración en un 86.60%, el incremento de los indicadores de gestión se encuentra acompañado de las disponibilidad y mantenibilidad en un 90.50 y 75.00% respectivamente.
2. El diagnóstico previo a la implementación de la propuesta determinó los niveles de los indicadores de la gestión de mantenimiento confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad en 75.19%, 80.99% y 70.51%, aplicando la metodología propuesta por Yáñez, Gómez y Valbuena (2004), en el libro “Ingeniería de confiabilidad y análisis probabilístico”.
3. El área elaboración dispone de un total de 218 equipos que representan la población de estudio, los tres principales tipos de equipos son motores eléctricos con 50 unidades, tanques agitadores de agua, semilla, jugo, jarabe y melaza con 42 unidades y bombas de jugo, agua y vacío con 41 unidades.
4. Mediante la aplicación del análisis de criticidad de determino que 25 equipos dentro del área elaboración son considerados como críticos, de presentar una falla en ellos el proceso productivo se paraliza; los parámetros de evaluación fueron participación en la producción, existencia de equipo de respaldo, incidencia en la calidad del producto y seguridad para los colaboradores.
5. La programación de recursos para atender las necesidades del sistema de gestión de mantenimiento se realizó con los equipos identificados como críticos, programando recursos materiales, tecnológicos y de mano de obra calificada según las características y condiciones de trabajo de cada uno de estos.
6. Los resultados del análisis Beneficio / Costo, en el plazo de tres meses tiene un resultado de S/. 1.18 soles y en un plazo de un año S/.1.39 soles, generando un retorno de inversión de S/. 0.39 céntimos por cada sol de invertido en la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo.

4.2. Recomendaciones

Realizar la implementación de un software que funcione como soporte para la gestión de mantenimiento de los equipos del área elaboración, permitiendo ampliar la capacidad del sistema de gestión y mejorar el control de los procesos logísticos y de almacenamiento de los materiales requeridos por el sistema de gestión de mantenimiento.

Ampliar las actividades de mantenimiento a los equipos del área elaboración que no estuvieron dentro del análisis de criticidad, permitiendo la programación de recursos de tipo material, tecnológicos y de mano de obra calificada, para asegurar su disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad.

Atender las fugas de jugo del área elaboración para reducir las pérdidas de material prima para la elaboración de azúcar, realizando acciones de mantenimiento correctivo a los equipos críticos.

Realizar una propuesta de mejora identificando las partes y componentes de los equipos críticos para asegurar su operatividad cuando presente fallas que afecte su funcionamiento, permitiendo mejorar los tiempos y calidad de los repuestos.

Evaluar la inocuidad de la materia prima a lo largo del proceso de elaboración de azúcar siguiendo los procesos de entrada, y salida hasta la elaboración de azúcar rubia doméstica.

REFERENCIAS

- Alavedra, F., *et al.* (2013). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu. *Gestión de la producción*, 34, pp. 3 – 18. Recuperado de: <http://repositorio.ulima.edu.pe/handle/ulima/3837>.
- Altamirano, R. Y. y Zavaleta, I. M. S. (2016). *Plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad en la empresa Naylamp – Chiclayo 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán. Chiclayo – Perú.
- Berger, V. E., Núñez, R. L. M. y Yarín, A. A. J. Análisis de la confiabilidad del sistema de molienda en una planta concentradora, basado en la criticidad. *Diseño y tecnología* 17(1), 56 – 64. Recuperado de: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/12033>.
- Braco, R. F. J. (2017). *Plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de las unidades en la empresa TURISMO EXPRESO LATINO AMERICANO E.I.R.L – CHICLAYO, 2017*. (Tesis de grado). Universidad Señor de Sipán. Chiclayo – Perú.
- Calderón, R. E. E. (2016). *Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la línea de extracción trapiche de la empresa Casa Grande S.A.A.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú.
- Callalli, A. N. K. (2017). *Implementación de un plan integral para la gestión del mantenimiento de una línea de producción de resina RPET*. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica del Perú. Lima – Perú.
- Casal, O. L. *Gestión de proyectos. Elementos básicos a tener en cuenta como punto de partida para realizar eficazmente su proyecto*. Vigo, España: Ideas propias Editorial.
- Diestra, J., Esquiviel, L., y Guevara, R. (2017). Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para optimizar la disponibilidad operacional de la maquina con mayor criticidad. *Ciencia, Tecnología e Innovación* 4 (1).
- Dounce, V, E. (1998). *La productividad en el mantenimiento industrial*. Tihuana, México: Grupo Editorial Patria S.A. de C.V.

- Fernández, A. V. *Desarrollo de sistemas de información: una metodología basada en el modelado*. Barcelona, España: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.
- Fuentes, Z. S. M. (2015). *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de Overall equipment efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa HILADOS RICHARD S S.A.C.* (Tesis de grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo – Perú.
- García, P. O. (2017). Tendencias actuales del mantenimiento industrial. *Lubricación y mantenimiento industrial* 2, 22 – 23. Recuperado de: https://issuu.com/naguado/docs/rl_lmi_ed2_2017.
- Gómez, D. L. F. C. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. Murcia, España: Servicio de publicaciones, Universidad de Murcia.
- Guevara, G. C. E. (2019). *Propuesta de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa CGW PLASTIC S.A.C. para la reducción de costos por parada de máquina*. (Tesis de grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo – Perú.
- Guevara, P. E. y Fiestas, V. J. H. (2012). *Plan de mantenimiento de un Sistema de Mantenimiento Preventivo para incrementar la disponibilidad de las maquinarias críticas de área de producción en la empresa La Casa del Tornillo S.R.L.* Chiclayo 2010. (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán. Chiclayo – Perú.
- Ignacio, R. J. y Díez, B. O. (2015). Aplicación de la metodología RCM al mantenimiento de los motores de agujas en Metro Liger Oeste. *Vía libre técnica*, 1-11. Recuperado.
- Leal, V. (2009). *Planificación de mantenimiento centrado en la confiabilidad en acondicionamiento de aire de la industria petrolera del occidente venezolano*. (Tesis de pregrado). Universidad de Zulia. Zulia – Venezuela.
- Merli, G. *La gestión eficaz: como convertir los objetivos prioritarios en resultados*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A.

- Martínez, F. y Ruiz, G. M. (2018). Mantenimiento industrial, asignatura pendiente de algunos empresarios. *Mantenimiento en Latinoamérica* 10(2), 11-17. Recuperado de <http://mantenimientoenlatinoamerica.com/sitio/78-edicion-actual/71-vol72>.
- Mejía, C. R. (2017). *Propuesta de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa Ersá Transportes y Servicios S.R.L.* (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo – Perú.
- Mesa, G. D. H., Ortiz, S. Y. y Pinzón, M. (2006). *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento.* Pereira, Colombia: Editorial Publiprint Ltda.
- Monchy, F. (1989). *A Função Manutenção.* Sao Paulo, Brasil: Editoram Brasileira/Editora Duran.
- Montenegro, L. G. W. (2017). *Sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para incrementar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa Chancadora del Norte S.A.C.* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú.
- Naranjo, F. J. (2015). *Sistema de Gestión: Valor estratégico de las Organizaciones.* Recuperado de: [http:// books.google.com.pe/books/infraestructura/sistemas-de-gestion-valor-estrategico-de-las-organizaciones](http://books.google.com.pe/books/infraestructura/sistemas-de-gestion-valor-estrategico-de-las-organizaciones).
- Ogalla, S. F. (2005). *Sistema de Gestión una guía práctica.* Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=2rJLC2w_rC8C&printsec=frontcover&q=sistema+de+gesti%C3%B3&hl=es&sa=&ved=0ahUKEwjs5LuJ9cLbAhXNuVvKkHeW6Bq8Q6AEIJAA#v=onepage&q=sistema%20de%20gesti%C3%B3n&f=false.
- Ortiz, U. A., Izquierdo, H. y Rodríguez, M. C. Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista Venezolana de Gerencia* 18(61), 86 – 104. Recuperado de: www.redalyc.org/pdf/290/29026161004.pdf.

- Penabad, S. L., Iznaga, B. A. M., Rodríguez, R. P. A. y Cazañas, M. C. Disposición y disponibilidad como indicadores para el transporte. *Revistas Ciencias Técnicas Agropecuarias* 25(4), 64 – 73. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93249315008>.
- Poveda, G. A. J. (2015). *Aplicación de la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para el Desarrollo de Planes de Mantenimiento*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil – Ecuador.
- Ramírez, R. L. *Gestión del desarrollo de sistemas de telecomunicación e informáticos*. Madrid, España: International Thompson Editores Spain.
- Roberts, M. J. *Señales y sistemas: análisis mediante métodos de transformada y MATLAB*. Ciudad de México, México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE MEXICO.
- Senati. (2007). Gestión de mantenimiento módulo 2: Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.
- Santillán, A. C. P. (2017). *Programa de mantenimiento centrado en confiabilidad para bombas centrifugas horizontales warman 450MCR en minera Cerro Corona*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú.
- Vásquez, C. J. (2016). *Sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumentar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa Representaciones y Servicios Técnicos América S.R.L. Trujillo*. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Trujillo – Perú.
- Viveros, P., *et al.* (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare Revista chilena de ingeniería* 21(1), 125 – 138. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=0718330520130001&lng=es&nrm=iso.
- Villacres, P. S. R. (2016). *Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para el vehículo Hidrocleaner VACTOR M654 de la empresa ETAPA EP*. (Tesis de maestría). Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.

Pinto, A. K. (1995). *Contratacao por Disponibilidade*, 12° Congresso brasileiro de Manutencao, Sao Paulo.

Prando, R. R. (1996). *Manual de Gestión de Mantenimiento a la medida*. San Salvador, El Salvador: Editorial Piedra Santa S.A. de C.V.

Zambrano, R. S. A. y Leal, S. L. (2005). *Proceso de implantación de las nuevas tendencias de mantenimiento en procesos productivos*. Táchira, Venezuela: Editorial FEUNET.

Zapata, J. C. (2011). *Confiabilidad en Ingeniería*. Pereira, Colombia: Publiprint Ltda.

ANEXOS



ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS JEFES DE ÁREA

I. Estimado(a) Participante:

La presente entrevista tiene como propósito recabar información sobre la gestión de mantenimiento del área de elaboración de la empresa Agropucalá S.A.C. Consta de 13 preguntas. Al contestar cada una de ellas, centre su atención de manera que la respuesta que emita sea fidedigna y confiable. La información que se recabe tiene como objetivo la realización de un proyecto de investigación relacionado con el tema antes mencionado.

II. Entrevista

- 1. ¿Actualmente la empresa cuenta con un sistema de gestión de mantenimiento?**
- 2. ¿Existe algún registro que contenga información de los trabajos de mantenimiento (Fechas, sustitución de componentes, etc.) realizados a los equipos?**
- 3. ¿Dispone de un inventario de equipos del área a su cargo que contenga información técnica como la marca, modelo, rangos de funcionamiento mínimos y máximos, rpm y demás características?**
- 4. ¿Dispone de formatos de control y seguimiento (Check list, hojas de control) para las tareas de mantenimiento?**
- 5. ¿Dispone información técnica para los posibles repuestos de los equipos inoperativos?**
- 6. ¿Considera Ud. que los repuestos en stock son de calidad y que podrá disponer de ellos lo más pronto posible?**
- 7. ¿Cómo calificaría Ud. su relación laboral con los trabajadores encargados de ejecutar las actividades de mantenimiento?**
- 8. ¿Considera importante la implementación de un sistema de mantenimiento?**
- 9. ¿Qué equipos considera Ud. que son los de mayor criticidad?**
- 10. ¿Considera Ud. que la empresa muestra interés por contar con un sistema de mantenimiento?**
- 11. ¿Conoce el costo de los repuestos que solicita para los equipos?**
- 12. ¿Conoce a los proveedores de los repuestos de estos equipos?**

ENCUESTA PARA INVESTIGACIÓN

Estimado(a) Participante:

El presente cuestionario tiene como propósito recabar información sobre la gestión de mantenimiento del área de elaboración de la empresa Agropucalá S.A.C. Consta de 15 preguntas. Al leer cada una de ellas, centre su atención de manera que la respuesta que emita sea fidedigna y confiable. La información que se recabe tiene como objetivo la realización de un proyecto de investigación relacionado con el tema antes mencionado.

I. Instrucciones:

1. Complete los espacios en blanco según corresponda la pregunta.
2. Marque con una equis (X) en la letra correspondiente a cada opción.
3. Asegúrese de marcar sola una alternativa por cada pregunta.
4. No deje ningún ítem sin responder, para poder aumentar el nivel de confiabilidad.
5. Si surge alguna duda, consulte al encuestador.

II. Cuestionario

1. ¿Qué máquinas o equipos tiene a su cargo?

2. ¿Antes de operar el equipo recibió algún tipo de capacitación con respecto a su funcionamiento y manipulación? ¿Por parte de quién?

- a) Sí _____ b) No

3. ¿Qué tanto conoce el funcionamiento de su equipo o máquina a su cargo?

- a) Mucho b) Regular c) Poco d) Muy poco

4. ¿Cuánto tiempo (año) tiene Ud. operando dicho equipo?

- a) 1 a 3 b) 3 a 5 c) 5 a 10 d) 10 a 20 e) 20 a más

5. ¿Conoce las actividades de mantenimiento preventivo que se realizan a su equipo? ¿Cuáles son las más importantes?

- a) Sí _____ b) No

6. ¿Cuáles son las fallas más comunes que presenta el equipo a su cargo?

- 7. ¿Cuáles considera Ud. que son las causas por las que su equipo presenta fallas?**
a) Falta de mantenimiento b) Mala manipulación del equipo c) Antigüedad del equipo
d) Falta de conocimiento e) Otros _____.
- 8. ¿Antes de operar el equipo realiza Ud. algún tipo de inspección previa a su manipulación? ¿En qué consiste?**
a) Sí _____ b) No
- 9. ¿Qué tan importante considera Ud. que son las actividades de mantenimiento para su equipo?**
a) Muy importante b) Medianamente importante c) Poco importante d) No importa
- 10. ¿Cada cuánto tiempo considera Ud. que se deben de realizar actividades de mantenimiento preventivo para su equipo?**
a) 1 mes b) 3 meses c) 6 meses d) 1 año
- 11. ¿Ud. participa en las actividades de mantenimiento a su equipo aportando ideas y experiencias al técnico a cargo del mantenimiento?**
a) Sí participo b) No participo c) Solo si me pide mi opinión
- 12. ¿Dispone de algún formato para llevar el control del funcionamiento de su equipo? ¿Si cuál es?**
a) Sí _____ b) No
- 13. ¿Cuándo el equipo presenta alguna falla a quien comunica Ud.?**
a) Al jefe de área b) Al encargado de mantenimiento c) Al técnico de mantenimiento
d) Ud. trata de solucionar la falla e) A nadie solo espera que se den cuenta
- 14. ¿Su jefe le ha solicitado alguna vez que le realice un informe con respecto al estado de funcionamiento en el que se encuentra su equipo a operar?**
a) Sí b) No
- 15. ¿Considera Ud. que existen equipos que tienen que ser renovados? ¿Cuáles son?**
a) Sí _____ b) No

¡Muchas gracias por su valiosa colaboración!

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Pregunta 1. ¿Qué máquinas o equipos tiene a su cargo?

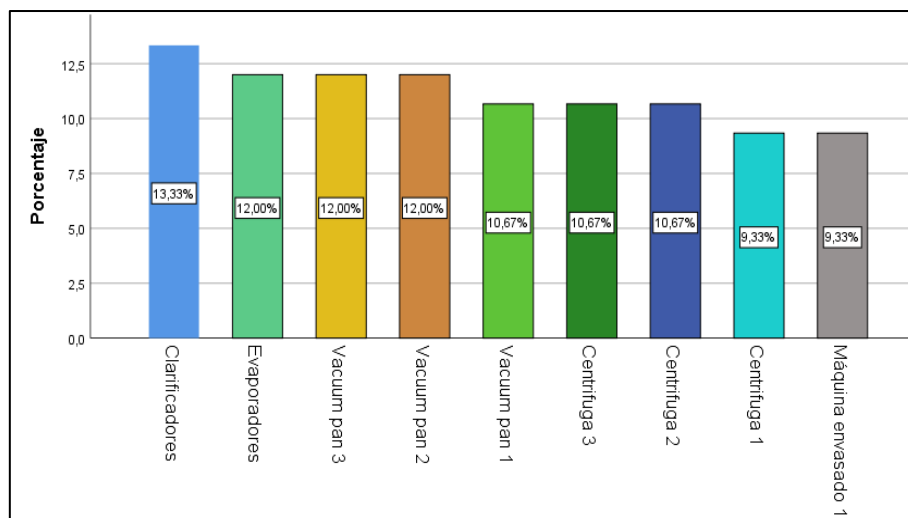


Figura 1. Los clarificadores son los equipos que cuentan con mayor número de operarios con un total de 10, seguido de los evaporadores con 9, al igual que los vacuum panes 3 y 2 ambos con 9 operarios, mientras que vacuum pan 1, centrífuga 3 y 2, con 8 trabajadores respectivamente, y por último con 7 operarios en centrífuga 1 y máquina de envasado.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 2. ¿Antes de operar el equipo recibió algún tipo de capacitación con respecto a su funcionamiento y manipulación?

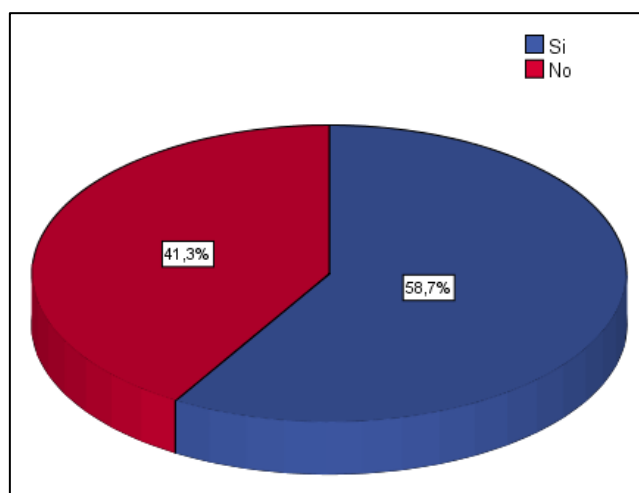


Figura 2. El 58.7% de los encuestados si recibieron algún tipo de capacitación previa a la operación de su equipo, generalmente por parte de su maestro de una manera empírica y sin una estandarización del proceso este porcentaje es representado por 44 obreros, mientras que un 41.3% manifestó su negativa cuantificado por 31 operarios.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 3. ¿Qué tanto conoce el funcionamiento de su equipo o máquina a su cargo?

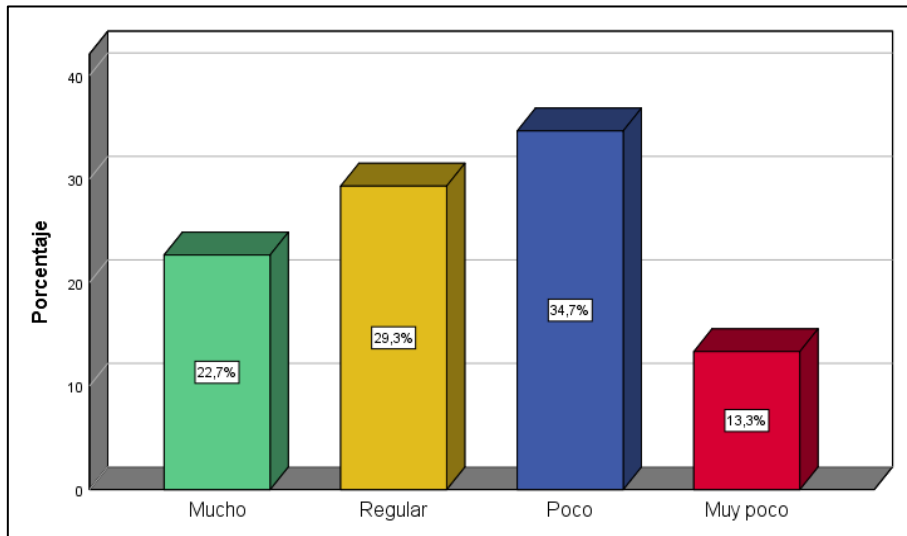


Figura 3. El 34.7% de los encuestados han manifestado su poco conocimiento en cuanto al funcionamiento de sus equipos a cargo representado por 26 operarios, seguido de un regular conocimiento con 22 trabajadores, mientras 22.7% conocen mucho su funcionamiento cuantificando a 17 obreros, y solo 10 trabajadores conocen muy poco el funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 4. ¿Cuánto tiempo (año) tiene Ud. operando dicho equipo?

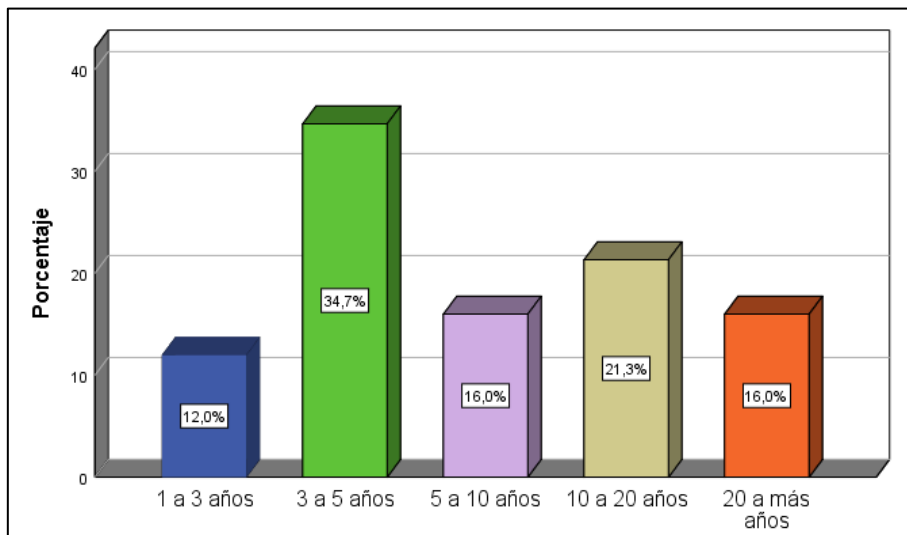


Figura 4. La mayoría de los encuestados manifiesta tener entre 3 a 5 años operando sus equipos representado por un 34.7% de la muestra con 26 operarios, seguido de un 21.3% con 16 obreros, en el tercer lugar se encuentran empatados entre 10 a 20 años con 12 obreros al igual que 20 a más años, y por último entre 1 a 3 años con 12% y 9 trabajadores.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 5. ¿Conoce las actividades de mantenimiento preventivo que se realizan a su equipo? ¿Cuáles son las más importantes?

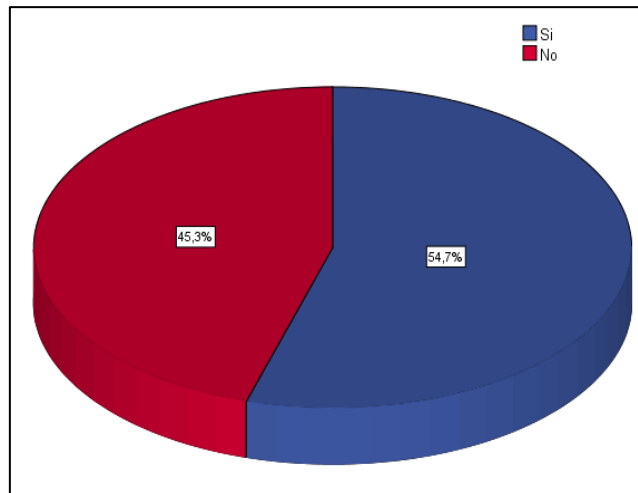


Figura 5. Se concluyó que 41 operarios del área elaboración que si conocen las actividades de mantenimiento preventivo para sus equipos muestra que representa el 54,7 %, por el contrario, el 45.3% no tiene conocimiento de esta actividad cuantificando a 34 obreros.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 6. ¿Cuáles son las fallas más comunes que presenta el equipo a su cargo?

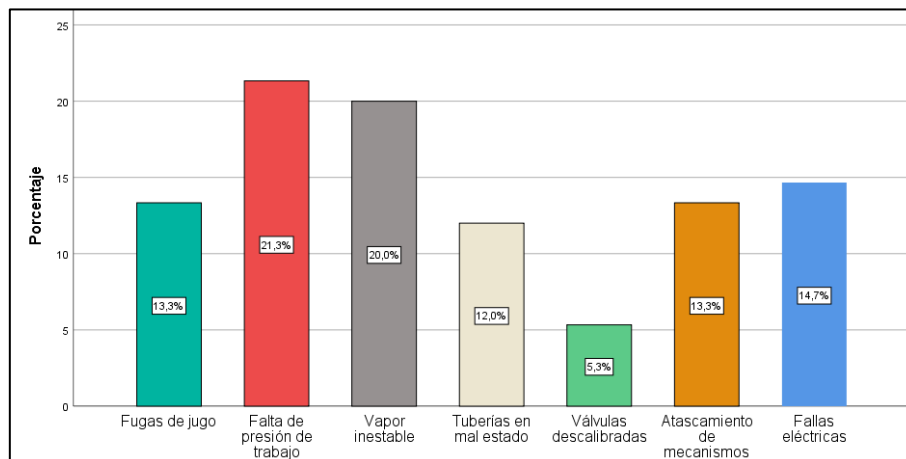


Figura 6. La principal falla identificada es la baja de presión en los equipos con 21.3% y 16 operarios encuestados, seguido de vapor de trabajo inestable con 20% y 15 obreros, mientras que las fallas eléctricas representan el 14.7% con 11 respuestas, atascamiento de mecanismos y fugas de jugo con 13,3% y 13% respectivamente con 10 trabajadores, con 9 respuestas se encuentran tuberías en mal estado cuantificando un 12% de la muestra, y por último las válvulas de control descalibradas con 5.3% del total y 4 operarios.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 7. ¿Cuáles considera Ud. que son las causas por las que su equipo presenta fallas?

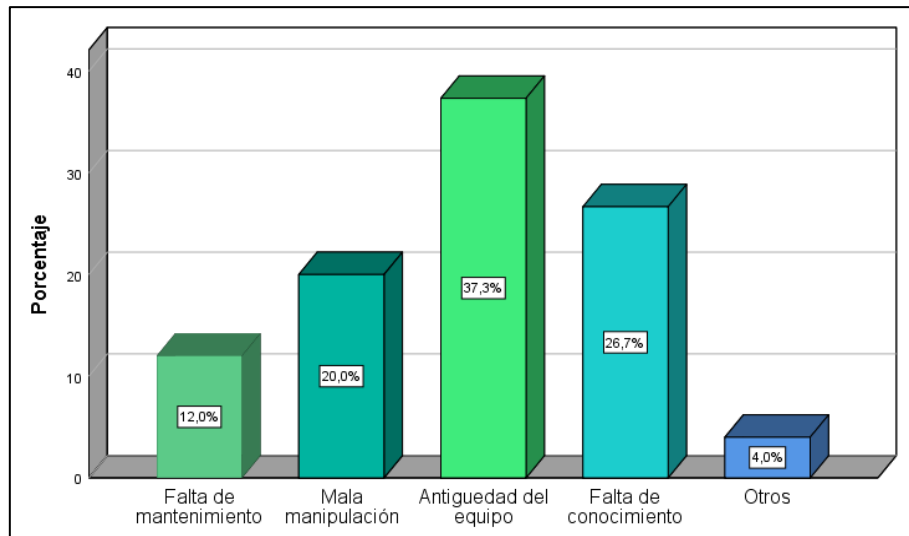


Figura 7. Según el análisis de los datos se determinó que la causa principal de falla de los equipos es la antigüedad de los mismos con 37.3% y 28 operarios, seguido de la falta de conocimiento con 26.7% con 20 respuestas, mala manipulación de equipos en tercer lugar con 20% y 15 opiniones, la falta de mantenimiento se encuentra con 12% y 9 respuestas y una última causa con 4% y 3 opiniones.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 8. ¿Antes de operar el equipo realiza Ud. algún tipo de inspección previa a su manipulación? ¿En qué consiste?

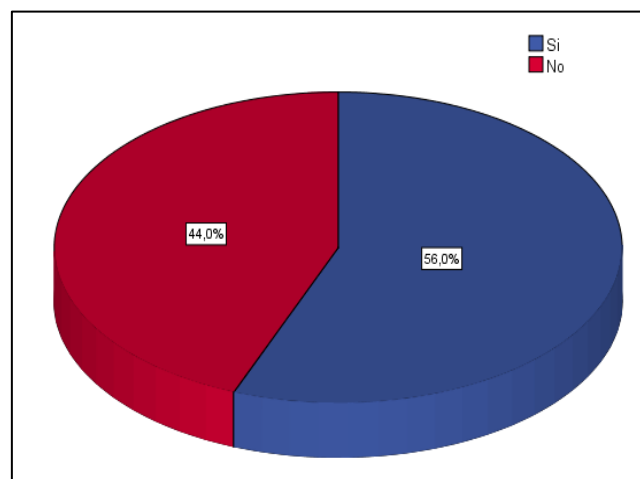


Figura 8. El 56% de los encuestados han manifestado que, si realizan una inspección antes de utilizar los equipos representando a un total de 42 trabajadores, mientras que el restante 44% de una muestra de 75 operarios han mencionado no realizar dicha inspección.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 9. ¿Qué tan importante considera Ud. que son las actividades de mantenimiento para su equipo?

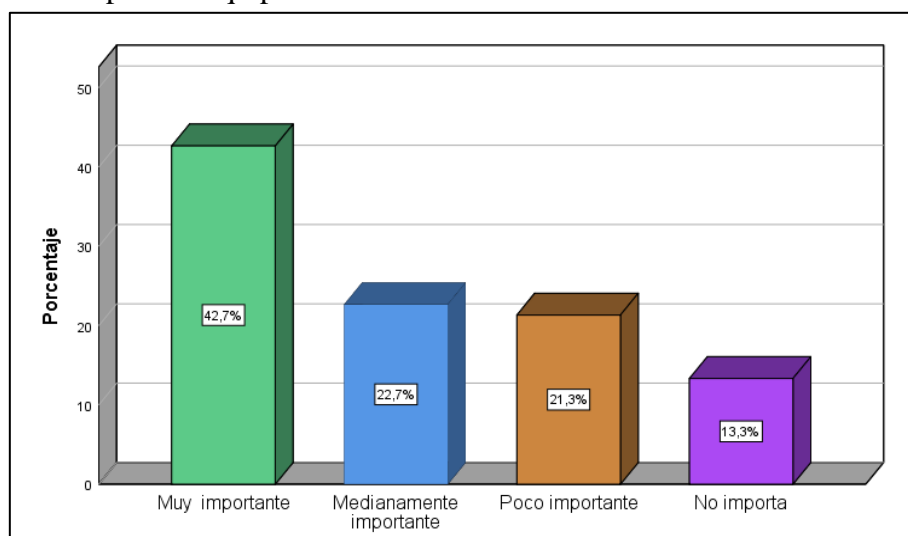


Figura 9. Se concluyó que existe un interés por parte de los trabajadores por el mantenimiento de sus equipos, así lo evidencia el 42.7% de los encuestados con 32 opiniones, seguida de medianamente importante con 22.7% y 17 opiniones, mientras poco importante con 16 aportes y 21.7% y finalmente no importa con 13.3% y 10 opiniones.
Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 10. ¿Cada cuánto tiempo considera Ud. que se deben de realizar actividades de mantenimiento preventivo para su equipo?

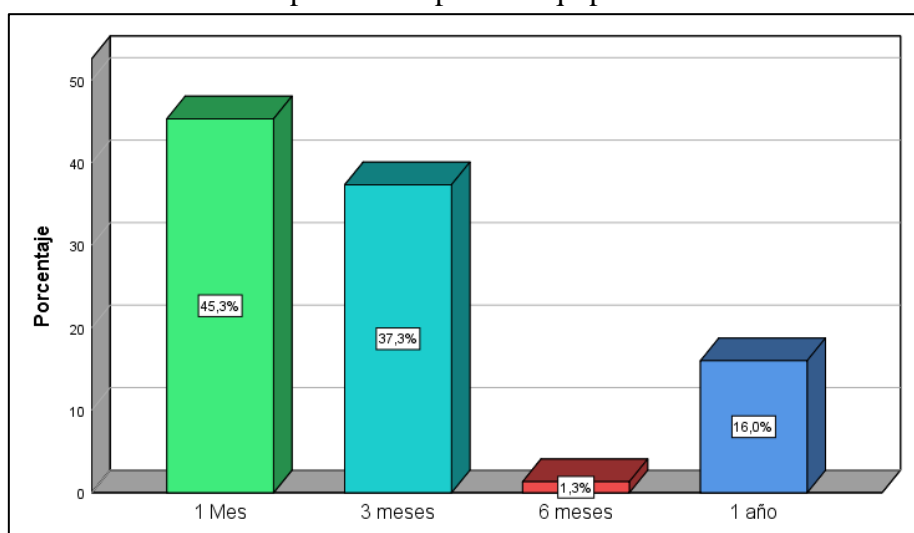


Figura 10. El intervalo de 1 mes es considerado como el más apropiado con 45.3% y 34 opiniones, seguido de 37.3% con 28 elecciones favorables, a continuación, el intervalo de 1 año con 12 operarios y 16%, y para terminar solo el 1.3% opina que debería ser cada 6 meses.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 11. ¿Ud. participa en las actividades de mantenimiento a su equipo aportando ideas y experiencias al técnico a cargo del mantenimiento?

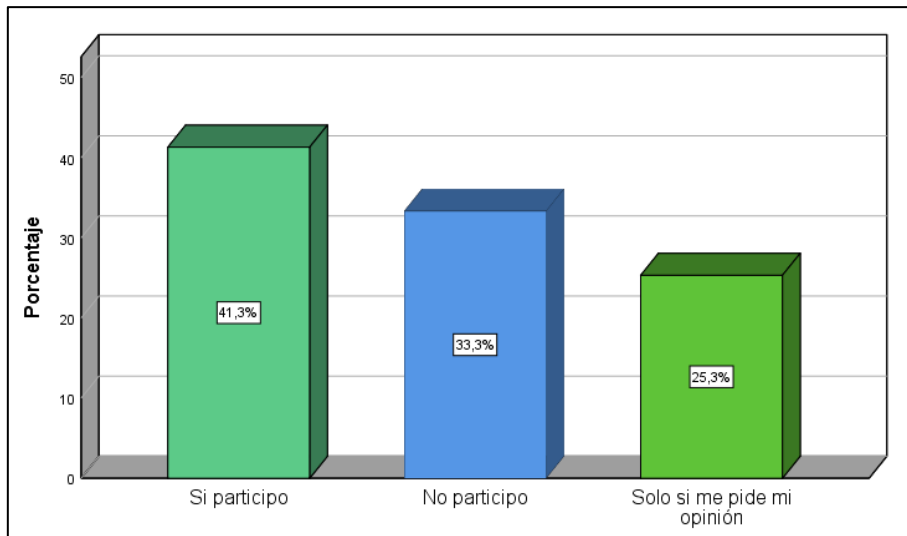


Figura 11. Se concluyó que los operarios participan en las actividades de mantenimiento, así queda evidenciado por el 41.3% y 31 opiniones favorables, otro sector marcado opina que no participa con 25 trabajadores y un 33.3% de la muestra, y por último manifiestan participar solo si se les pide su opinión con 25.3% y 19 operarios.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 12. ¿Dispone de algún formato para llevar el control del funcionamiento de su equipo? ¿Si cuál es?

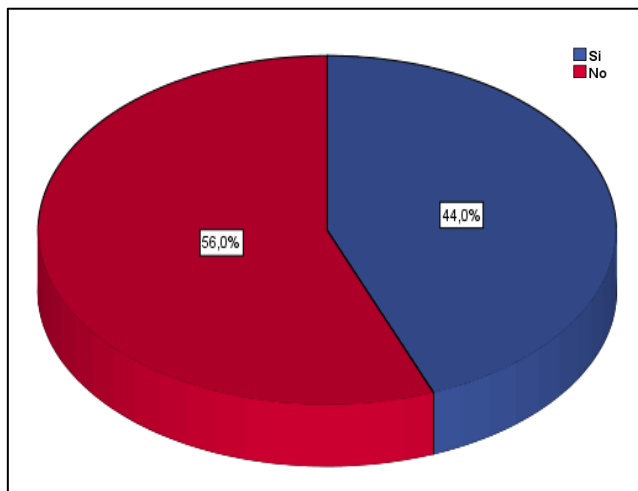


Figura 12. El control del funcionamiento de los equipos se encuentra determinado por formatos de esta manera el 44% de los encuestados manifestó si contar con hojas de control cuantificando 33 operarios, mientras el 56% no dispone de los mismos con 42 manifestaciones de los obreros.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 13. ¿Cuándo el equipo presenta alguna falla a quien comunica Ud.?

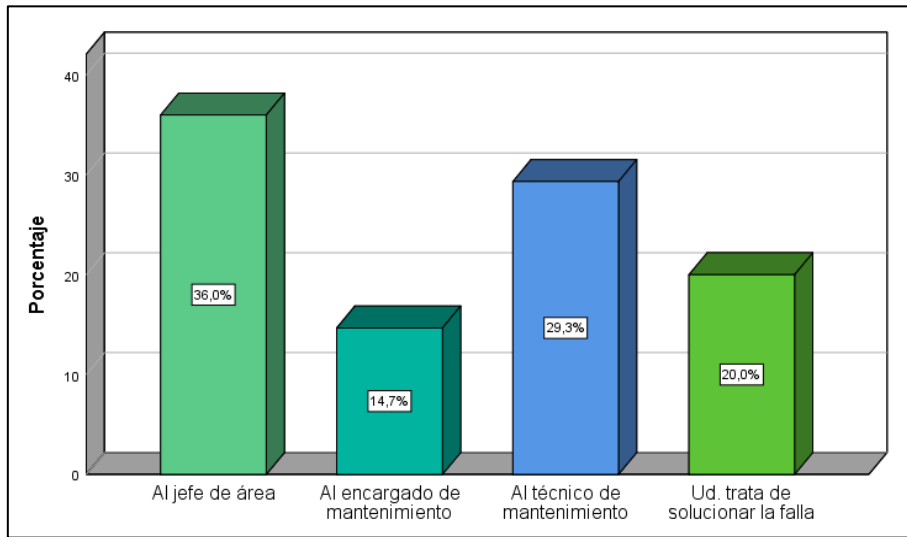


Figura 13. Los operarios al percibir una falla en sus equipos comunican al jefe de área con 36% y 27 opiniones, mientras un 29.3% de los obreros comunican al técnico encargado de mantenimiento con 22 opiniones, seguido de un 20% con 15 opiniones que tratan de solucionar el problema y un 14.7% y 11 opiniones comunican al encargado de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 14. ¿Su jefe le ha solicitado alguna vez que le realice un informe con respecto al estado de funcionamiento en el que se encuentra su equipo a operar?

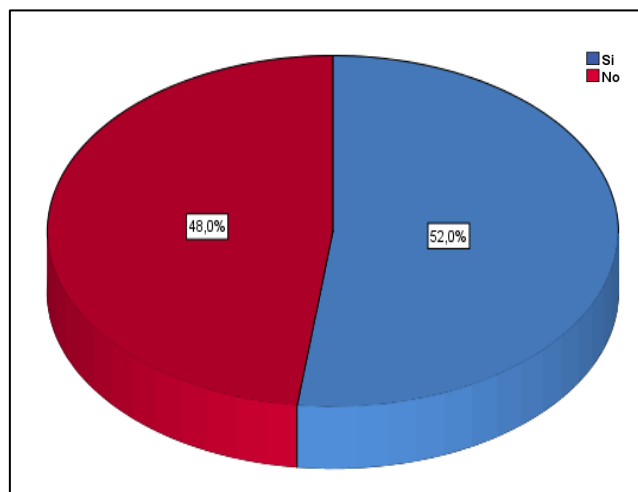


Figura 14. Se determinó que solo el 52% de los operarios se les ha pedido realizar un reporte acerca del estado de los equipos representando 39 opiniones favorables, mientras que un 48% de ellos nunca se les ha solicitado un informe de esas características con 36 opiniones.

Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 15. ¿Considera Ud. que existen equipos que tienen que ser renovados? ¿Cuáles son?

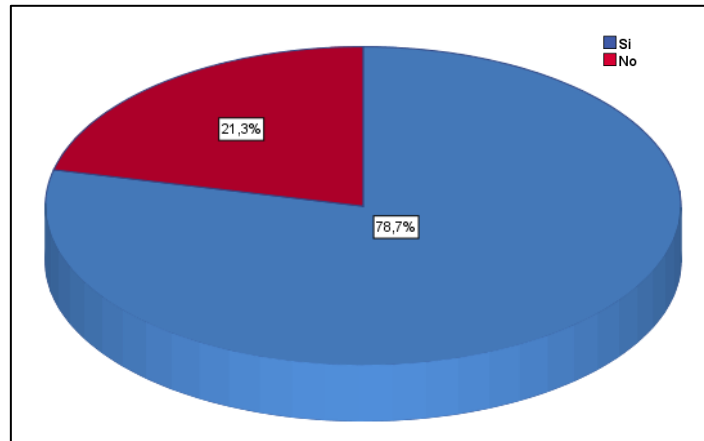


Figura 15. Se determinó que solo el 78.7% de los operarios se les ha pedido realizar un reporte acerca del estado de los equipos representando 59 opiniones favorables, mientras que un 21.3% de ellos nunca se les ha solicitado un informe de esas características con 16 opiniones.

Fuente: Elaboración propia.

PÉRDIDAS DE SACAROSA PARA EL CÁLCULO DE DEL BENEFICIO COSTO

La metodología utilizada para determinar los Kg. de azúcar que se pierden diariamente, debido a las fugas mecánicas presentes en las bombas y tuberías de conexión entre dispositivos, el laboratorio de fábrica se encargaba de la determinación de los niveles de °Brix, pureza y pol, indicadores necesarios para realizar los cálculos.

Para el cálculo se empleó la fórmula propuesta en el libro “Ingeniería de la caña de azúcar” del autor Peter Rein 2012.

$$Densidad = \frac{^{\circ}Brix}{258,6 - \left(\frac{^{\circ}Brix}{258,6}\right) \times 227,1} + 1$$

Mediante esta fórmula se determina la densidad de pérdida de sacarosa presente en el jugo. Para determinar la cantidad de kg se pierden se apoya de la siguiente formula.

$$Pérdidas\ de\ sacarosa = (Q \times d) \times \frac{POL}{100} \times \frac{60\ min}{1000\ gr.} \times \frac{1\ Kg.}{1\ hora}$$

Los cálculos se llevan a la unidad perdida Kg. /hora que se multiplica por las 24 horas de funcionamiento constante que trabaja en ingeniero azucarero, la determinación de la cantidad de Kg. que se pierden se multiplican por el costo de la bolsa de azúcar de 50 Kg. y se obtiene el valor económico que se pierden por no actuar oportunamente mediante un plan de mantenimiento preventivo para cada dispositivo.

Los datos se recolectaron por un periodo de 3 meses (mayo, junio y julio), se presentan a continuación, así como un formato de registro de los datos y unos modelos de informe que se presentó al supervisor de elaboración.

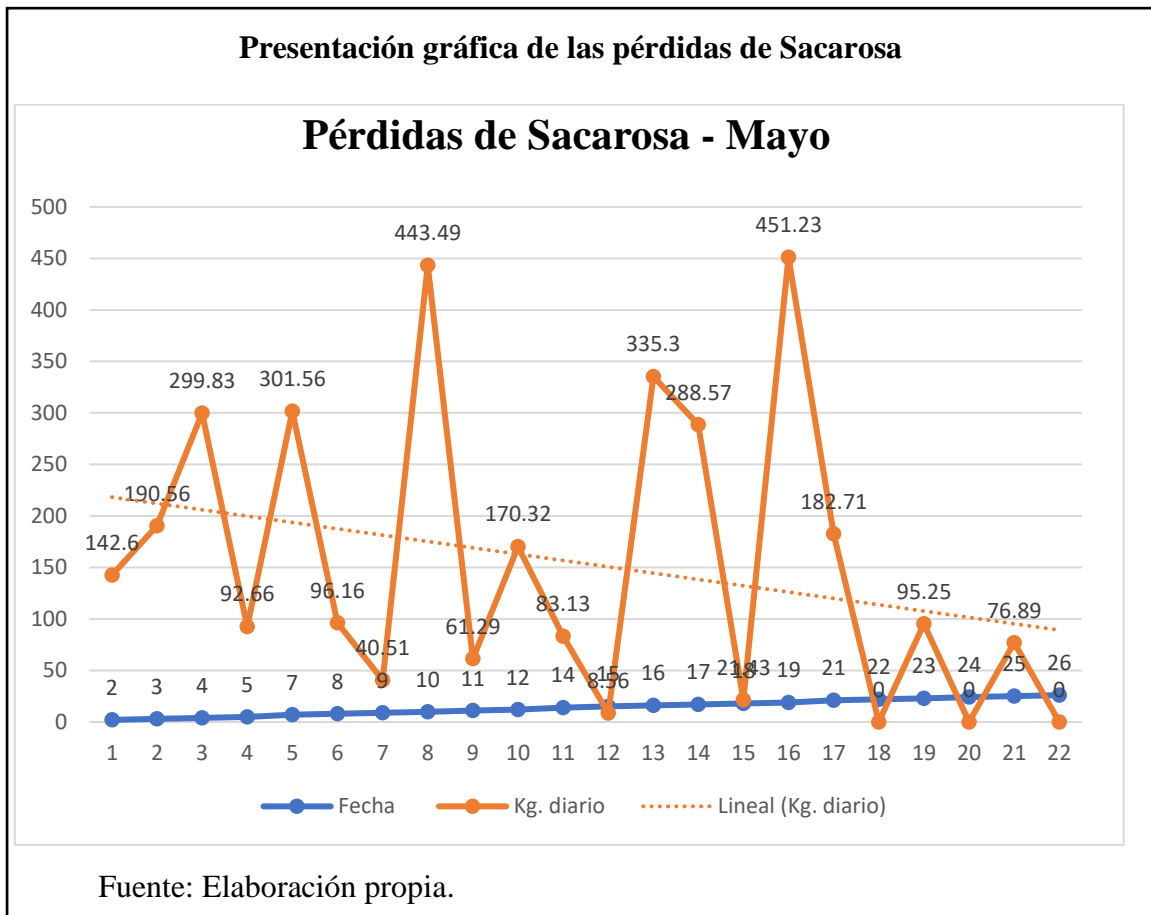
Tabla N° 1

Análisis de los datos para determinar los niveles de pérdidas de sacarosa.

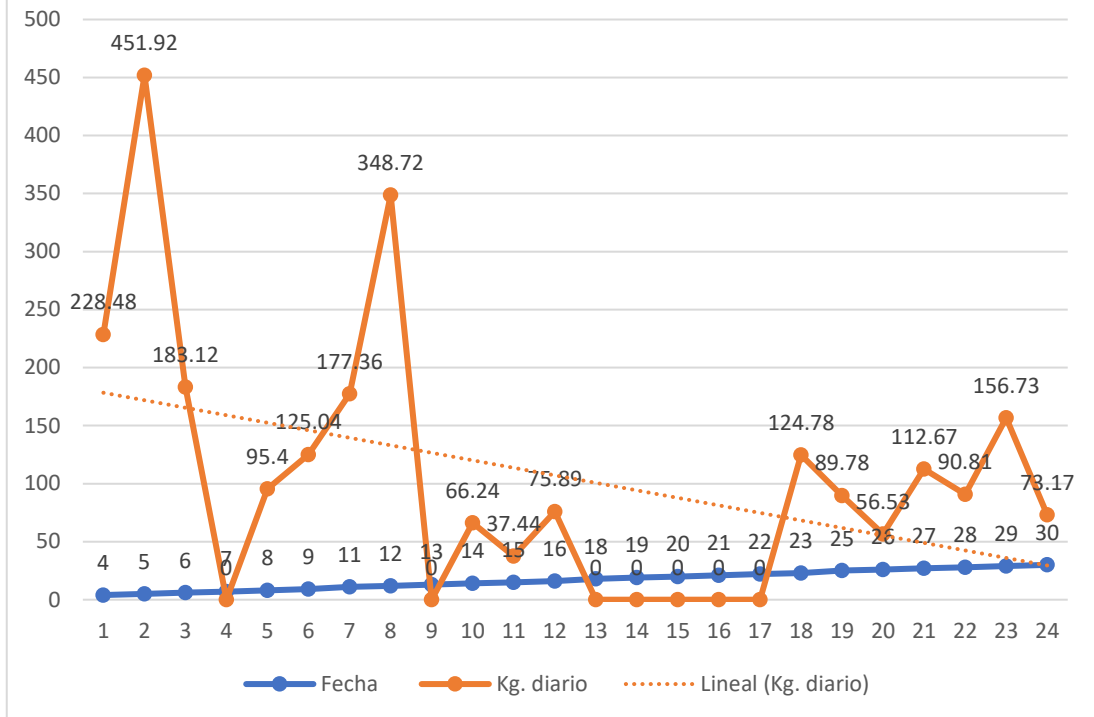
Mes	Mayo	Junio	Julio
Fecha	Kg.	Kg.	Kg.
1	0	0	0
2	142.6	0	90.87
3	190.56	0	120.89
4	299.83	228.48	144.42
5	92.66	451.92	78.9
6	0	183.12	145.67
7	301.56	0	167.12
8	96.16	95.4	0
9	40.51	125.04	101.13
10	443.49	0	93.4
11	61.29	177.36	143.89
12	170.32	348.72	89.56
13	0	0	132.78
14	83.13	66.24	97.34
15	8.56	37.44	0
16	335.3	75.89	105.45
17	288.57	0	92.56
18	21.43	0	76.34
19	451.23	0	101.21
20	0	0	201.72
21	182.71	0	213.76
22	0	0	0
23	95.25	124.78	205.34
24	0	0	198.56
25	76.89	89.78	174.14
26	0	56.53	190.65
27	0	112.67	187.75
28	0	90.81	144.14
29	0	156.73	0
30	0	73.17	102.83
31	0	0	90.18

Fuente: Elaboración propia.

Presentación de los datos que se recolectaron en campo durante los meses de estudio (mayo, junio, julio del 2018). Las casillas que muestran 0 fueron días que la fábrica no trabajó debido a fallas en los equipos de diferentes áreas, o también al desabastecimiento de materia prima proveniente de campo.

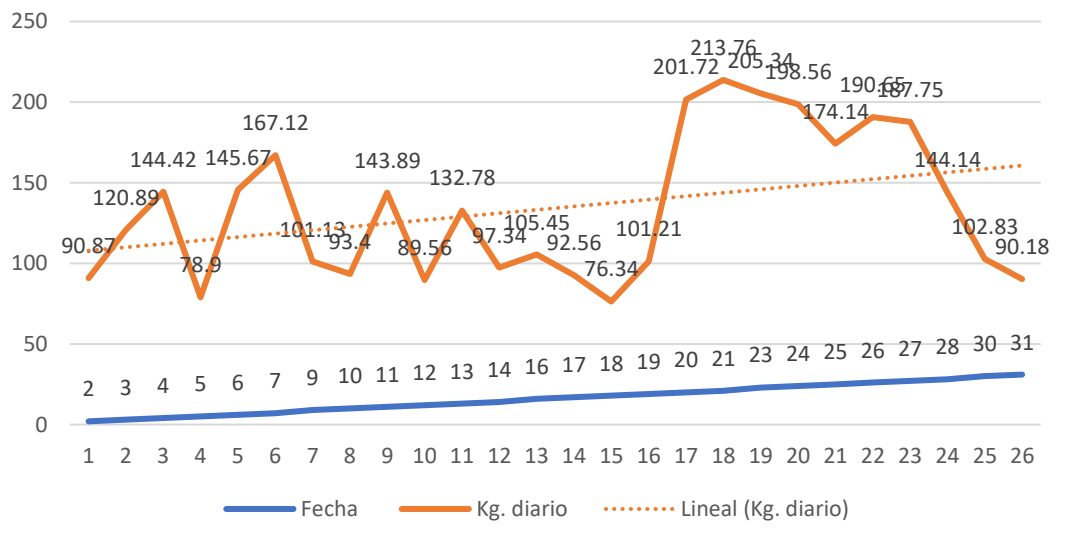


Pérdidas de Sacarosa - Junio



Fuente: Elaboración propia.

Pérdidas de sacarosa Mes Julio



Fuente: Elaboración propia.



AUTORIZACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Pucalá, 02 de mayo del 2018.

Quien suscribe:

SEGUNDO GUEVARA CAMPOS

Supervisor del área elaboración de la empresa Agropucalá S.A.A

AUTORIZA, el permiso para el recojo de información dentro de las instalaciones de la empresa para el proyecto de investigación denominado “SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA ELABORACIÓN DE LA EMPRESA AGROPUCALÁ S.A.A”.

Por el presente el que suscribe GUEVARA CAMPOS SEGUNDO, con cargo de Supervisor del área de elaboración, autoriza expresamente al alumno CALLIRGOS GONZALES MIGUEL ALONSO, identificado con DNI 71645554, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán, ha realizar la recolección de datos que considere necesarios para el desarrollo de la presente investigación, comprometiéndose a guardar la confidencialidad de los mismos y la utilización explícita para fines académicos.

S. Guevara C.

SEGUNDO GUEVARA CAMPOS
Supervisor de Elaboración