

Propuesta para el mejoramiento de la gestión del Mantenimiento

Caso de estudio: Comestibles Maxiricos SAS

Sergio Andrés Benavides González, Juan Carlos Sánchez David y

Sergio Robayo Landinez

Dirección de Posgrados, Universidad ECCI

Especialización En Gerencia De Mantenimiento

Especialización en Gerencia de Operaciones

Fred Geovanny Murillo

Abril 2023

Propuesta para el mejoramiento de la gestión del Mantenimiento

Caso de estudio: Comestibles Maxiricos SAS

Sergio Andrés Benavides González, código 24017

Juan Carlos Sánchez David, código 68025

Sergio Robayo Landinez, código 6878

Asesor

Fred Geovanny Murillo

Dirección de Posgrados, Universidad ECCI

Especialización En Gerencia De Mantenimiento

Especialización en Gerencia de Operaciones

Mayo 2023

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.	6
TABLAS.....	6
1 TÍTULO DEL PROYECTO	12
2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	14
4.1 JUSTIFICACIÓN	14
4.2 DELIMITACIÓN	14
4.3 LIMITACIONES.....	15
5 MARCO CONCEPTUAL.....	16
5.1 ESTADO DEL ARTE	16
5.1.1 <i>Estado del arte internacional</i>	16
5.1.2 <i>Estado del arte nacional</i>	19
6 MARCO TEÓRICO	21
6.1.1 <i>Generalidades de mantenimiento</i>	21

6.1.2	<i>Primera Generación</i>	21
6.1.3	<i>Segunda Generación</i>	22
6.1.4	<i>Tercera Generación</i>	22
6.2	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	23
6.2.2	<i>Objetivos de mantenimiento</i>	25
6.2.3	<i>Tiempo medio entre fallas</i>	25
6.2.4	<i>FODA</i>	26
6.2.5	<i>Estrategias de Mantenimiento</i>	27
6.2.6	<i>Conceptos generales de la metodología RCM</i>	30
6.3	HERRAMIENTAS DE MEJORA CONTINUA.....	30
6.3.1	<i>LUP – Lección de un punto</i>	30
6.3.2	<i>ESTANDARIZACION DE PROCESOS SOPs</i>	31
6.3.3	<i>Metodología SMED</i>	33
6.3.4	<i>ADOPCION DE METODOLOGIA 5S</i>	36
7	MARCO METODOLÓGICO	38
7.1	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	38
7.1.1	<i>Tipo de investigación</i>	39
7.1.2	<i>Fuentes de obtención de la información</i>	39
7.1.3	<i>Herramientas para la investigación</i>	40
7.1.4	<i>Metodología de la información</i>	44
8	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	45
8.1	ESTABLECER EL NIVEL DE MADUREZ DEL PROCESO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE MAXIRICOS SAS.....	45
8.1.1	<i>Formatos de gestión Maxiricos SAS</i>	46
8.1.2	<i>Desarrollo de plantilla auditoria universidad de Talca</i>	50
8.2	OPORTUNIDADES DE MEJORA EXISTENTES EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	55
8.3	ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA GESTIÓN DENTRO DE LA COMPAÑÍA	65

8.3.1	<i>Propuesta estrategia mantenimiento 8 pasos de mejora continua</i>	65
8.3.2	<i>Capacitación del personal técnico y operativo</i>	71
8.3.3	<i>Presupuesto de reparaciones críticas para los equipos</i>	72
8.3.4	<i>Recopilación de información técnica de los equipos y homologación de repuestos</i> ...	72
8.3.5	<i>Cronograma de implementación</i>	73
8.3.6	<i>Evaluación financiera de la propuesta</i>	74
8.3.7	<i>Departamento de mantenimiento y activos fijos</i>	74
8.3.8	<i>Herramienta y Equipos</i>	75
8.3.9	<i>Costo Nómina de Mantenimiento</i>	76
8.3.10	<i>Taller de Mantenimiento</i>	77
8.3.11	<i>Costo de operación de la máquina</i>	78
8.3.12	<i>Inversión total de la propuesta</i>	80
8.3.13	<i>Análisis de costo beneficio</i>	81
9	IMPACTOS ESPERADOS / GENERADOS	82
9.1	IMPACTOS ESPERADOS	82
9.2	IMPACTOS ALCANZADOS.....	82
9.3	DISCUSIÓN.....	83
9.4	GESTIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO.....	84
10	CONCLUSIONES	85
11	RECOMENDACIONES	85
12	BIBLIOGRAFÍA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

LISTA DE FIGURAS.

FIGURA 1. 8 FASES DE MANTENIMIENTO. ECCI 23

FIGURA 2. PREGUNTA 1 CATEGORÍA C, PLANTILLA DE AUDITORÍA Y EVALUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE TALCA. EJEMPLO DE DILIGENCIAMIENTO 42

FIGURA 3. EJEMPLO DE VISUALIZACIÓN RESULTADO DE PLANTILLA DE AUDITORÍA Y EVALUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE TALCA. 43

FIGURA 4.. FORMATO ORDEN DE MANTENIMIENTO- MAXIRICOS S.A.S. 47

FIGURA 5. BITÁCORA DE DIARIO, TÉCNICOS MTTO – MAXIRICOS S.A.S 47

FIGURA 6. FORMATO DE TIEMPO DE PARO..... 48

FIGURA 7. MANUAL DE MAQUINAS. 49

FIGURA 8. CUESTIONARIO DE LOS EQUIPOS. 50

FIGURA 9. CUESTIONARIO DE CUANTIFICACIÓN DEL MANEJO DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS. 51

FIGURA 10. CUESTIONARIO DEL ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL. 52

FIGURA 11. CUESTIONARIO DE MANEJO DE COSTOS. 53

FIGURA 12. CUESTIONARIO DE LA EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO. 54

FIGURA 13. PLANTILLA DE LA UNIVERSIDAD DE TALCA, RESUMEN DE AUDITORÍA. 56

FIGURA 14. GRAFICA DE RESULTADOS MANEJO DE LA INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS. 61

FIGURA 15. GRAFICA DEL ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL. 62

FIGURA 16. GRAFICA DE MANEJO DE COSTO. 63

FIGURA 16. GRAFICA DE LA EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL. 64

FIGURA 1. 8 FASES DE MANTENIMIENTO. ECCI 66

FIGURA 17. TAXONOMÍA DE ACTIVOS..... 67

FIGURA 18. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS 8 PILARES EN FASES. 73

TABLA 1. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO. 75

TABLA 2. EQUIPO Y HERRAMIENTAS FASE II..... 76

TABLA 3. NOMINA	77
TABLA 4. TALLER DE MANTENIMIENTO.....	77
TABLA 5. COSTO DE LA INFRAESTRUCTURA.	78
TABLA 6. TABLA DE COSTOS OPERACIONALES DE LAS MAQUINAS.....	79
TABLA 7. COSTOS DE POSESIÓN.....	80
TABLA 8. TOTAL, INVERSIÓN PROPUESTA	80
TABLA 9. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	81

Introducción

La correcta gestión de mantenimiento y su operación es la mejor manera para sacar provecho al engranaje productivo de cualquier tipo de empresa, las diferentes estrategias de mantenimiento deberán ser las adecuadas para el tipo de empresa, servicio y demás condiciones especiales de operación; es por eso por lo que toma relevancia una correcta gestión.

Las industrias manufactureras de Colombia son las mejores candidatas para aplicación de estrategias y metodologías que aseguren un exitoso proceso productivo, entre esas estrategias la que cobra mayor relevancia es el TPM, mantenimiento productivo total o también llamado manufactura perfecta total; en estas industrias es donde se logra tener mayor porcentaje de éxito en la aplicación de esta estrategia, sin embargo, no en todos los casos, para algunas pequeñas y medianas industrias la estrategia convencional es la mejor opción.

En este documento se revisará la estrategia de mantenimiento para la empresa Maxiricos S.A.S, empresa dedicada a la fabricación y venta de embutidos, esta clasifica en la familia de empresas de alimentos; está ubicada en la ciudad de Medellín departamento de

Antioquia, la cual cuenta con equipos de buena calidad, pero lastimosamente no tuvo buen proceso de comisionamiento y recepción de activos una vez llegados los equipos a la compañía. A pesar de que los equipos son los más indicados para la elaboración del producto, muestran brechas en el desarrollo de una correcta estrategia de mantenimiento.

Se realizará el estudio actual de las condiciones de mantenimiento, manejo de recurso económico, recurso humano, manejo de refacciones, instalaciones, entre otros; se utilizará la plantilla de consultoría y evaluación de la universidad de Talca la cual es un diseño estándar que se presta para evaluar las condiciones actuales del sistema de gestión de mantenimiento y sus operaciones, a seguir se estará apoyado en las principales metodologías de primer nivel de implementación como lo son los 8 pilares de mantenimiento, el mantenimiento preventivo, la estandarización de maquinas y todos sus componentes que le presenten como taxonomía, planimetría, backups de programación, listado de repuestos críticos e historial de vida de la misma.

Con esta recopilación de datos se lograría dar un inicio a la selección de las mejores propuestas de implementación para el manejo operacional del mantenimiento de una manera asertiva que lleve por el mejor camino y el desarrollo efectivo en corto, mediano y largo plazo.

También se tendrá en cuenta y muy bien detallado todos los datos administrativos y de costos, recalcando las falencias de procesos como la falta en insumos materiales (herramientas, repuestos) y principalmente la carencia que se pueda encontrar el aspecto técnico-humano con respecto a la cantidad solicitada por la operación y al tipo de conocimiento técnico para el buen desarrollo de esta.

Con base a esta información se espera alcanzar un diagnóstico en los aspectos críticos de cada activo (maquinas), el manejo de la información que se tenga, diagnósticos

de los mantenimientos actuales, los manejos de costos, la efectividad de los mantenimientos desarrollados al día presente y poder dar la mejor reacción directa sobre los objetivos en definición, estrategias y responsabilidades de mantenimiento, la clasificación de los equipos en función de importancia en el proceso de producción, el estudio de las debilidades de alto impacto, el desarrollo de una programación asertiva de mantenimiento y la efectividad en la asignación de recursos, el estudio del tiempo de uso y el posible cambio de equipos, inicio del sistema de mejora continua y migración hacia nuevas tecnologías, la adecuada capacitación del personal técnico y operativo, el desarrollo de un adecuado presupuesto económico, y la obtención de todo el historial de la maquinaria principal incluyendo el desarrollo óptimo del listado de repuestos críticos, así se obtendría las mejores condiciones para dar inicio a la implementación adecuada de la gestión operacional en el sistema de mantenimiento.

Resumen

El presente documento mostrará el proceso de auditoría realizado a la empresa Maxiricos S.A.S, empresa dedicada a la fabricación de embutidos ubicada en la ciudad de Medellín. Se utilizó la plantilla de auditoría de la universidad de Talca, luego de recopilada la información se encontraron deficiencias en todo nivel de gestión referente a los activos teniendo calificación regular en la mayoría de las categorías.

El proceso de auditoría desencadenó una propuesta que se especificó en el presente documento, en el cual se propone a la empresa Maxiricos S.A.S lleve su estrategia de mantenimiento basada en 8 pasos. Se propone este manejo por ser de fácil implementación

y sencilla de controlar; en el análisis de información se determinó que la compañía tendrá buenos resultados en caso de implementar la propuesta tal como está descrita.

Palabras Clave: TPM, Mantenimiento productivo total, Indicadores, gestión, mantenimiento, mejora, auditoria, taxonomía.

Abstract

This document will show the audit process carried out on the company Maxiricos S.A.S, a company dedicated to the manufacture of sausages located in the city of Medellín. The audit template of the University of Talca was used, after compiling the information, deficiencies were found at all levels of management regarding the assets, taking into account the regular rating in most of the categories.

The audit process triggered a proposal that is documented in this document, in which it is proposed to the company Maxiricos S.A.S that carries its maintenance strategy based on 8 steps. This management is proposed because it is easy to implement and simple to control; The information analysis determines that the company is not ready to implement TPM.

The current study of the maintenance conditions, management of economic resources, human resources, management of spare parts, facilities, among others, will be carried out; The consulting and evaluation template of the University of Talca will be used, which is a standard design that lends itself to evaluate the current conditions of the maintenance management system and its operations, to continue it will be supported by the main first-level methodologies of implementation such as the 8 pillars of maintenance,

preventive maintenance, standardization of machines and all its components that are presented to you as taxonomy, planimetry, programming backups, list of critical spare parts and life history of the same.

With this data collection, it would be possible to start the selection of the best implementation proposals for the operational management of maintenance in an assertive way that leads to the best path and effective development in the short, medium and long term.

All administrative and cost data will also be taken into account and very detailed, emphasizing the shortcomings of processes such as the lack of material inputs (tools, spare parts) and mainly the lack that can be found in the technical-human aspect with respect to the amount requested by the operation and the type of technical knowledge for its proper development.

Based on this information, it is expected to reach a diagnosis on the criticality of the equipment, the management of the information that is available, diagnoses of current maintenance, cost management, the effectiveness of the maintenance developed to date and to be able to give the best action focused on the definition of maintenance objectives, strategies and responsibilities, the prioritization of the teams according to the importance of their function, the analysis of high-impact weak points, the adequate maintenance programming and its optimization in the assignment of resources, the analysis of the life cycle and the possible renewal of the equipment, implementation of the process of continuous improvement and adoption of new technologies, the adequate training of the technical and operational personnel, the development of an adequate economic budget, and the obtaining of of all the history of the main machinery including the optimal development

of the list of critical spare parts Thus, the best conditions would be obtained to start the proper implementation of operational management in the maintenance system.

Keywords: TPM, total productive maintenance, indicators, management, maintenance, improvement, audit, taxonomy.

1 Título del proyecto

Propuesta para el mejoramiento de la gestión del Mantenimiento, Caso de estudio:
Maxiricos SAS

2 Descripción del problema

2.1 Descripción del problema

En la actualidad la empresa Maxiricos SAS posee un entorno complicado con el manejo de sus activos enfocado hacia el área de mantenimiento, ya que no cuenta con un programa de mantenimiento estandarizado que le permita mejorar la eficiencia de sus procesos. Así mismo se nota bastante deficiencia en la base de datos en la cual consignan información referente al mantenimiento y producción; las máquinas de producción son las adecuadas para el proceso y cuentan con tecnología actualizada, durante su adquisición y comisionamiento no hubo un adecuado manejo de la información dejando a Maxiricos S.A.S sin manuales de operación, manuales de repuestos críticos y planes de mantenimiento adecuados, esto ha llevado a un deterioro progresivo de los activos. Otro de los elementos relacionados con las fallas de los activos es que no se cuenta con mano de obra calificada en el área electromecánica y automatización, esto genera un sobrecosto por

subcontratación y la inducción de fallas por parte de los técnicos que no tienen un conocimiento adecuado.

2.2 Planteamiento del problema

¿De qué forma un proceso de consultoría puede contribuir a mejorar la gestión de mantenimiento en la empresa Maxiricos?

2.3 Sistematización del problema

¿Cuál es el nivel de madurez en el proceso de gestión de mantenimiento de Maxiricos SAS?

¿Cómo identificar las oportunidades de mejora existentes en la gestión de mantenimiento de la empresa Maxiricos SAS?

¿Qué estrategias se deben aplicar para mejorar la gestión dentro de la compañía?

3 Objetivos de la investigación

3.1 Objetivo General

Realizar una propuesta de gestión para el departamento de mantenimiento analizando el estado actual y oportunidades de mejora vistas en un proceso de consultoría.

3.2 Objetivos específicos

- Establecer el nivel de madurez del proceso de gestión de mantenimiento de Maxiricos SAS
- Identificar toda mejora que se pueda implementar en el área de mantenimiento de la empresa Maxiricos SAS
- Definir las estrategias a aplicar para mejorar la gestión dentro de la compañía

4 Justificación y delimitación de la investigación

4.1 Justificación

Se desarrolla este proceso investigativo y propositivo para ayudar a mejorar el manejo del departamento de mantenimiento de la empresa Maxiricos SAS la cual atraviesa problemas con este departamento alterando el correcto funcionamiento del área de producción.

Se pretende hacer un levantamiento general de información en busca de faltantes claves que puedan generar mejoras en la estrategia de mantenimiento entre los que se encuentran, fichas técnicas, listado de repuestos críticos, plan de MRP para repuestos estratégicos, análisis de fallas recurrentes, entre otros

4.2 Delimitación

El desarrollo de la auditoria se llevaría a cabo en la empresa Maxiricos SAS, empresa ubicada en la ciudad de Medellín, se aplicará la plantilla de consultoría y evaluación de la universidad de Talca para hallar un diagnóstico previo de la situación del área de mantenimiento de la empresa. Esta plantilla tiene ítems explícitos relacionados con

el manejo del mantenimiento, así como también tiene en cuenta de todo el entorno administrativo del mantenimiento entre los cuales está el recurso humano, manejo de instalaciones para mantenimiento, presupuesto entre otros. Todo el proceso se llevará a cabo de manera remota accediendo a los documentos por medio del acceso de Juan Carlos Sánchez, quien cuenta con acceso a Maxiricos S.A.S

Se evaluará la situación actual dando prioridad al manejo de la estrategia del mantenimiento, no se analizarán procesos de producción, manejo de órdenes de producción, salarios del personal de mantenimiento y producción no serán evaluados, tampoco se planteará proceso de recambio de activos, matriz de riesgos de la compañía no será evaluada para ningún proceso dentro de la propuesta que se va a implementar.

4.3 Limitaciones

El documento dará indicaciones de manejo de mantenimiento electro mecánico, no se dará indicaciones de gestión frente al mantenimiento locativo, automotriz así como tampoco se evaluarán por menores económicos de la empresa.

El manejo de la auditoría a distancia por medios virtuales hace que sea más difícil la comprensión total de la situación actual del área de mantenimiento, Maxiricos está ubicada en la ciudad de Medellín Colombia, uno de los integrantes del grupo labora en la empresa, mientras que los otros 2 integrantes están en la ciudad de Bogotá. Sin dudas la comunicación no es igual de fluida como si estuvieran interactuando presencialmente en un aula de clase.

5 Marco conceptual

5.1 Estado del arte

Como comparativa y similitud del tema en cuestión se realizará resumen de lo descrito en el siguiente artículo

5.1.1 *Estado del arte internacional*

En el año 2013 (P.Viveros, R.Sstegmaier, F.Kristjampoller 2013). Desarrollaron el artículo **Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo.** (P.Viveros, R.Sstegmaier, F.Kristjampoller 2013). El aporte visto en el artículo es muy similar al planteado en el presente documento, los autores chilenos de la universidad de Valparaíso plantean la mejora del modelo de mantenimiento basado en 7 pasos los cuales buscan alinear objetivamente a todas las áreas de la compañía así como también, enfocar el manejo del mantenimiento de una manera sencilla que garantice el buen funcionamiento del mantenimiento y teniendo foco en la mejora continua.

Para el caso de Maxiricos S.A.S, se tiene el mismo enfoque, en el cual se espera lograr cambio en el desarrollo del manejo del área del mantenimiento de la compañía, pero dejando para una segunda etapa las herramientas de mejora continua planteadas en el documento que se tiene en comparación.

Por su parte el autor (C.Sagnier. 2018) ha escrito el artículo **Métodos de mantenimiento: 8 técnicas que conocer.** (C.Sagnier. 2018). Autora francesa que marca guía para aquellas empresas a las cuales se les dificulta el manejo práctico del

mantenimiento, la autora describe 8 pasos para lograr, que concuerdan con los mismos propuestos en el presente documento, se nota la fiabilidad de los 8 pasos para tener el departamento de mantenimiento bajo control; este es el mismo concepto que se propone para Maxiricos S.A.S, que con la implementación de las 8 fases se tendrá un cambio total en el manejo de mantenimiento.

“Es absolutamente necesario que el jefe de mantenimiento piense que su empresa es un caso extraordinariamente particular y que no va recibir una receta particular, y que no va a recibir una “receta milagrosa “y única de uno de estos teóricos de mantenimiento” (Francisco J, *Mantenimiento Industrial Avanzado*, 2005), con la calidad del mantenimiento que se lleva en la empresa ya que, con los cambios se está colocando un desafío máximo de las actitudes y capacidades de las ramas de la industria. Las personas del área de mantenimiento están obligados a cambiar su forma de pensar y actuar enfocados en gestionar y gerenciar. (Altamirado R. *Mantenimiento concentrado en la confiabilidad*).

La metodología propuesta para el desarrollo del plan de mantenimiento es enfocado en RCM, *Reality centred Maintenance*, Esta técnica es de las más fiables entre varias posibles para implementar un plan de mantenimiento, representando ventajas importantes en comparación con las demás. (Santiago G, *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*, 2010)

Siendo uno de los artículos más antiguos de este compilado tenemos el documento

Funciones de los activos fijos en RCM

“la definición de una función constante de un verbo, un objeto y el estándar de funcionamiento deseado por el usuario” Reliability Centered Maintenance Second Edition 2 by Moubray, John (1997)

El objetivo del mantenimiento radica en garantizar que los bienes físicos se conserven desarrollando la función que sus usuarios necesitan, donde su capacidad debería determinarse mediante un patrón minúsculo de funcionamiento. La idea principal es que los activos trabajen con un rendimiento mínimo en su funcionamiento por un tiempo indefinido. (Reliability Centerd Maintenance RCM II, John M).

Uno de las estrategias de mantenimiento más exitosas es resumida en el artículo **Metodología de Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos.** (Omar C, Guilibaldo T, Miguel T, Rene T, 2009) antes de aplicar el RCM, se sugiere una recopilación de toda la información del activo requerida con un previo análisis de la información, implantando su taxonomía y analizando su contexto operativo

Cuando aún no se contaba con internet, fue escrito **Administración moderna de mantenimiento** (Laurival T, 1980) la gerencia debe determinar la mejor elección que cumpla a cabalidad las necesidades puntuales identificadas, realizando un análisis profundo de las posibles consecuencias con su adquisición y no solo basados en demostraciones realizadas.

La revista Integra Markets deja un artículo llamado **Gestión de equipos (IntegraMarkets)**, es muy importante conocer claramente todo el historial del equipo desde su ingreso a las instalaciones, hasta el fin de su ciclo productivo, teniendo todos los registros de las tareas y cambios realizados en cada equipo; todo equipo debe de tener su método de identificación el cual garantice un código que lo haga único, y que a la vez lo enlace a familiares con características similares, es casi aplicable en totalidad para el

sistema de gestión de mantenimiento de Maxiricos al tratarse de un esquema de manejo de activos en líneas de producción manufactureras.

En la empresa es importante tener un inventario, ya que, con este, se tiene una organización con respecto a los activos fijos o los de rotación, que en el área de mantenimiento se encuentran en grandes cantidades ya que muchas de estas son para uso constante, y esto conlleva a un desgaste el cual mejora o da una vida útil más larga para la máquina.

Dando por finalizado este numeral **Mantenimiento preventivo**, (Enrique M, 2011), habla de la realidad preventiva, su resultante mediante el análisis son variedad de localizaciones de riesgo, de manera que sea viable su valoración por procedimientos generales, y dado esto, se deben de tener en consideración, brindando de una herramienta para la identificación asertiva de las deficiencias.

5.1.2 Estado del arte nacional

Desde la universidad EAFIT en Medellín, se escribe el documento **Plan de mejoras de mantenimiento para una empresa del sector de materiales compuestos, (C.Botero 2011)**. Es un documento bastante robusto respecto a las características que deberá tener un departamento de mantenimiento describiendo con claridad el manejo integral de esta dependencia dentro de la compañía, este documento tiene similitudes muy cercanas con el presente documento en el cual se quiere argumentar la necesidad de cambio para Maxiricos S.A.S, evidenciando las falencias y finalmente ser guía para implementar los 8 pasos para un mantenimiento controlado en la compañía.

El Venezolano (**Francisco R, 2001**) ha netregado un aporte como documento de grado llamado **Nuevas organizaciones del mantenimiento y la producción.** Como fenómeno general y complejo, la automatización y complejidad y de gestión en las líneas de producción, ha cambiado el paisaje industrial tradicional y, por consiguiente, ha cambiado las formas de trabajo y de pensar, se a apreciado, incluso a un nivel de taller como un choque de tecnología bastante duro, pues se trata de un cambia a largo plazo, que requiere un tiempo de adaptación, obligándonos a cambiar las organizaciones y las tareas asignadas a los profesionales de las distintas funciones relacionadas con la producción.

Nuevamente desde la universidad EAFIT **Enfoque hacia la organización táctica de mantenimiento. (Luis A. 2008)**, una vez la empresa alcance la madures para el manejo real y conceptual de las acciones posibles de mantenimiento, empiezan a adaptar una estructura para el desarrollo secuencial, lógico y organizacional del conjunto de acciones de mantenimiento que aplican. Con el fin gestar y operar el mantenimiento bajo un sistema.

Ana Maria Sanchez dese la universidad Católica de Bogota Colombia aporto el documento **Técnicas de mantenimiento predictivo. Metodología de aplicación en las organizaciones.** (Ana M, 2017) los trabajos de mantenimiento se llevan a cabo para mantener el valor de los activos, por eso se hace necesario que existan planificación del mantenimiento que propone la eficiencia de las máquinas, el correcto funcionamiento del sistema productivo, además de verificar la vida útil de las máquinas, sabiendo que la primera etapa fue antes de los años cincuenta en la cual el mantenimiento era reactivo, la segunda se trataba de planear los seguimientos como actividades complementarias.

6 Marco teórico

En este trabajo se realizará el enfoque principal en la aplicación de la gestión, análisis y implementación de un modelo de gestión de mantenimiento MGM, en donde el método de jerarquización de activos, basados en la criticidad y breves conceptos básicos generaran una mejor implementación del área de mantenimiento.

Para toda empresa es muy importante poder satisfacer la necesidad de aumentar los niveles de productividad y poder controlar la fase de mantenimiento con una gestión que genere confiabilidad al proceso y con esto, un buen producto al cliente final.

6.1.1 Generalidades de mantenimiento

El mantenimiento es un conjunto de acciones que buscan mantener en las mismas condiciones de diseño a un activo. De este concepto se desprenden diferentes modelos, metodologías y sistemas que llevan al mismo objetivo, esta actividad ha cambiado durante el último siglo con estas diferentes generaciones.

6.1.2 Primera Generación.

Anzola (1992). En este se nota una programación nula frente a la coordinación de actividades, pese a que en la segunda guerra mundial se tenía poca existencia de máquinas con mecanismos complejos y al contrario era sobredimensionadas y esto ocasiona que la alta gerencia le diera poca prioridad, ya que, con lubricación, limpieza y un servicio general.

6.1.3 Segunda Generación.

En Anzola (1992).la Segunda Guerra mundial se empezaron a tener una alta demanda con respecto a los bienes y esto condujo a una nueva forma de producción en los años 50 's en donde hubo aumento de personal productivo, mejoramiento y aumento de maquinaria para poder cumplir con lo exigido. En las empresas se presentaba ya con mayor cantidad el paro de maquinaria en momentos de producción, por esta razón se empezó a indagar en prevenir los daños y dar con prioridad un plan de mantenimiento preventivo.

En la época de los sesentas esta consiste en reparaciones mayores a intervalos regulares prefijados

6.1.4 Tercera Generación.

Anzola (1992) . En los años setenta la industria ha acelerado su proceso al cambio con más velocidad. Clasificando estos cambios en tres nuevas bases: expectativas, técnicas e investigaciones. Los tiempos de paro de las maquinas siempre tendrán afectaciones en el proceso de producción mediante sus activos físicos creando reducciones en el producto final, se incrementan los costos de operación e interfiriendo con los compromisos hacia el cliente. En las industrias de minería, transporte y manufactura en mediados de los años sesenta y setenta esta situación ya era un tema principal de preocupación general. En la manufactura los efectos del tiempo de parada de máquina fueron agravados por la tendencia mundial hacia sistemas "just-in-time", donde los reducidos inventarios de material en proceso hacen que una pequeña falla en un equipo probablemente hiciera parar toda la planta. Actualmente el crecimiento en la mecanización y la automatización han tomado a la

confiabilidad y a la disponibilidad en factores clave en sectores tan diversos como el cuidado de la salud, el procesamiento de datos, las telecomunicaciones, la administración de edificios y el manejo de las organizaciones.

6.2 Gestión de Mantenimiento

Valuekeep. La gestión de mantenimiento se precisa como el desarrollo del mantenimiento de los activos y los recursos que una empresa tiene priorizado en controlar los costes, tiempos, recursos y en asegurar la ejecución de su normatividad, esto implica la supervisión de las máquinas, herramientas e instalaciones de la compañía

Entre las actividades a tener en cuenta en el área de mantenimiento se encuentra:

- Tener un control de prioridades y cuantía de los activos de la empresa.
- Tener hojas de vida al día de equipos y demás elementos importantes de la empresa.
- controlar y manejar de manera coordinada la verificación de equipos.
- Sostener, arreglar y verificar los equipos e instalaciones.
- modificar, instalar y remover.

Basados en 8 fases del modelo de la gestión de mantenimiento enfocados en mejora continua, estas fases se clasifican las que son eficaces, eficientes, las de evaluación y mejora (Figura.1). La siguiente figura muestra esquemáticamente cada fase del mantenimiento.

figura 1. 8 fases de mantenimiento. ECCI



Reproducida de contenido multimedia clase Investigación II – Bogotá Colombia Universidad ECCI 2021

6.2.1.1 Definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento.

Esta fase es el inicio del control e implementación de la gestión de mantenimiento, en ella recae los objetivos de los que se va a enfocar el documento, teniendo en cuenta estrategias que generen resultados positivos, en estos documentos va a estar ilustrado lo que es la conformación del departamento, responsables del área y los generaran el apoyo y cumplimiento a los mismos.

Las 8 fases de mejora continua buscan dar un enfoque general de lo más importante que debe tener un departamento de mantenimiento. Entre algunos objetivos se encuentra: Mejora de fiabilidad en las instalaciones disminución de paradas en planta por averías imprevistas, que impidan cumplir con los planes de producción, también se encuentra la

estrategia de aumentar la disponibilidad en las máquinas de producción, así como, disminuir costes de mantenimiento.

6.2.2 *Objetivos de mantenimiento*

Pero de esta misma manera tiene unos objetivos claros y puntuales que mejoraran de manera satisfactoria la gestión del mantenimiento. (principio de mantenimiento, energiza)

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, la fallas sobre los bienes de la central o instalación.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se logren evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paro de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad de las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente lucro cesante.
- Alcanzar y prolongar la vida útil de los bienes.

6.2.3 *Tiempo medio entre fallas*

Es uno de los indicadores más importantes para medir la efectividad del mantenimiento, consiste en medir el promedio entre la ocurrencia de una falla y otra; es

llamado MTBF, las cuales son siglas en ingles Mean Time Between Failures se calcula de la siguiente manera.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total de mantenimiento}}{\textit{Número de reparaciones}}$$

6.2.4 FODA

6.2.4.1 ANALISIS INTERNO

DEBILIDADES: Se requiere capacitaciones a empleados con respecto a mantenimiento y operación maquinaria.

- No se puede sustentar el personal necesario o calificado para cubrir la necesidad de la empresa, por bajo ingreso de ganancia.
- Las maquinas en operación de producción, no llevan el consecutivo de intervención del personal calificado que garantiza una buena ejecución de la tarea.

FORTALEZAS: Con la adquisición de maquinaria más actual, la empresa brinda estabilidad física de operación con respaldo de garantía de adquisición.

- La motivación de los empleados hacia la implementación del área de mantenimiento genera expectativas positivas en el sector de producción.
- La alta dirección de la empresa y las áreas encargadas trabajan en equipo para lograr objetivos en común.

6.2.4.2 ANALISI EXTERNO

OPORTUNIDADES: Crear el área de mantenimiento genera mejoras continuas según la necesidad de la empresa.

- Capacitación de entidades externas para lograr cumplir los objetivos con respecto al mantenimiento y estabilidad de las maquinas, logrando una producción más estable.
- Garantizar una calidad más amplia con respecto a la competencia.

AMENAZAS: la no aplicación del área de mantenimiento en la empresa puede generar inconformidades por parte de los empleados, por tareas que no corresponde al área en el que se encuentran.

- Pandemias o inconformidades sociales como manifestaciones etc..., que demoren la implementación del área de mantenimiento.

6.2.5 Estrategias de Mantenimiento

“Una estrategia de mantenimiento es la decisión que adoptan los responsables de la gestión de una planta para dirigir su mantenimiento, haciendo que un grupo de tareas sean la base de la actividad de mantenimiento, y el resto de tareas estén supeditadas a ese conjunto básico de actividades. Existen al menos cinco estrategias de mantenimiento”.

(Renovetec, Especial Mantenimiento, 2015).

En las empresas se encuentra diferentes tipos de acciones frente al área de mantenimiento, aplicando estrategias en donde los correctivos ocupan la mayoría de las actividades y las preventivas son en segundo plano, otras empresas generan una mayor aplicación por medio de planes de acción a las condicionales y predictivas, siendo las de

carácter correctivo minorías. Como tercera están las empresas que requiere una revisión sistemática para que se apliquen las tareas condicionadas y las fallas sean un efecto no deseado.

De acuerdo a las políticas de la empresa se puede tomar estrategias para el mejoramiento o simplemente para la aplicación de una estrategia de mantenimiento.

6.2.5.1 Estrategia correctiva

En la que la reparación de averías es la principal base del mantenimiento, se reactiva la solución de la falla tan pronto se llega a la misma, generalmente se utiliza para componentes electrónicos a los cuales se dificulta bastante la visual del fin de vida útil.

6.2.5.2 Estrategia Sistemática:

En la que el mantenimiento se basa en la realización de intervenciones programadas durante todo el año en cada uno de los equipos que componen la instalación. Es básicamente realizar preventivos periódicos al activo, esta se vuelve como frecuencia fija haciendo siempre las mismas actividades.

6.2.5.3 Estrategia condicional

En la que la realización de pruebas y observaciones determinadas dirigen la actividad de mantenimiento, es decir, se realizaran actividades según condiciones detectadas en observaciones y seguimiento. Con esta estrategia se busca dar media disponibilidad al activo para la generación del activo.

6.2.5.4 Estrategia de alta disponibilidad

En la que se busca tener operativa la instalación para producir el máximo tiempo posible, y, por tanto, las tareas de mantenimiento han de agruparse necesariamente en unos periodos de tiempo muy determinados, con poca afección a la producción. Es una de las más adecuadas cuando se trata de empresas manufactureras, la alta planificación de actividades hace que el activo tenga paradas programadas provechosas en los que el equipo mantiene en optimas condiciones respondiendo a las necesidades de producción.

6.2.5.5 Estrategia de alta disponibilidad y fiabilidad

En la que no solo se confía el buen estado de la instalación a la realización de tareas de mantenimiento, sino que es necesario aplicar otras técnicas en otros campos (la ingeniería, el análisis de averías, etc.) para garantizar simultáneamente una alta disponibilidad y una alta fiabilidad de las previsiones de producción. Las herramientas de RCA cobran importancia en este tipo de estrategias que busca cero repeticiones de eventos improductivos.

6.2.5.6 Mejoramiento

El mejoramiento también es tomado como una estrategia de mantenimiento que pocas empresas aplican pero no debe ser la única estrategia de mantenimiento sin tener una que este siempre latente en el día a día; antes de migrar a otra etapa de mejoramiento de

estrategia de mantenimiento; generalmente la mejor estrategia para mejorar el manejo de un activo es el RCM

6.2.6 Conceptos generales de la metodología RCM

El método de optimización de planes de mantenimiento denominado: Mantenimiento Centrado en Fiabilidad, conocido comúnmente por sus siglas en inglés “RCM: Reliability Centered Maintenance”, se originó hacia el final de la década de los años 60, en un esfuerzo conjunto del gobierno y la industria aeronáutica norteamericana, a fin de establecer un proceso lógico y diseñar actividades de mantenimiento apropiadas con frecuencias óptimas para estas actividades, para atender el advenimiento de nuevas aeronaves de mayor tamaño, capacidad y complejidad, así como el crecimiento del parque aéreo. (Sergio I. Erazo, Raúl L. Castillo, Carlos A. Abrego). Se logra revisando a detalle los modos de falla y sus consecuencias para así tener claridad en que se debe hacer para evitar que cada uno de esos modos de falla se materialicen

6.3 Herramientas de mejora continua

6.3.1 LUP – Lección de un punto

La LUP (Lección de Un Punto), es un instrumento de comunicación que se utilizara para plasmar y transmitir los conocimientos y las habilidades simples de los procesos que relacionen a mantenimiento con su entorno de producción de una manera poco compleja

siendo revisados y aprobados por el personal indicado, siendo de vital apoyo a planes complejos de estandarización. Una buena LUP debe en esencia permitir un aprendizaje fácil, claro y preciso.

Se utilizará este instrumento como apoyo al desarrollo de formación de temas simples pero eficientes en el mantenimiento de las maquinas tanto para personal técnico nuevo como para personal operativo que dará un manejo adecuado y la primera alarma de inconformidades o anomalías.

Un ejemplo adecuado y eficiente es la identificación por medio de una LUP de los interruptores principales de cada maquina y como identificar un disparo de protección de los mismos, este tipo de apoyo plasmados dan rapidez y eficiencia tanto a mantenimiento como alarma de primera mano por parte del operador.

El anterior es uno de los innumerables ejemplos del conocimiento susceptible de ser transferido por medio de una LUP, incluso compañías van más allá en su utilización, de tal forma que es común que la LUP sea un requisito ineludible de un Plan de Acción, luego de detectar una no conformidad, o sufrir un incidente o accidente laboral. Su uso es sin lugar a duda ilimitado.

6.3.2 ESTANDARIZACION DE PROCESOS SOPs

La estandarización de un proceso es garantizar que su desarrollo sea de una manera repetitiva donde las áreas que participen puedan brindar la calidad en los productos y servicios de la misma manera a sus clientes. Un proceso estandarizado trae varios factores de beneficio como los son la conservación del conocimiento dentro del proceso, garantía de los métodos del desarrollo el trabajo, la facilidad de aprendizaje en las capacitaciones del

personal, el ahorro de tiempo y costos en la operación y un sinnúmero de aportes los cuales nos llevan a tener la capacidad de medir desempeño y cuantificar resultados, a su vez la mejora continua y la minimización de errores en las operaciones. La estandarización es la mejora de algo y en su proceso y/o procedimiento nos permite su modificación continua para la mejora y así poder garantizar mejores resultados.

De los principales beneficios que se obtiene de la estandarización es que nos ayuda al proceso de certificaciones en cualquier norma dentro de nuestro desarrollo laboral, dando un valor al sistema operativo donde se permite documentar todos los procedimientos necesarios, almacenar datos importantes y/o productos de referencia, para siempre llevar un control de lo ofrecido al cliente tanto interno como externo.

Cuando se busca la estandarización también se busca la calidad del producto o servicio, lo cual nos lleva a tener muy en cuenta varios aspectos de consistencia de un proceso como los son la conservación de calidad, repetibilidad y sostenibilidad de materiales, maquinaria, mediciones, mano de obra capacitada, métodos y procedimientos de trabajo.

Dando a conocer la necesidad de la estandarización es indispensable tener en cuenta a todos los involucrados en los procesos tanto personal de mantenimiento como operativo, para así poder llevar a cabo efectivamente la captación de toda la información, secuencias de desarrollo, tiempos de intervención y lograr el mejor desempeño en tiempo y acciones de operación innecesarias, las cuales deben de ser plasmadas y documentadas.

En la iniciativa de estandarización se consideran los siguientes pasos a seguir:

- Analizar por medio de investigación como se determina la mejor forma para alcanzar el objetivo del proceso.

- Involucrar al personal operativo.
- Documentar con todas las ayudas necesarias de manera eficiente, legible y con apoyo visual.
- Capacitación del personal
- Implementar el estándar con socialización y revisión de personal calificado.
- Revisar resultados y determinar acciones de corrección, mejora o continuidad.

La estandarización traería como beneficios una serie de parámetros que permitiría ser más competitivo, eficiente y rentable tanto en desarrollo financiero como en la calidad del producto o servicio dando la satisfacción interna y externa del cliente y llevando a cabo el registro total documentado de todo un proceso que nos da la garantía de excelencia y eficacia.

6.3.3 Metodología SMED

Es una herramienta de mejora continua la cual busca la reducción en tiempos de cambio de referencias en procesos productivos, SMED es el acrónimo en lengua inglesa de Single Minute Exchange of Die, que en español significa “cambio de matriz en menos de 10 minutos”.

Esta metodología es aplicable en cualquier industria la cual produzca diferentes referencias en una misma línea de producción o equipo, uno de los objetivos es reducir los tiempos muertos improductivos donde claramente un cambio de referencia lo es. Para un correcto análisis de como mejorar un proceso de cambio basado en SMED se recomienda seguir estos pasos.

6.3.3.1 Preparación Previa.

Consiste en hacer un trabajo investigativo en torno al proceso de producción que se quiera mejorar, en este paso se debe tener claro el tiempo de cambio actual, el tipo de producto, Layout de la línea productiva, cantidad de personal entre otros.

6.3.3.2 Analizar la actividad sobre la que se va a centrar el taller SMED.

El proceso de análisis se realiza con una cámara de video, se debe grabar todo el proceso de cambio desde una perspectiva amplia donde se noten claramente las personas que realizan la labor, los materiales utilizados, puntos de inicio y fin de cada actividad.

El proceso de análisis será revisando el video visto, tomando nota de puntos a mejorar, excesos de desplazamiento del personal, veces en que se desplazan por herramientas, redundancia de actividades etc.

6.3.3.3 Separar lo interno de lo externo.

Al tener claras las observaciones vistas en el video, se identificará cuales actividades se pueden desarrollar previo al punto de inicio del cambio total y cuales al final; un alistamiento de herramienta será una actividad externa, un traslado de pieza a sitio también lo es, mientras que un cambio de componente en máquina será una actividad interna.

6.3.3.4 Organizar actividades externas.

Es el paso donde se plasma un plan de trabajo en torno a las actividades analizadas en el paso anterior, de este saldrán claras instrucciones de en que momento inicia el alistamiento de las piezas o herramientas, quien lo realizará, como y cuando. Generalmente

este paso es una actividad táctica donde la gerencia o planeación dispondrá asignaciones de personal diferentes a las cotidianas o en algunos casos se requiere personal adicional para el exitoso desarrollo de la separación de actividades.

6.3.3.5 Convertir lo interno en externo.

Es uno de los desafíos para continuar mejorando el tiempo de cambio, consiste en definir cuales actividades se deberán convertir en externas cuando inicialmente eran internas; para este paso se tendrán desarrollos tecnológicos, incorporación de personal nuevo y transformaciones en el modelo de cambios de formato. Algunas veces requiere suministro de capital económico.

6.3.3.6 Reducir los tiempos de actividades internas.

Aquellas actividades que definitivamente se deben realizar internamente, deberán estar acompañadas de un ingrediente de mejora sustancial para que afecten lo menos posible, a medida que madura el proceso de cambio este paso tendrá mejoras en tiempo por la madurez técnica de las personas involucradas y los vigías del cambio.

6.3.3.7 Realizar el seguimiento.

Con este último paso se cierra el ciclo que tendrá retroalimentaciones permanentes, el seguimiento es la garantía de que se esta desarrollando los pasos planteados anteriormente y que las expectativas de ahorro en tiempo si se están logrando. Este paso dará direcciones distintas a los procesos de cambio de formato basados en mejora continua, siempre habrá algo que mejorar.

6.3.4 ADOPCION DE METODOLOGIA 5S

En el proceso de buscar las mejores técnicas de mantenimiento para optimizar todos los procesos que involucren tanto esta área como la relación con la parte operativa y la línea de producción debemos de tener una de las herramientas principales que puede unificar todo un ámbito industrial sin que se afecte ninguno e interrelacionen a la perfección en busca de un mismo objetivo.

Esta es la metodología de las 5S, es una técnica cuyo fin principal es llevar a tener áreas de trabajo en orden, que sean más productivos, con calidad, seguros y ergonómicos.

Su nombre proviene de cinco términos japoneses que inician con la letra “S” e interpretan las 5 guías necesarias para cambiar cualquier espacio en un espacio de trabajo de óptimas condiciones y desempeño. En resumen, se designan y aplican de la siguiente manera:

Seiri (Clasificación). Este paso nos lleva a clasificar nuestro entorno en lo que verdaderamente se necesita de lo que no sé requiere en nuestro entorno.

Seiton (Orden). Este paso de manera simplificada significa: “un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar”, y tiene como objetivo que todo sea más fácil de encontrar y poder utilizarlo.

Seiso (Limpieza). Este tercer paso nos lleva a tener una limpieza total de todos los equipos y restaurarlos de tal manera que nos den la garantía de tenerlos en completo funcionamiento y operativos.

Seiketsu (Estandarización). Este paso consiste en tener documentado todas las condiciones desarrolladas en los pasos anteriores para que sea más fácil mantener el espacio organizado y limpio en el futuro.

Shitsuke (Disciplina). El último paso es la garantía de conservar e implementar la disciplina para garantizar el desarrollo de los pasos anteriores.

El origen de la metodología 5S está relacionado con el Sistema de Producción Toyota (TPS), el sistema de producción que transformó el sector automovilístico y la gestión industrial a mediados del siglo XX. Desde su origen, esta metodología se ha expandido a una amplia variedad de sectores, hasta el punto de que puede aplicarse en cualquier empresa, incluso en áreas no industriales. Este es un recurso que sirve para complementar otras herramientas de mejora continua, que permiten a las empresas crecer y optimizar sus espacios de trabajo.

Con la implementación de una técnica o sistema como este se encuentra que está relacionado directamente con otros mencionados con anterioridad como lo es la estandarización, y así con otras más, brindando una mayor optimización de la gestión a proponer, el método 5S es una forma de crear estabilidad en un entorno de trabajo, facilitar la detección de errores y reducir el desperdicio en las operaciones tanto operativas como de mantenimiento.

La forma de aplicación de las 5S viene indicada en el propio nombre, o mejor dicho, en los 5 nombres que la componen. La secuencia de estos 5 pasos sirve como guía para la implementación y debe realizarse de esa manera.

7 Marco metodológico

7.1 Recolección de la información

Los datos recolectados para la propuesta de mejoramiento de la gestión de mantenimiento de la empresa comestibles Maxiricos se realizaron inicialmente bajo la revisión de toda la información recopilada en bitácoras de diario por parte de los técnicos, formatos de mantenimientos preventivos y paros de máquinas, llevando a cabo esta recolección de información se detalla que es insuficiente para determinar un buen desarrollo de nuestra propuesta, esta información no posee un tiempo superior a un año, donde la recolección de tiempos de paro máquina solo posee 2 meses con información incompleta y su poco detalle es una falencia, lo cual lleva a realizar un proceso de captura de información en campo, donde se realizaron pequeños cuestionarios con el personal operativo para entender su manejo y conocimiento básico técnico de la máquina.

Con el personal técnico también se realizó un acompañamiento de campo para poder plasmar los medios de realización de los mantenimientos preventivos programados y también el desarrollo de las intervenciones correctivas, otro punto de revisión fue el funcionamiento de la gestión de los repuestos y las fichas operativas para el desarrollo de los mantenimientos preventivos, también se llevó a cabo la revisión del equipamiento de los manuales de los equipos tales como: manuales de manejo operativo, eléctricos y mecánicos, taxonomía de los equipos con sus respectivas referencias de piezas y toda la información de apoyo que se pudiese encontrar.

Con base a los procedimientos desarrollados anteriormente se llevó a cabo la realización de la plantilla de la Universidad de Talca la cual nos permite tener una

visualización del estado de la gestión de mantenimiento, donde su puntaje final va del 1 al 5 y su forma de calificación puntual de cada ítem a tratar es:

- 1 = situación mala o desfavorable.
- 3 = situación regular.
- 5 = situación que cumple con su objetivo.

Después de mirar los resultados arrojados estos permiten visualizar el verdadero estado de la gestión y los factores más críticos a mejorar.

7.1.1 Tipo de investigación

El proceso de investigación será llevado a cabo bajo la recopilación información obtenida en la gestión de mantenimiento ya establecida, más la recopilación de los datos en campo y los cuestionarios realizados a toda la población implicada y necesaria para el desarrollo de esta propuesta, esto nos lleva a un enfoque de investigación cualitativo y como tipo de investigación el descriptivo.

7.1.2 Fuentes de obtención de la información

Las fuentes de información obtenidas para la realización de la propuesta la detallamos de la siguiente manera:

7.1.2.1 Fuentes primarias:

Estas fueron todos los registros obtenidos por parte de la empresa que poseen de gestión de mantenimiento establecidos, como lo son las bitácoras de diario por parte del personal técnico, formatos de paros, órdenes de mantenimiento preventivo, listado de

máquinas, archivos de manuales de máquinas y la recopilación física del trabajo de campo fueron nuestras principales ayudas de primer nivel.

7.1.2.2 Fuentes secundarias:

Como herramienta secundaria para la obtención de información desarrollamos plantilla de consultoría y evaluación de la universidad de Talca, la cual con los datos recopilados de la fuente primaria se permitió su total desarrollo y se resalta la guía académica de los 8 pilares en los Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos.

7.1.3 Herramientas para la investigación

La principal herramienta para dar el inicio a la investigación en pro del desarrollo de la propuesta fue la recopilación física de la información por parte de mantenimiento y la parte operativa de planta, seguido de la adquisición complementaria hecha en campo.

El desarrollo de la guía de la universidad de Talca para medir el estado de la gestión de mantenimiento fue fundamental, de esta parte deriva el análisis de las metodologías existentes de gestión de mantenimiento para establecer la mejor opción en la propuesta, en este proceso de investigación detallamos que la mejor metodología para nuestro entorno es la implementación de los 8 pilares del mantenimiento llevando a un enfoque de definición de los objetivos, jerarquización de los equipos, análisis de los puntos débiles en los equipos, diseño de planes de mantenimientos preventivos, programación del mantenimiento y optimización de los recursos asignados, evaluación control y ejecución del mantenimiento, análisis de ciclos de vida y cambio de equipos y el seguimiento a mejoras continuas e implementación de nuevas tecnologías.

7.1.3.1 Plantilla de auditoría y evaluación de la universidad de Talca

Como principal herramienta para el proceso de auditoría del presente documento, se utilizó la plantilla de auditoría y evaluación de la universidad de Talca. Esta plantilla es diseñada en la universidad de Talca en Chile, esta se ubica en la ciudad de Talca en la región de Maule siendo la sede principal, cuenta con 6 sedes de las cuales 4 se ubican en las ciudades Curico, Santiago, Linares, Colchagua; fue diseñada por la facultad de ingenierías y se desconoce el o los autores, esta plantilla fue publicada en el año 2014 durante el proceso de acreditación que tuvo esta institución y que desde ahí vienen renovando año tras año para los diferentes programas.

En el año 2014 la universidad publico varios artículos investigativos, tesis de grado y plantillas entre ella plantilla de auditoría y evaluación de mantenimiento.

Fue escogida como plantilla a utilizar, ya que, abarca varias características y puntos de vista que hacen ver una realidad conjunta del departamento de mantenimiento, en esta plantilla se plantean preguntas en 5 categorías donde se tienen resultados cualitativos y cuantitativos. Esta viene acompañada de gráficos para visualizar cada punto evaluativo y su calificación para facilitar su análisis, en las figuras desde la número 1 hasta la número 16 se notan las gráficas y recuadros de esta matriz. Esta es utilizada para hacer auditorias y diagnósticos en departamentos de mantenimiento de cualquier empresa, la matriz tiene aplicabilidad a cualquier estrategia de mantenimiento que se utilice y cualquier dimensión de empresa, desde grandes, medianas y pequeñas. El análisis de resultados y propuestas de mejora serán a discreción según los objetivos con los que se haya aplicado la matriz.

7.1.3.2 Instructivo de diligenciamiento plantilla de auditoría y evaluación de la universidad de Talca.

Esta plantilla se diligencia en un archivo de Excel, este archivo esta compuesto por 12 pestañas, en las primeras se encuentra el cuestionario en el cual se dará una calificación con tres posibles respuestas y las últimas representan gráficamente el resultado del cuestionario. El archivo esta alfabetizado desde A hasta F y mostrando el siguiente temario cada una:

- A. Identificación y caracterización de la empresa
- B. Criticidad de rutas de inspección (preguntas y gráfico)
- C. Manejo de la información sobre equipos (preguntas y gráfico)
- D. Estado del mantenimiento actual (preguntas y gráfico)
- E. Antecedentes de costo del mantenimiento (preguntas y gráfico)
- F. Efectividad del mantenimiento actual (preguntas y gráfico)

El cuestionario de cada grupo de preguntas tiene tres columnas como posible respuesta y dos filas; en la primera fila se muestra la calificación que se podrá dar a cada pregunta y un numero entre paréntesis, la siguiente fila tiene el espacio en blanco para que el auditor escriba el número según la calificación. Esta descripción esta escrita al principio de cada conjunto de preguntas en color rosado en el formato Excel de la plantilla.

Figura 2. Pregunta 1 categoría C, plantilla de auditoría y evaluación de la universidad de Talca. Ejemplo de diligenciamiento

C. MANEJO DE LA INFORMACIÓN SOBRE EQUIPOS

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.

C1. ¿Posee los catálogos e información técnica de todos los equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	

Reproducida de plantilla de auditoría y evaluación de la universidad de Talca.

Una vez diligenciadas las preguntas de cada categoría se podrá visualizar gráficamente el resultado de cada una, el archivo muestra el resultado individual de cada aspecto específico y el conjunto de preguntas que lo detallan en la columna 1, en la columna 2 el aspecto individual considerado, en la columna 3 el resultado cuantitativo desde 1 hasta 5 y por último en la columna 4 mostrará el resultado cualitativo con 3 posibilidades de respuesta.

En la parte superior derecha de la hoja la plantilla muestra el promedio global dando resultado cualitativo y cuantitativo.

- **Aspecto con deficiencias:** Las calificaciones que den como promedio entre 1 y 1,5. Implica que el aspecto evaluado requiere reestructuración completa.
- **Aspecto regular:** Aquellos atributos que den como resultado entre 1,6 y 3. Implica reestructuración parcial y que no todos los atributos de ese aspecto están fuera de control o mal implementados
- **Aspecto bien implementado:** Es la máxima calificación posible y abarca desde 3,1 y 5. No se requiere modificación en su gestión, se debe mantener igual.

Figura 3. Ejemplo de visualización resultado de plantilla de auditoría y evaluación de la universidad de Talca.

B. CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCION

Valor Promedio Global= 2.1

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
B1,B2,B5,B6	Sectorización de la planta	3.7	Aspecto bien implementado
B3,B4,B7,B8,B9	Criticidad de los equipos	1.7	Aspecto regular
B10,B11,B12	Dimensionamiento de los tiempos de mantenimiento	1.0	Aspecto con deficiencias

Reproducida de plantilla de auditoría y evaluación de la universidad de Talca

7.1.4 Metodología de la información

Para establecer la actualidad en el proceso de gestión del mantenimiento de Maxiricos SAS se aplicará todo el resultado obtenido por medio de la guía realizada de la Universidad de Talca que en base a la información recopilada se pudo diligenciar en su totalidad arrojando un resultado en tiempo real con una veracidad confiable.

Para identificar las oportunidades de mejora existentes en la gestión de mantenimiento de la empresa Maxiricos SAS se realizó trabajo en campo, el cual nos complementó y ayudo a visualizar la realidad del mantenimiento de la compañía, el trabajo consistió en diligenciar las preguntas de la plantilla de auditoria; este diligenciamiento lo realizo un integrante del grupo que tuvo acceso cercano a la gestión del mantenimiento de la empresa y quien laboró allí.

Para definir las estrategias a aplicar para mejorar la gestión dentro de la compañía se analizó todo el proceso de investigación gracias a toda la información recopilada dando como resultado final la propuesta de implementación del sistema de gestión de mantenimiento teniendo en cuenta 8 pilares de mantenimiento.

8 Propuesta de solución

8.1 Establecer el nivel de madurez del proceso de gestión de mantenimiento de Maxiricos SAS

Para el establecer el nivel de madurez del proceso de gestión de mantenimiento se realizó proceso de auditoria utilizando la plantilla de consultoría y evaluación de la universidad de Talca, esta plantilla evalúa 5 aspectos:

- Criticidad de equipos
- Manejo de la información
- Mantenimiento actual
- Manejo de costos
- Efectividad de mantenimiento

En cada uno se sigue un cuestionario dando respuestas a varios aspectos que tiene como respuesta si o no. El desarrollo de este cuestionario se realizó en sitio (instalaciones de Maxiricos SAS), bajo la responsabilidad de Juan Carlos Sánchez quien era el jefe de mantenimiento durante el tiempo que se desarrolló el cuestionario; así mismo se ha recopilado información referente al manejo del mantenimiento, documentos entre los que se encuentran: Formato orden de mantenimiento, formato requerimiento de materiales, información técnica de equipos, formato tiempos de paro entre otros.

Se espera tener un impacto positivo en la metodología de manejo del mantenimiento en Maxiricos SAS, donde aumentarán los costos conforme se vaya implementando la nueva área, pero esto generando indicadores de mejoramiento en la disponibilidad de los activos

productivos, que darán la posibilidad de poder aplicar tiempos más constantes a un seguimiento más oportuno de intervención.

Con la aplicación de la plantilla de la universidad de Talca, en donde se evidenciaron problemas que en su momento serán corregidos, conforme la implementación del modelo propuesto de mantenimiento en 8 pasos.

8.1.1 Formatos de gestión Maxiricos SAS

El formato de orden de mantenimiento es de los más usados en la empresa, en este se detallan actividades que deberán desarrollar los técnicos a cada uno de los equipos, tiene un encabezado de información general, descripción del equipo, listado de operaciones a desarrollar con identificación de criticidad y observaciones, al finalizar otro espacio de observaciones generales y espacio para firmas de los técnicos y el jefe de mantenimiento.

figura 4.. Formato orden de Mantenimiento- Maxiricos S.A.S.

		ORDENES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha de la rutina		Area	
Tecnico a cargo		Periodicidad:	
NOMBRE DEL EQUIPO			
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
Recomendaciones de seguridad.			
Criticidad	v	Actividad	Observaciones
3. OBSERVACIONES GENERALES			
_____ Tecnico Encargaro 1		_____ Tecnico Encargaro 2	
		_____ Jefe de mantenimiento	

Formato diligenciado por los técnicos al momento de realizar un mantenimiento preventivo.
 Tomado del sistema de gestión de mantenimiento Maxiricos SAS

A su vez el sistema de gestión contempla un formato para el seguimiento del historial de trabajo por cada técnico, el cual Maxiricos SAS lo llama bitácora.

figura 5. Bitácora de diario, técnicos mto – Maxiricos S.A.S

MAXIRICOS		HISTORIAL DIARIO DE ACTIVIDADES ASENTADAS EN LA BITACORA 2020			
Responsable	Equipo o Zona	Descripción del trabajo	FECHA	Tipo de Mtto	ESTADO
Alexandro R.	Hornos de coccion	se realiza mantenimiento a trampas de vapor, se desmontan filtros y se limpian,.	2/1/2021	preventivo	cumplido
Alexandro R.	Mezclador talca 300lt	se cambia motor de elevador	2/1/2021	correctivo	cumplido
Rafael D.	Multivac R126	Se revisa plancha a termo formadora, se adecua cableado que se encontraba pelado. Queda ok	3/1/2021	correctivo	cumplido
Rafael D.	Compresor de aire Somar	se ajusta aceite	3/1/2021	preventivo	cumplido
Rafael D.	Emulsificador Cato 75	Se calibra sistema de bombeo a emulsificador	3/1/2021	preventivo	cumplido
Alexandro R.	Malacate de empaque	Se cambia final de carrera a malacate	4/1/2021	correctivo	cumplido
Rafael D.	Multivac R105	Se revisa plancha de formado, se encuentra cable suelto en conector de plancha	5/1/2021	correctivo	cumplido
Alexandro R.	tunel de enfriamiento	se cambia cortina de termofilm en entrada	6/1/2021	preventivo	cumplido
Alexandro R.	cava mpc 1	se cambia cortina de termofilm en entrada	6/1/2021	preventivo	cumplido
Alexandro R.	caldera	se instala alarma sonora para bajo nivel de agua en la caldera	6/1/2021	Mejora	cumplido
Rafael D.	Clippeadora TT1512	Se realiza ajuste de tornilleria en general a clippeadora, se lubrica.	6/1/2021	preventivo	cumplido
Rafael D.	planta general	se realiza ruta de lubricacion a equipos en general.	6/1/2021	preventivo	cumplido
Alexandro R.	Multivac R126	Se revisa plancha de sellado, se corrige corto y queda ok	12/1/2021	correctivo	cumplido
Rafael D.	Multivac R105	Se repara barilla con soldadura inox	13/1/2021	correctivo	cumplido
Rafael D.	Horno 2	se desmonta motor#2 quemado y se instala uno de repuesto, queda ok	13/1/2021	correctivo	cumplido
Rafael D.	planta general	se realiza ruta de lubricacion a equipos en general.	14/1/2021	preventivo	cumplido
Rafael D.	Frey 222	se revisa pantalla bloqueada, se aplica limpiador de contactos y se instala mouse, no responde el tactil	15/1/2021	correctivo	cumplido
Rafael D.	separadora rex	se atiende falla por cadena reventada, se desarma y se instala	15/1/2021	correctivo	cumplido
Rafael D.	planta general	se realiza limpieza a tableros y gabinetes electricos	16/1/2021	preventivo	cumplido
Alexandro R.	Empaques	Se instala extractor sobre selladora ovelma con el fin de que evacuar el olor generado por la bolsa quemada, quedaok	17/1/2021	Mejora	cumplido
Alexandro R.	patinaje	Se instala iluminacion en zona de patinadores	17/1/2021	preventivo	cumplido
Alexandro R.	oficinas planta	se instalan acrilicos en escritorios de oficina	17/1/2021	preventivo	cumplido

Apuntes de las labores diarias de los técnicos en las intervenciones de máquinas de planta y locativos en Maxiricos S.A.S

En el formato de bitácora se registran todos los trabajos realizados por los técnicos durante su turno; este mismo es utilizado como hoja de vida de los equipos.

El siguiente formato es de tiempos de paro para mantenimiento, en él se hace seguimiento a los tiempos de paro de cada equipo, relacionando su tipo de paro, motivo del paro, tiempo de ejecución de la labor y el técnico ejecutante.

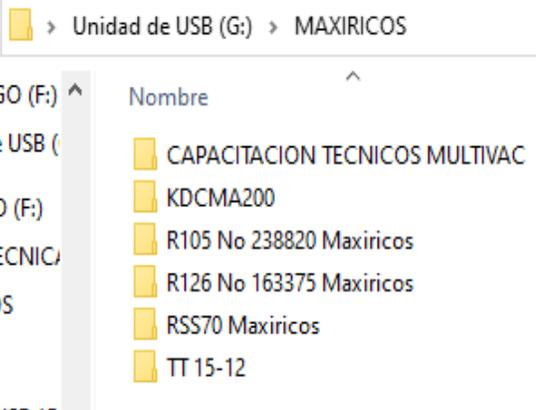
Figura 6. Formato de tiempo de paro.

		FORMATO DE TIEMPOS PARO MANTENIMIENTO.			Codigo:		Version:		Firma	
Fecha	Maquina	Zona	Motivo	Evento	Hora Inicio	Hora Final	Total	Tecnico	Resp. Planta	
EVENTOS				ZONAS						
1	Falta de repuesto			A	Cuarto De maquinas					
2	Mala operación			B	Cuartos frios					
3	Falta de Vapor			C	Mezclado					
4	Falta de Aire Comprimido			D	Embutido					
5	Medios (energía, Agua)			E	Coccion					
6	Infraestructura			F	Empaque					
7	Falla eléctrica			G	Despachos					
8	Falla mecanica			H	Recibo De MP					

Formato diligenciado por el técnico y el líder de planta con respecto al tiempo de paro de máquina – Maxiricos S.A.S

La siguiente imagen muestra la manera como se almacenan los manuales de operación y mantenimiento de los activos de Maxiricos SAS. Estos manuales están en el disco duro de un computador ubicado en el departamento de mantenimiento y no se cuenta con respaldo en caso de daño de este disco duro. No se encontró información impresa de los equipos.

figura 7. Manual de Maquinas.



30 (F:) ^
 USB (G:) ^
 (F:) ^
 ECNIC...
 IS
 USB (G:)

Nombre ^

- CAPACITACION TECNICOS MULTIVAC
- KDCMA200
- R105 No 238820 Maxiricos
- R126 No 163375 Maxiricos
- RSS70 Maxiricos
- TT 15-12

Manejo del catálogo de piezas de repuesto 

Manejo del catálogo de piezas de repuesto

Por norma general Los catálogos de piezas de repuesto se redactan según un cometido en concreto. Para cada máquina se redactará un catálogo. De este modo, sólo podrá pedir las piezas de repuesto adecuadas con el catálogo correspondiente a su máquina.

Generalidades en cuanto a la representación gráfica de las piezas de repuesto Los números de posición en el dibujo remiten a la posición correspondiente en la siguiente lista de piezas

Generalidades en cuanto a la lista de piezas Los números de posición en la lista de piezas remiten a la posición correspondiente en el dibujo anteriormente descrito. Si una lista de piezas ocupa más de una página, el dibujo se repetirá en cada una de las páginas en cuestión.

Columnas de la lista de piezas:

Pos	Número de posición del componente
Material	Número de referencia del módulo/componente
Documento	En caso de submódulos, aquí encontrará una indicación que le remitirá a otro dibujo

Información digital de las máquinas mto reproducida de base de datos – Maxiricos S.A.S

8.1.2 Desarrollo de plantilla auditoria universidad de Talca

Se da inicio al desarrollo de la plantilla de la universidad de Talca, este documento será el que de el nivel cuantitativo a este proceso de investigación.

8.1.2.1 Criticidad de los equipos

Su descripción de desarrollo se muestra a continuación Figura 9, dando como resultado una calificación de 2.1; este apartado tuvo un total de 12 preguntas con calificación entre 1 y 5.

Figura 8. Cuestionario de los equipos.

B. CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCION

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.

B1. ¿Tiene las áreas de producción separadas por algún criterio?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Todas (5)
			5
B2. ¿Tiene identificados por algún código sus equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
			5
B3. ¿Tiene clasificado sus equipos según su criticidad ante una falla?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
B4. ¿Puede cuantificar la incidencia de la falla de un equipo sobre otro(s)?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)
	1		
B5. ¿Tiene un layout de planta que describa e identifique todos los equipos?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)
	1		
B6. ¿Tiene líneas en paralelo en su sistema de producción?	No (X)		Si (X)
			X
B7. ¿Tiene identificadas las líneas según su criticidad para el proceso?	No (X)	Es única (X)	Si (X)
	X		
B8. ¿Algún(os) equipo produce cuello de botella?	No (X)		Si (X)
			X
B9. ¿Tiene identificado para cada equipo los riesgos para el operario?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
B10. ¿Sabe cuanto tiempo toma cada proceso en la línea de producción?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
B11. ¿Tiene estipulado tiempos estándares para el mantenimiento de equipos?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
B12. ¿Tiene calculado el volumen de trabajos de mantenimiento que puede hacer al mes?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		

Preguntas concretas para el diagnóstico de la criticidad de los equipos.

8.1.2.2 Manejo de información

Figura 9. Cuestionario de cuantificación del manejo de información de equipos.

C. MANEJO DE LA INFORMACIÓN SOBRE EQUIPOS

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.

C1. ¿Posee los catálogos e información técnica de todos los equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C2. ¿Posee fichas de inventario para cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C3. ¿Tiene procedimientos de trabajos de mantenimiento establecidos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C4. ¿Posee cada equipo un programa de trabajos de mantenimiento?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C5. ¿Posee registros de los mantenimientos realizados para cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C6. ¿Tiene registros de tiempo de cada mantenimiento realizado?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C7. ¿Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C8. ¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C9. ¿Tiene un registro de los implementos usados para el mantenimiento?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C10. ¿Sabe cuál es la tasa de fallas de cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C11. ¿Puede determinar la confiabilidad de cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C12. ¿Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
			5
C13. ¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C14. ¿Tiene un programa de capacitación completo implementado?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
	1		
C15. ¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Completa (5)
	1		

Preguntas puntuales para analizar y cuantificar la información existente.

El apartado de manejo de información tubo 15 preguntas, entre las preguntas se abordaron relacionados con información de repuestos, procedimientos, registros de mto, clasificación de repuestos entre otros.

8.1.2.3 Mantenimiento actual

15 preguntas en los que la plantilla recopila cuantitativamente para ayudar en el análisis de información pretende medir efectividad en labores de mantenimiento, procedimientos, tiempos claros de cada intervención, tiempos medios entre fallas, tiempos medios para reparar y todo lo relacionado con el presupuesto de mano de obra del departamento de mantenimiento.

Figura 10. Cuestionario del estado del mantenimiento actual.

D. ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.

D1. ¿Se revisan todos los equipos cada vez que comienza un turno?	Ninguno (1) 1	Parcial (3)	Todos (5)
D2. ¿Los operadores de los equipos realizan tareas simples de mantenimiento?	Ninguno (1) 1	Parcial (3)	Todos (5)
D3. ¿Se tiene una rutina preestablecida de intervenciones diaria?	Ninguno (1) 1	Parcial (3)	Todos (5)
D4. ¿Se mantiene una bitácora de mantenimientos diarios?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Completa (5) 5
D5. ¿Se sabe cuanto tiempo se requiere para hacer el diagnóstico de una falla?	No (1) 1	Aproximado (3)	Si (5)
D6. ¿Sabe cuanto es el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	No (1) 1	Aproximado (3)	Si (5)
D7. ¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por período?	No (1) 1	Aproximado (3)	Si (5)
D8. ¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajos?	Ninguno (1) 1	Parcial (3)	Completo (5)
D9. ¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5) 5
D10. ¿La información capturada en terreno es legible, útil y oportuna?	Ninguna (1)	Parcial (3) 3	Toda (5)
D11. ¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados?	Ninguno (1)	Parcial (3) 3	Completo (5)
D12. ¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas?	Ninguno (1) 1	Parcial (3)	Completo (5)
D13. ¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectiva el mantenimiento?	No (1) 1	Aproximado (3)	Si (5)
D14. ¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones ?	Ninguno (1)	Parcial (3) 3	Completo (5)
D15. ¿Compara el tiempo real con el tiempo estipulado en las órdenes de trabajo?	No (1) 1	A veces (3)	Si (5)

Preguntas de cuestionario para evaluar el estado del mantenimiento.

8.1.2.4 Antecedentes de costos de mantenimiento

Su descripción de desarrollo se muestra a continuación Figura 11, el cuestionario de este apartado busca relacionar los costos de mantenimiento con las demás áreas de la compañía, el conocimiento de estos gastos y cómo afectaría a la calidad del producto terminado y la rentabilidad de la empresa; así como también un fondo de gastos para el recambio de los activos más críticos de la compañía.

Figura 11. Cuestionario de manejo de costos.

E. ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.

E1. ¿Sabe en que año adquirió cada uno de sus equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
E2. ¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de sus equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
E3. ¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
E4. ¿Sabe cuál es el costo de los repuestos para cada equipo?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
E5. ¿Sabe cuál es el costo de la mano de obra de mantenimiento por especialidad?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
E6. ¿Sabe cual es el costo de pérdida de de producción por falla de cada equipo?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
E7. ¿Evalúa anualmente el reemplazo de los equipos a su cargo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
E8. ¿Sabe la razón de costos entre mantenimiento y costo total del producto?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
E9. ¿Tiene una relación de cantidad entre personal de mantenimiento y producción?	No (1)	Aproximada (3)	Si (5)
	1		
E10. ¿Puede medir la desviación entre el costo real y el costo presupuestado?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)
	1		
E11. ¿Lleva un control de gastos de mantenimiento por equipo y por tipo?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)
	1		
E12. ¿Lleva un control estadístico de los gastos de mantenimiento por equipo?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)
	1		
E13. ¿Puede definir el tamaño del inventario para una disponibilidad dada del equipo?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)
	1		
E14. ¿Sabe donde es más rentable subcontratar que trabajar con recursos propios ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)
		3	
E15. ¿Puede definir las políticas de mantenimiento en base a los costos alternativos ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)
	1		

Preguntas específicas para determinar la información de los costos de mantenimiento.

8.1.2.5 Efectividad del mantenimiento actual

Visto en la figura 12. Es el aparatado que tiene más preguntas de toda la plantilla de auditoría de la universidad de Talca, se ven preguntas de tipo administrativo entre áreas unidireccionalmente, tanto hacia gerencia como hacia el personal, se dan respuesta a preguntas de seguimiento a ordenes de trabajo, seguimiento de ejecución y tiempos de generación de ordenes una vez montados los avisos de mantenimiento.

figura 122. Cuestionario de la efectividad del mantenimiento.

F. EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL

Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.

F1. ¿Sabe cuál es la relación de paros programados y paros imprevistos?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
F2. ¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	No (1)	Parcial (3) 3	Si (5)
F3. ¿Se lleva un control del estado de avance de las ordenes de trabajo (O.T.) ?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
F4. ¿Conoce el lapso de tiempo medio entre el aviso de la falla y la emisión de la O.T ?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
F5. ¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una orden de trabajo ?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
F6. ¿Tiene definidos los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo ?	No (1)	Parcial (3) 3	Si (5)
F7. ¿Tiene definidos los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo ?	No (1)	Parcial (3) 3	Si (5)
F8. ¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y trabajos programados ?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
F9. ¿Sabe cuál es la relación de tiempo extra y tiempo para trabajos programados ?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
F10. ¿Cómo es la relación entre la gente de operación y la gente de mantenimiento?	Mala (1)	Regular (3) 3	Buena (5)
F11. ¿Cómo es la actitud de la administración superior hacia mantenimiento ?	Mala (1)	Regular (3) 3	Buena (5)
F12. ¿Cómo es la colaboración de los departamentos relacionados con mantenimiento?	Mala (1)	Regular (3) 3	Buena (5)
F13. ¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipamiento?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)
F14. ¿Cómo considera el nivel de rotación del personal de mantenimiento?	Bajo (1)	Normal (3) 3	Alto (5)
F15. ¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para el mantenimiento?	No (1)	Parcial (3)	Si (5) 5
F16. ¿Tiene definido el punto de equilibrio de los repuestos necesarios por equipo?	No (1) 1	Parcial (3)	Si (5)

Cuestionario para el análisis de la efectividad del mantenimiento.

8.2 Oportunidades de mejora existentes en la gestión de mantenimiento

Bajo el análisis de toda la información recopilada se logra establecer, que el área de mantenimiento tiene un sistema de gestión muy deficiente, lo cual lleva a constantes paros de producción, altos costos de mantenimientos, documentación insuficiente por parte de producción como de mantenimiento, a raíz de las situaciones anteriores se incrementaron las máquinas críticas de producción y baja de valor de estos activos de la empresa que va de la mano de pérdidas tangibles en los procesos de producción.

Se tiene establecido mejorar todo este proceso mediante el fortalecimiento de lo que se tiene hoy en día implementado más la propuesta de una mejor gestión de mantenimiento con un desarrollo en paralelo de producción y áreas implicadas.

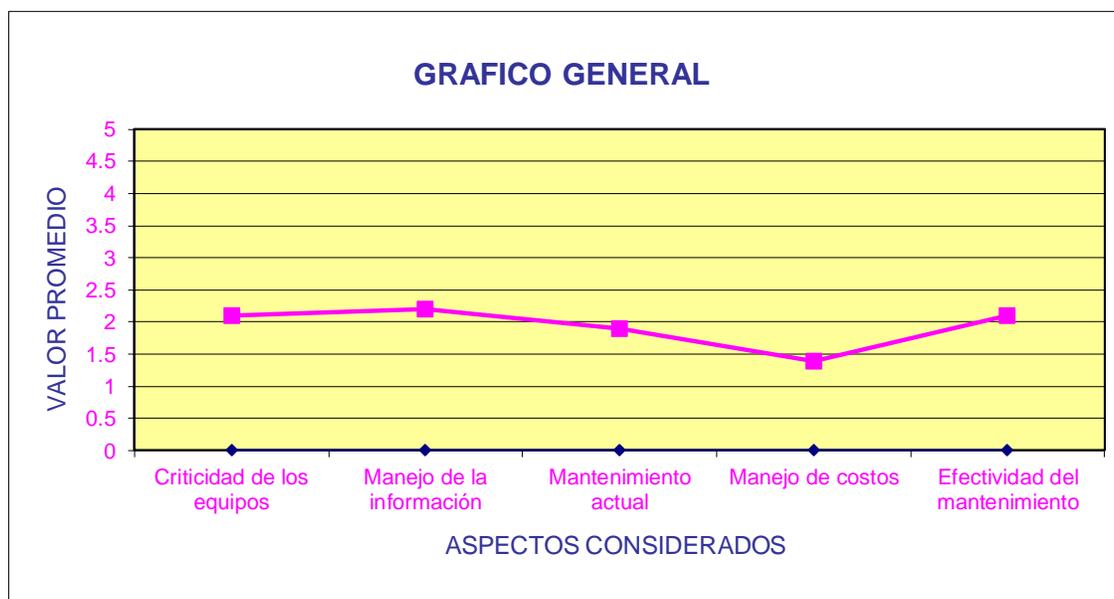
A continuación, se detalla toda esta información como base principal para la realización de la propuesta de gestión de mantenimiento.

En todas las categorías evaluativas de la plantilla se han obtenido calificaciones bajas que requieren gran trabajo y gestión; la calificación máxima podría ser de 5 puntos, como promedio el resultado obtenido fue de 1,94 puntos.

Figura 13. Plantilla de la universidad de Talca, resumen de auditoría.

RESUMEN DE LA AUDITORIA DEL MANTENIMIENTO

Aspectos Considerados	Valor	Calificación
Criticidad de los equipos	2.1	Aspecto regular
Manejo de la información	2.2	Aspecto regular
Mantenimiento actual	1.9	Aspecto regular
Manejo de costos	1.4	Aspecto con deficiencias
Efectividad del mantenimiento	2.1	Aspecto regular



Grafica resumen resultado de la plantilla de auditoría de la universidad de Talca

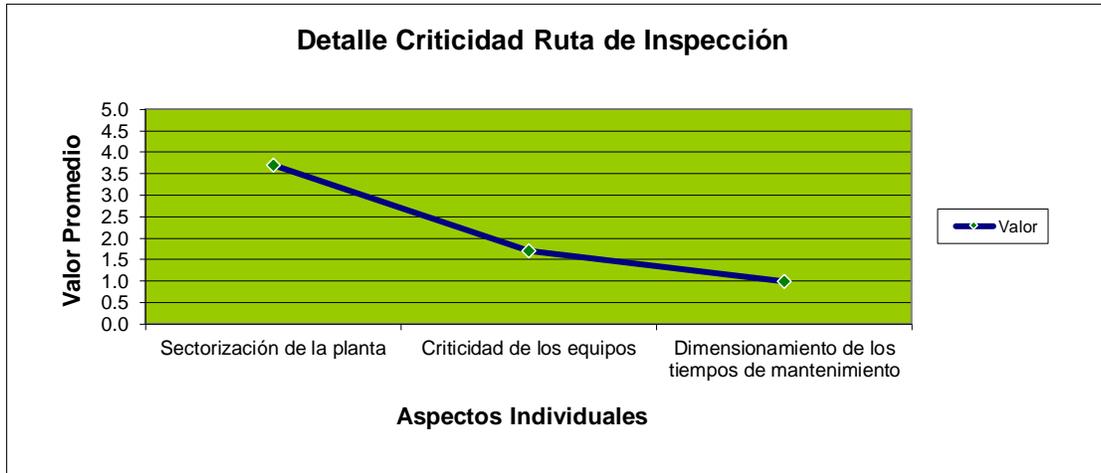
Las siguientes graficas muestran el resultado de cada una de las categorías evaluada por la plantilla de auditoría de la universidad de Talca

B. CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCION

Valor Promedio Global= 2.1

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
B1,B2,B5,B6	Sectorización de la planta	3.7	Aspecto bien implementado
B3,B4,B7,B8,B9	Criticidad de los equipos	1.7	Aspecto regular
B10,B11,B12	Dimensionamiento de los tiempos de mantenimiento	1.0	Aspecto con deficiencias



Criticidad de los equipos: Aunque el presente documento no contempla análisis de equipos críticos ni características, el resultado del cuestionario da como resultado que la criticidad de los equipos no está bien detallada e identificada en el área de mantenimiento ya que no se les lleva un registro apropiado y con muy poco tiempo de recopilación de información, pero basto con hacer una breve revisión para registrar que los equipos críticos de la empresa Maxiricos son 8, equivalentes a un 15 % del total de la compañía. Dentro del resultado se notó que las preguntas relacionadas con la sectorización de la planta han logrado el mejor resultado, esto se debe a que al tratarse de un proceso en línea y ser equipos de tamaño entre pequeño y mediano se ha dispuesto una distribución acorde al recorrido del producto final.

De esta categoría el dimensionamiento de los tiempos de mantenimiento ha tenido la más baja calificación dando como resultado 1. Este resultado va en línea con la falta de

planeación para mantenimientos preventivos y el alto tiempo perdido por las fallas correctivas intempestivas que han surgido durante el proceso productivo.

Los equipos identificados como críticos por Maxiricos S.A.S son:

Clieadora Tipper tie TT1512

La clipeadora es una maquina empacadora de embutidos que trabaja de manera automática según configuración previa, esta máquina da el cierre final al producto antes de ser embalado para reparto, es por esto que se convierte en estratégica; es capaz de empaçar salchichas, carne molida, carne procesada de a base de soya, carnes altas en gluten y hasta algunas son utilizadas para comida húmeda de mascotas. Esta equipada con servo accionamientos comandados desde PLC industrial, cuchillas de alto filo en acero inoxidable, HMI totalmente táctil y su estructura es en acero inoxidable de grado alimenticio el cual facilita la limpieza y da seguridad de inocuidad al producto por allí procesado.

Molino 160

Este es un molino capaz de procesar cualquier tipo de carne o aditivo alimenticio que requiera reducción de grano y tamaño, es parte de la cabeza del proceso, la materia prima deberá tener un pre alistamiento y pre cocción antes de ingresar al molino; desde allí parte la calificación como estratégico dada por Maxiricos SAS. Tiene capacidad de procesar hasta 2.500 kg por hora gracias a sus 30 Hp de potencia y cuchillas totalmente en acero inoxidable de alto filo al igual que si estructura de acero inoxidable.

Mezclador 1000lt

Es parte del proceso central del producto, allí se mezclan ingredientes, carnes, especias, saborizantes y demás adiciones que tenga el producto según su referencia, es un

equipo que trabaja los 3 turnos del día y pasan por allí 3 operadores distintos, tiene intervalos de trabajo de 60 a 90 minutos según producto, tiempos de lavado y secado para luego iniciar otra receta de mezcla. Al igual que el resto de los equipos son fabricados en acero inoxidable y cuenta con control eléctrico de tablero, botones on/off y sistema de protección térmica al motor de 20 Hp que acciona el mecanismo madre.

Hornos 1, 2 y 3

Equipos que funcionan con Gas natural, están compuestos por sistemas de venteo y turbina de quemado del gas para proporcionar el calor requerido para cual sea el tipo de cocción requerida; según producto se cocina, se tuesta o se ahúma. Tiene capacidad de 3.000 kg aprox entre cada ciclo de cocción, temperaturas máximas de 250 °C, sistema automático de encendido y apagado; son fabricados en acero inoxidable con compuertas de vidrio templado para fácil visualización del producto.

Es considerado crítico al general cuellos de botella por tardar mas tiempo que los otros equipos en cumplir su función, según producto los tiempos de trabajo por cada cargue al horno están entre los 300 y 500 minutos, este es el motivo que sean 3 hornos en el proceso.

Separadora REX SS70

Es un equipo de funcionamiento relativamente sencillo, este hace una separación de producto embutido en tiras posterior al proceso de horneado como parte de un alistamiento para el proceso de empaque. Consta de sistema neumático, sensores, peltas y otros actuadores neumáticos, pequeños motores servo comandados por PLC, con controles por variadores de velocidad los cuales son regulables por perillas según requiera el operador. Este es un único equipo que cumple esta función; gracias a las altas velocidades que alcanza es capaz de

soportar las necesidades de la operación. Se cataloga por Maxiricos SAS como estratégico por ser el único en ejecutar la labor, ya que un operador manualmente tardara hasta 5 veces más en dicho trabajo.

Termoformadora126

Única en la planta, por ello también es catalogada como estratégica, es un equipo que trabaja con resistencias eléctricas, calentando una cámara hasta 180 °C y con cinta transportadora metálica para evacuar el producto termoformado y a la vez alimentar laminas para iniciar proceso. Este equipo da forma a los envases los cuales empaacan algunas referencias de quesos, producto cárnico semi liquido; posterior al proceso de formación de empaque tiene un módulo de tapado también por medio de calor y una película plástica que contiene la información legal del producto (etiqueta).

Tiene un sistema de vacío por medio de una bomba que alcanza hasta 160 metros cúbicos por hora, aplicación de gas limpiador e inerte, sensores a lo largo del proceso para identificar posibles anomalías, es también el equipo mejor equipado en lubricación al tener un sistema centralizado de lubricación que aplica según ciclos preestablecidos en pro de cuidar los componentes mecánicos del equipo.

La grafica 8 muestra el resultado de la categoría evaluativa de manejo de información, esta tuvo resultado promedio de 2,2 siendo como aspecto regular; también requiere evaluación a detalle para mejorar la gestión frente a la información que se maneja en repuestos, recursos, indicadores, equipos y manejo de personal.

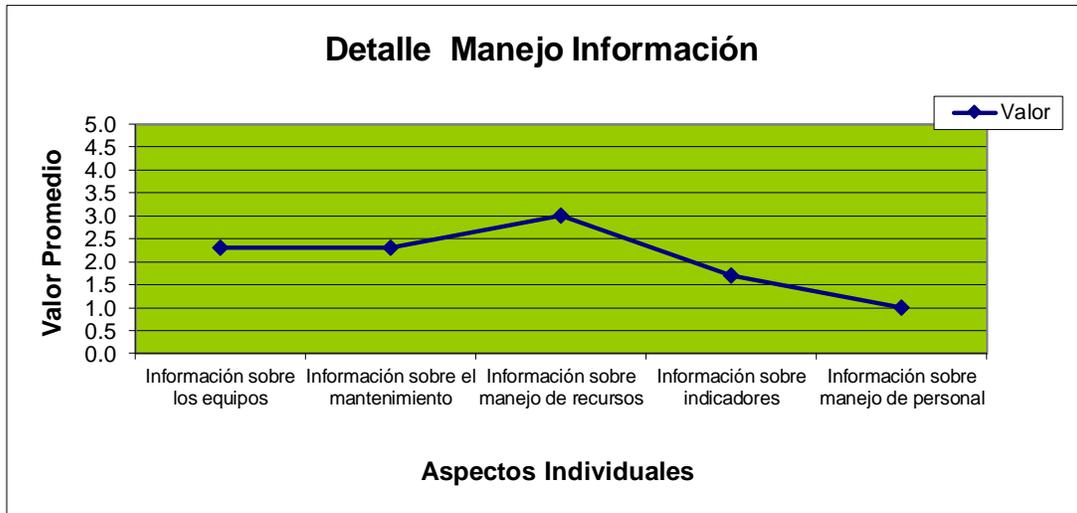
Figura 14. Grafica de resultados manejo de la información de los equipos.

C. MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS

Valor Promedio Global= 2.2

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
C1,C2,C4	Información sobre los equipos	2.3	Aspecto regular
C3,C5,C6	Información sobre el mantenimiento	2.3	Aspecto regular
C7,C8,C9,C12	Información sobre manejo de recursos	3.0	Aspecto regular
C10,C11,C15	Información sobre indicadores	1.7	Aspecto regular
C13,C14	Información sobre manejo de personal	1.0	Aspecto con deficiencias



Resultado grafico del cuestionario.

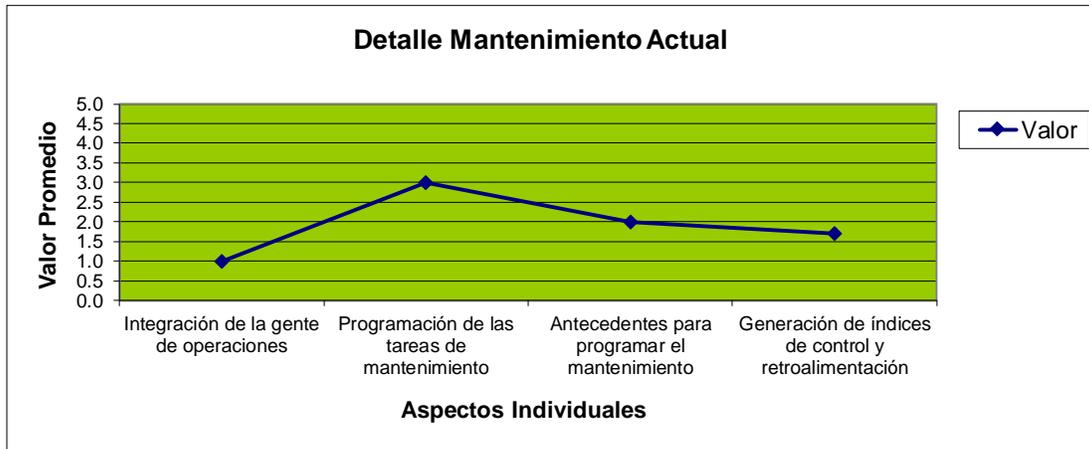
figura 153. Grafica del estado del mantenimiento actual.

D. AUDITORIA SOBRE EL MANTENIMIENTO ACTUAL

Valor Promedio Global= 1.9

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
D1,D2	Integración de la gente de operaciones	1.0	Aspecto con deficiencias
D3,D4,D10	Programación de las tareas de mantenimiento	3.0	Aspecto regular
D5,D6,D7,D9	Antecedentes para programar el mantenimiento	2.0	Aspecto regular
D8,D11,D12,D13,D14,D15	Generación de índices de control y retroalimentación	1.7	Aspecto regular



Resultado grafico del cuestionario con relación al mantenimiento actual.

Su descripción de desarrollo se muestra a continuación obteniendo como resultado una calificación de 1.9, evidenciando una notable falencia en el control del área de la cual se basa todo este estudio de auditoría. La subcategoría con evaluación más baja fue la relacionada con la integración de la gente de operaciones; se basa en relaciones entre clientes internos de la compañía y el integro de personal nuevo para ponerse lo antes posible en línea con la capacitación pertinente antes de ejercer cualquier cargo dentro de Maxirricos SAS.

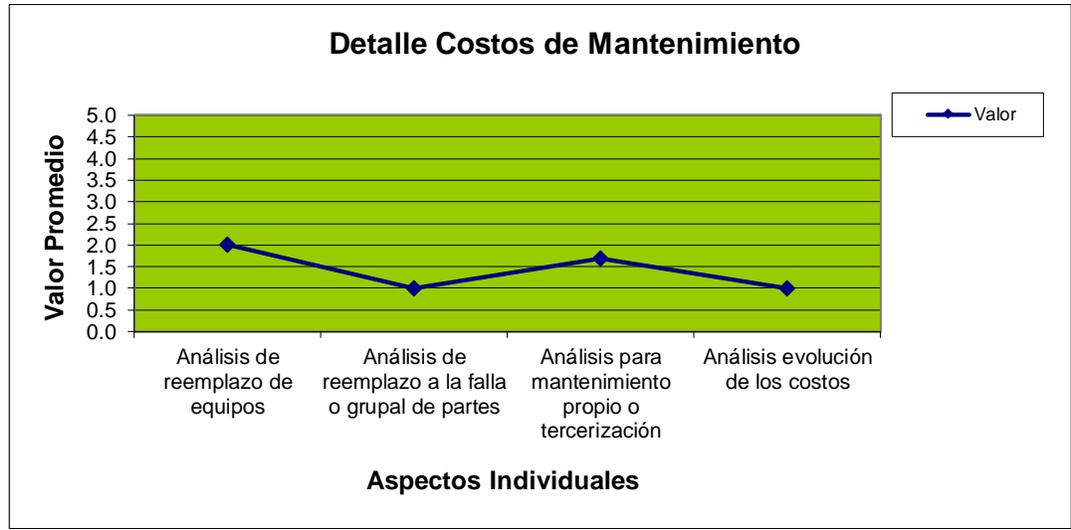
Figura 16. Grafica de manejo de costo.

E. ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

Valor Promedio Global= 1.4

Aspecto con deficiencias

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
E1,E2,E3,E7	Análisis de reemplazo de equipos	2.0	Aspecto regular
E4,E5,E6,E8	Análisis de reemplazo a la falla o grupal de partes	1.0	Aspecto con deficiencias
E9,E14,E15	Análisis para mantenimiento propio o tercerización	1.7	Aspecto regular
E10,E11,E12,E13	Análisis evolución de los costos	1.0	Aspecto con deficiencias



Resultado grafico del cuestionario de manejo de costos por mantenimiento.

La grafica 14 muestra el resultado de la categoría de manejo del costo, en este se pudo notar que son muy elevados y no siempre eficientes para mejorar la situación donde se invirtieron, también se notó que no hay ningún tipo de registro de estos y tampoco una propuesta de control y mejora, siendo así, uno de los factores con más urgencia para intervenir correcciones. Los costos son los principales activos intangibles para cuidar en el aparato productivo de una empresa, así como también son los más determinantes al momento de hablar de rentabilidad general de la empresa.

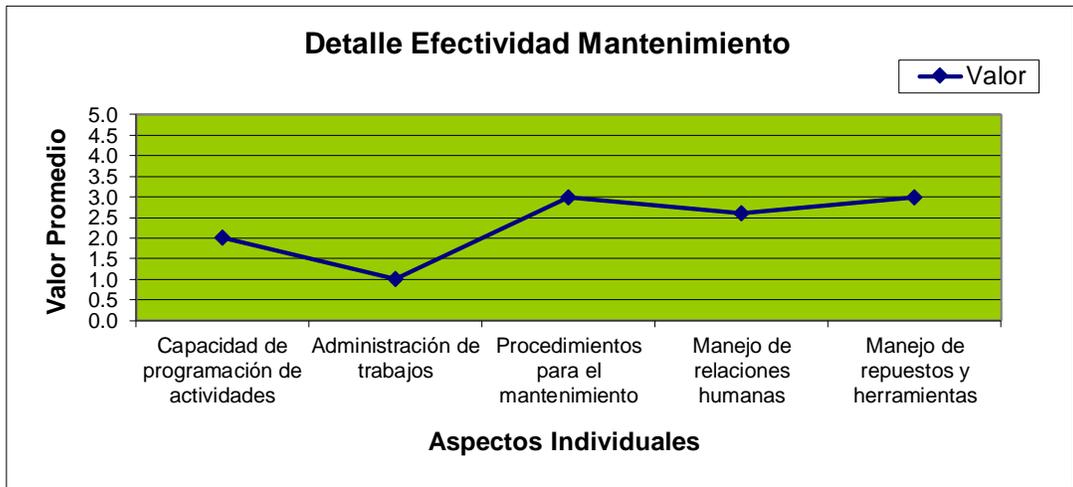
figura 16. Grafica de la efectividad del mantenimiento actual.

F. EFECTIVIDAD DE LA MANTENIMIENTO ACTUAL

Valor Promedio Global= 2.1

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
F1,F2,F8,F9	Capacidad de programación de actividades	2.0	Aspecto regular
F3,F4,F5	Administración de trabajos	1.0	Aspecto con deficiencias
F6,F7	Procedimientos para el mantenimiento	3.0	Aspecto regular
F10,F11,F12,F13,F14	Manejo de relaciones humanas	2.6	Aspecto regular
F15,F16	Manejo de repuestos y herramientas	3.0	Aspecto regular



Resultado grafico del análisis de la efectividad del mantenimiento.

La efectividad del mantenimiento ha dado un resultado promedio de 2,1, visto en la figura 16. La administración de trabajos es el menos puntuado estando totalmente en línea con las calificaciones bajas que tuvo en el cuestionario de la plantilla de auditoría de la universidad de Talca; aunque ha sido resultado medio pero el mejor ítem de esta subcategoría fue procedimientos para el mantenimiento.

Dentro de toda la auditoria, los ítems de mayor atención son los siguientes:

- Falta de capacitación del personal técnico de mantenimiento y operarios de máquinas en producción.

- Falta de registros para la realización de seguimientos a fallas, paros de máquina y situaciones críticas que llevan a desmejoramiento de los equipos y tiempos de respuesta muy lentos.
- No hay una estandarización que aporte un control de manejo tanto en el entorno de producción como de mantenimiento.
- NO se presenta una metodología establecida para seguir sus parámetros.
- No hay fichas técnicas, ni mantenimientos programados de fácil interpretación y que brinde la información necesaria para la realización de un buen trabajo.

8.3 Estrategias para mejorar la gestión de mantenimiento dentro de la compañía

Las estrategias de mejora marcan el tercer objetivo de este documento, en el detallan propuestas para mejorar el sistema de gestión del departamento de mantenimiento de Maxiricos SAS; son propuestas basadas en las experiencias individuales de cada autor y que a su vez fueron potencializados con el conocimiento adquirido en el transcurso de la especialización en gerencia de mantenimiento, gerencia de operaciones; se entregan recomendaciones de implementación en cada categoría de la plantilla de auditoría de la universidad de Talca y recomendaciones generales de manejo, entre ellas se realiza un análisis financiero de la propuesta, ítems de mejora continua y cronograma de aplicación el cual podrá seguir Maxiricos cuando empiecen el paso de aplicación.

8.3.1 Propuesta estrategia mantenimiento 8 pasos de mejora continua.

La propuesta establecida es la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento en 8 pasos de mejora continua. Esta propuesta es recomendada porque abarca

pasos básicos para iniciar de cero la creación de valor con gestión de mantenimiento. Es favorable porque es un ciclo de mejora continua donde la estrategia de mantenimiento podrá madurar tanto como sea posible en cada paso. Estos 8 ítems son indispensables para a futuro pensar en otra estrategia de mantenimiento según se establezca con el paso del tiempo.

figura 4. 8 fases de mantenimiento. ECCI



Reproducida de contenido multimedia clase Investigación II – Bogotá Colombia Universidad ECCI 2021

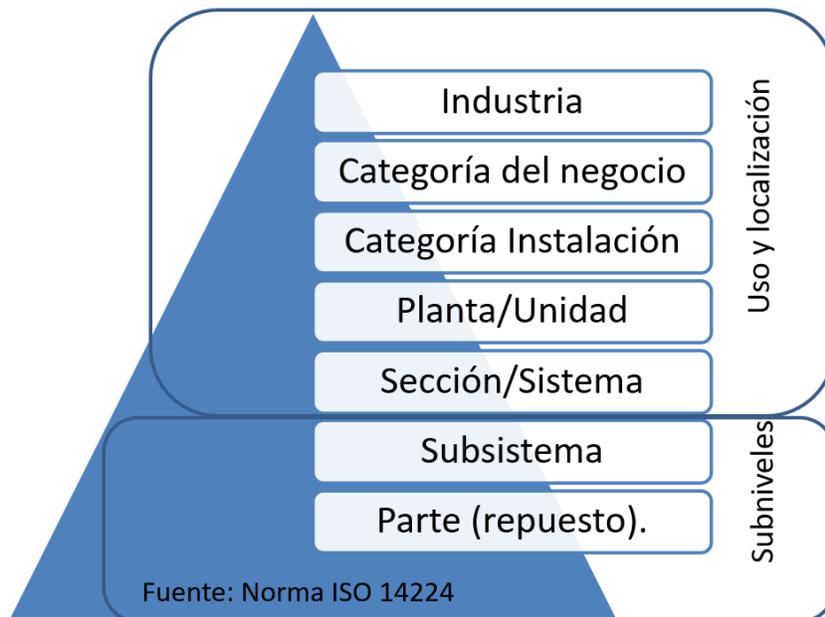
8.3.1.1 Definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento.

El inicio de este proceso marcará el éxito en el resto de estrategia, en este paso se deberán reunir los dirigentes de la compañía y líderes de cada área (producción, ventas, y mantenimiento); deberán reevaluar sus objetivos que estén acordes con la visión y misión de la compañía y así trazar un objetivo general de área de mantenimiento que satisfaga las necesidades de las otras áreas y aporte al objetivo general de la empresa.

8.3.1.2 Jerarquización de los equipos de acuerdo con la importancia de su función

La jerarquización tiene grandes beneficios de cara a la priorización de actividades de mantenimiento, este paso es el que define la ruta crítica de mantenimiento, sabiendo cuales son los equipos críticos del proceso y los que son cuello de botella. En este paso también se identifican aquellos equipos que requieren mantenimientos planeados de larga planeación bien sea por el tamaño, por el país de fabricante o por las condiciones operacionales. Se recomienda iniciar con proceso de taxonomía aplicado por completo hasta definir cada componente del equipo, es decir, nivel taxonómico 7

figura 57. Taxonomía de activos



Reproducida de la norma ISO 14224

8.3.1.3 Análisis de puntos débiles de alto impacto

Este análisis se aplica a los equipos que históricamente hayan tenido mayor cantidad de paradas por reparaciones correctivas, equipos críticos de proceso que afecten la calidad del producto final, o aquellos que sean potencialmente riesgosos para la seguridad de las personas. En este paso se recomienda utilizar matriz de criticidad que este concebida en el sistema de gestión de la compañía o diseñar una de acorde a los riesgos propios del tipo de empresa en el cual esta Maxiricos SAS.

Este análisis será levantado por personal calificado para tal gestión con participación de gerente, jefaturas de calidad y las jefaturas de mantenimiento.

8.3.1.4 Diseño de planes de mantenimiento preventivo y los recursos necesarios

Es la fase que tomara más tiempo en ser desarrollada por completo, cabe resaltar que es un proceso que seguirá sujeto a cambios, modificaciones y mejoras constantes a través del tiempo, cobra relevancia por ser el corazón de las labores de mantenimiento, tendrá éxito siempre y cuando sea un proceso llevado a cabo con sinceridad de las necesidades de cada equipo, generalmente estos planes se modificaran cuando el tiempo medio entre fallas se prolongue y/o cuando el conocimiento de los operarios frente a la operación y diagnostico madure.

8.3.1.5 Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos.

La optimización de los recursos están dentro de las calificaciones más bajas obtenidas después de aplicar la plantilla de auditoría de la universidad de Talca, tendrá como recurso de entrada todos los planes de mantenimiento vistos en el parágrafo anterior, el objetivo principal será asegurar que los recursos económicos y humanos estén alienados para cumplir cada una de esas tareas de mantenimiento diseñadas previamente; en este paso se requiere gran compromiso de la gerencia frente al desarrollo y planeación del mantenimiento. En la auditoria se evidencio que no se cuenta con tiempo planeado para hacer revisiones y mantenimientos preventivos a los equipos; en este paso se deberá asegurar todo lo contrario, se hace importante la participación de encargado de planeación de producción o jefe de producción entendiendo que será el área de producción que seda parte del tiempo para labores de mantenimiento, al final del día será tiempo invertido en garantizar la disponibilidad del equipo.

8.3.1.6 Evaluación y control de la ejecución de mantenimiento.

Este es el cierre de los primeros pasos de implementación donde empieza a darse un ciclo PHVA, en este ciclo debe haber retroalimentación y seguimiento de las tareas implementadas anteriormente, en este paso se evaluarán indicadores de tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparar, experiencia de los técnicos en las labores de mantenimiento y así mismo después de cada evaluación de seguimiento se tomaran acciones para mantener o direccionar lo planteado anteriormente. La ejecución de mantenimiento será controlada por el jefe de mantenimiento dando acompañamiento de cerca a cada labor que este trazada como critica o que aporte al cambio de comportamiento de un activo en específico, se da por hecho que el personal de coordinación y jefatura de

mantenimiento es el idóneo para esta labor y que prestará apoyo técnico en caso de que se requiera.

8.3.1.7 Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de los equipos

Este paso hace parte del ciclo de vida de un activo, se deberán evaluar aspectos de deterioro, costos de mantenimiento, ciclos de vida útil y algunas características propias de los equipos para determinar en que momento se debe reemplazar el equipo. Este es un paso que ejecutará el jefe de mantenimiento y la gerencia, en caso de desconocer del tema podrá consultar textos de ciclo de vida de un activo.

8.3.1.8 Implantación del proceso de mejora continua y adopción de nuevas tecnologías.

La mejora continua tomara protagonismo en el sistema de gestión de mantenimiento de Maxiricos SAS, se deberán adoptar estrategias de mejora continua como lo son:

- Diseño de LUPs (lección de un punto)
- Estandarización de procesos SOPs
- Adopción de metodología 5s
- Aplicación de metodología SMED (cambios rápidos)

Se recomienda buscar capacitación del personal de mando medio en lean manufacturing.

En el ámbito de nuevas tecnologías se recomienda a Maxiricos SAS la adquisición de un software de gestión general como SAP, o alguno enfocado en el mantenimiento como SAAM. Por otra parte, equipos para mantenimiento predictivo serán de gran ayuda para la prevención de fallas, entre estos se encuentra cámara termográfica, análisis de vibraciones, equipos ultrasónicos de detección de fugas, y equipos para lubricación y montajes de rodamientos.

8.3.2 Capacitación del personal técnico y operativo.

Personal técnico: Se concretaría con la entidad SENA (servicio nacional de aprendizaje) módulos de aprendizaje y fortalecimiento técnico con el personal estos se darían en un promedio de 6 meses sin costo alguno, pero su costo se daría por medio de pago de horas extras en caso de organizar la cobertura de atención a planta para garantizar el espacio de capacitación.

Por costo se presupuesta de la siguiente manera:

Costo de personal técnico por hora extra: \$ 7.812 pesos colombianos. Este valor fue tomado en el año 2021.

Aproximado de horas extras por el semestre: 360 horas con un costo de \$ 2.812.560 pesos colombianos. Este será el valor unitario para cada técnico de mantenimiento, en total son 4 técnicos

Personal operativo:

El personal operativo será capacitado en el cuidado técnico de los equipos y su funcionamiento adecuado, esta labor será realizada por el líder del área de mantenimiento con un tiempo establecido de la siguiente manera:

Cada maquina se llevará una capacitación de tres días con una intervención de 3 horas por día.

Costo de hora extra por operario de maquina: \$ 5.208 pesos colombianos.

Total, de máquinas :12

Costo total de capacitación en todas las maquinas: \$ 562.464 pesos colombianos.

8.3.3 Presupuesto de reparaciones críticas para los equipos

Los 8 equipos críticos serian intervenidos por medio de un mantenimiento correctivo para garantizar su correcto funcionamiento y poder realizar seguimiento de tiempos de las averías, para la realización de este proceso se identificarían por medio de la consulta de campo piezas críticas; en cada ítem se relacionará proveedor, costo, tiempo de entrega y así tener claro cuanto se deberá tener como stock mínimo en almacén general.

8.3.4 Recopilación de información técnica de los equipos y homologación de repuestos.

Se contrataría un servicio externo calificado en este proceso con una duración de 10 días hábiles para la obtención del estimado, con un costo aproximado de \$ 6.200.000 millones de pesos colombianos. Este servicio se encargará de dejar a punto ciertos modos de falla que aquejan el día a día de la operación

Después de realizar esta inversión se iniciaría con el proceso de la propuesta con un manejo interno la cual se basaría en los 8 pasos mejora continua de mantenimiento.

1. Definición de los objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento.
2. Jerarquización de los equipos de acuerdo con la importancia de su función.
3. Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto.
4. Diseño de planes de mantenimiento preventivo y de los recursos necesarios.
5. Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos.
6. Evaluación y control de la ejecución de mantenimiento.
7. Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de los equipos.
8. Implantación del proceso de mejora continua y adopción de nuevas tecnologías.

8.3.5 Cronograma implementación de la propuesta implementación de mejora

Este se trabajaría en un cronograma de actividades Figura 17, presupuestado de la siguiente manera con la observación de que sus tiempos pueden tener variaciones.

figura 68. Cronograma de implementación de los 8 pilares en fases.

CRONOGRAMA	SEMANAS																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Fase 1	█																	
Fase 2		█	█															
Fase 3				█	█													
Fase 4						█	█	█										
Fase 5									█	█								
Fase 6											█	█						
Fase 7													█	█	█			
Fase 8																	█	█

Ilustración de los autores respecto al cronograma de implementación de la mejora

Fase 1. Definición de los objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento.

Fase 2. Jerarquización de los equipos de acuerdo con la importancia de su función.

Fase 3. Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto.

Fase 4. Diseño de planes de mantenimiento preventivo y de los recursos necesarios.

Fase 5. Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos.

Fase 6. Evaluación y control de la ejecución de mantenimiento.

Fase 7. Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de los equipos.

Fase 8. Implantación del proceso de mejora continua y adopción de nuevas tecnologías.

El detalle del desarrollo de cada pilar sería revisado con la gerente general y el jefe de mantenimiento para su respectiva aprobación. El anterior cronograma en diagrama de Gantt, se ilustra cronológicamente el tiempo de implementación de las 8 pasos para la aplicación de la gestión del mantenimiento.

8.3.6 Evaluación financiera de la propuesta

8.3.7 Departamento de mantenimiento y activos fijos.

Con la auditoria se tuvo acceso al taller de mantenimiento, el cual esta parcialmente dotado y que requiere algo más de inversión para conformarse y adecuarse a las necesidades del proceso productivo. Por ello presentamos un compilado de valores

aproximados contando como valores iniciales con los que cuenta Maxiricos SAS en el proceso de auditoría.

Tabla 1. Departamento de Mantenimiento.

Elementos que conforman el dpt. Mantenimiento				
Ítem	cantidad	Descripción	valor unid	valor total
1	1	Taller	\$ 30,000,000.00	\$ 30,000,000.00
2	1	Almacén	\$ 20,000,000.00	\$ 20,000,000.00
3	2	Personal Administrativo	\$ 3,034,000.00	\$ 6,068,000.00
4	2	Personal Técnico	\$ 1,836,000.00	\$ 3,672,000.00
5		Equipos y herramientas	\$ 1,650,000.00	\$ 1,650,000.00
6	2	Capacitaciones	\$ 1,000,000.00	\$ 2,000,000.00
			valor total	\$ 63,390,000.00

Elementos de dotación tangible e intangible del departamento de mantenimiento

8.3.8 Herramienta y Equipos.

En el área de mantenimiento es de suma importancia las herramientas calificadas para poder realizar un mantenimiento correcto para así poder alargar la vida útil y el buen proceso de producción sin tener que aumentar paradas imprevistas, generando en estas pérdidas y tiempos muertos.

En la conformación de esta área de mantenimiento se empezará con un equipo de herramientas básicas el cual generan fiabilidad y confiabilidad en los procesos, *la tabla 3* compila listado básico de herramienta que deberá tener cada técnico de mantenimiento para el desarrollo normal de sus labores diarias.

Tabla 2. Equipo y Herramientas Fase II.

Equipos y herramientas				
Item	Cantidad	Descripción	Valor Unidad	Valor total
1	2	juego de llaves mixtas	\$ 30,000.00	\$ 60,000.00
2	2	llave de tubos	\$ 20,000.00	\$ 40,000.00
3	2	destornillador pala	\$ 15,000.00	\$ 30,000.00
4	2	destornillador estrella	\$ 15,000.00	\$ 30,000.00
5	2	martillo	\$ 35,000.00	\$ 70,000.00
6	1	Taladro	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00
7	1	Maquina soldadora	\$ 1,000,000.00	\$ 1,000,000.00
8	2	Llaves Bristol	\$ 20,000.00	\$ 40,000.00
9	1	Prensa Mecánica	\$ 200,000.00	\$ 200,000.00
10		Otros	\$ 300,000.00	\$ -
			Valor Total	\$ 1,650,000.00

Costos al año 2021

8.3.9 Costo Nómina de Mantenimiento.

El costo de nómina será para el recurso intangible más importante de todo el proceso de mejora, por esta razón se propone un departamento básico, en el cual se cuente con un líder, un asistente técnico y una persona externa como contratista que genere en confiabilidad y pueda realizar las operaciones de mantenimiento en horario en donde el personal de planta no se encuentre. *tabla 4*

En el pago de las nóminas se observa que el técnico con prestación de servicio se le paga un sueldo de \$1,424,736.00, del cual se le hará la retención en la fuente de 11%, pensión 6,6% y salud 4,8%, siendo este como total el sueldo pagado por la empresa y a los

empleados directos por la empresa que pagará un salario base y el pago de las prestaciones de ley del 48%.

Tabla 3. Nomina

costo nómina de área de mantenimiento			
Item	Cargo	descripción	Nomina X 48%
1	Jefe de Mantenimiento	Administrativo	\$ 3,848,000.00
2	Asistente de Mantenimiento	Mixto	\$ 2,220,000.00
3	Técnico Externo (especialista)	Prestación de servicio	\$ 1,836,000.00 (22,4%)

8.3.10 Taller de Mantenimiento.

El taller o área de mantenimiento se organiza conforme a las necesidades básicas de la empresa por esta razón se utilizará las instalaciones del taller actual; es un área acorde a lo que requiere el equipo de mantenimiento. **tabla 5.**

Tabla 4. Taller de mantenimiento.

Taller de Mantenimiento				
Item	cantidad	descripción	valor unidad	valor total
1	1	Taller Área de 15m2	\$ 30,000,000.00	\$ 30,000,000.00
2	1	Almacén Área 10m2	\$ 20,000,000.00	\$ 20,000,000.00
3	1	Jaula 1,80*2*1	\$ 1,200,000.00	\$ 1,200,000.00
4	1	Estante de Herramienta	\$ 300,000.00	\$ 300,000.00
5	1	Mesa lamina 1,70*1,50*1	\$ 1,000,000.00	\$ 1,000,000.00
Valor Total				\$ 52,500,000.00

Tabla 5. Costo de la infraestructura.

INFRAESTRUCTURA				
Item	área M2	descripción	valor metro2	valor área
1	15	Taller de Mantenimiento	\$ 2,000,000.00	\$ 30,000,000.00
2	10	Almacén de mantenimiento	\$ 2,000,000.00	\$ 20,000,000.00
			Total infraestructura	\$ 50,000,000.00

8.3.11 Costo de operación de la máquina.

Los costos se generan de acuerdo con la organización y máquinas de la empresa, el costo y valores de la tabla se encuentran en dólares ya que la adquisición de esta misma se realiza en esta moneda.

El posible cambio en esta moneda puede generar variación en el costo, depreciación y los diferentes valores ala la hora de evaluar una máquina. *tabla 7.*

Tabla 6. Tabla de costos operacionales de las maquinas.

COSTO DE OPERACIÓN DE LA MAQUINA							
item	Maquina	Valor de la maquina	Valor de la hora	Horas laboradas año	Valor del operador por hora	hora trabajada diaria	total
1	Empacadora multivac r126	\$100,000.00	\$ 4.75	3696.00	\$ 1.58	21	132.93
2	Empacadora multivac r105	\$120,000.00	\$ 4.75	3696.00	\$ 1.58	21	132.93
3	Molino 1000s	\$40,000.00	\$ 5.00	3744.00	\$ 1.58	13	85.54
4	Molino 200s	\$30,000.00	\$ 5.00	3120.00	\$ 1.58	13	85.54
5	Emulsificador	\$80,000.00	\$ 5.00	3120.00	\$ 1.58	13	85.54
6	Tippertie 15/12	\$110,000.00	\$ 4.63	2400.00	\$ 1.58	10	62.1
7	Embutidoras vemag tt20	\$90,000.00	\$ 4.63	3120.00	\$ 1.58	13	80.73
8	Horno de coccion c-talsa	\$20,000.00	\$ 4.63	3360.00	\$ 1.58	14	86.94
9	Horno de coccion c-talsa	\$20,000.00	\$ 4.63	3360.00	\$ 1.58	14	86.94
10	Horno de coccion c-talsa	\$20,000.00	\$ 4.63	3360.00	\$ 1.58	14	86.94

Con respecto a la posesión de la maquinaria se encuentran valores los cuales dan un punto de equilibrio en una contabilidad que no tenía en cuenta el mantenimiento como operación del sector productivo de la compañía, observando que cada movimiento de la maquina genera ingresos con la manipulación del área de mantenimiento. tabla 8.

Tabla 7. Costos de posesión.

item	Maquina	Valor de adquisicion	Valor rescate 10%	Vida Util Total/Hr	Seguro	Valor neto(PAN)	Depreciacion	vida util (años)	costo de resguardo
1	Empacadora multivac r126	\$100,000.00	\$10,000.00	61,320	5%	\$80,645.16	1.15207373	16.59	\$ 316.80
2	Empacadora multivac r105	\$120,000.00	\$12,000.00	61,320	5%	\$96,774.19	1.38248848	16.59	\$ 316.80
3	Molino	\$40,000.00	\$4,000.00	61,320	5%	\$32,258.06	0.46082949	16.38	\$ 316.80
4	Molino 200s	\$30,000.00	\$3,000.00	61,320	5%	\$24,193.55	0.34562212	19.65	\$ 316.80
5	Emulsificador	\$80,000.00	\$8,000.00	61,320	5%	\$64,516.13	0.92165899	19.65	\$ 316.80
6	Tippertie 15/12	\$110,000.00	\$11,000.00	61,320	5%	\$88,709.68	1.26728111	25.55	\$ 316.80
7	Embutidoras vemag tt20	\$90,000.00	\$9,000.00	61,320	5%	\$72,580.65	1.03686636	19.65	\$ 316.80
8	Horno de coccion c-talsa	\$20,000.00	\$2,000.00	61,320	5%	\$16,129.03	0.23041475	18.25	\$ 316.80
9	Horno de coccion c-talsa	\$20,000.00	\$2,000.00	61,320	5%	\$16,129.03	0.23041475	18.25	\$ 316.80
10	Horno de coccion c-talsa	\$20,000.00	\$2,000.00	61,320	5%	\$16,129.03	0.23041475	18.25	\$ 316.80

8.3.12 Inversión total de la propuesta

En la siguiente tabla se muestra el resumen de la inversión requerida para poner en marcha la propuesta dada en el presente documento, representando los costos fijos y variables para una contabilidad clara y dando la aclaración que estos costos variables pueden aumentar o disminuir dependiendo lo requerido variando un 50% en su total, así como también la tasa inflacionaria que presente la economía al momento de dar inicio al desarrollo de la propuesta de mejora; los datos fueron calculados en el año 2021

Tabla 8. Total, inversión propuesta

DESCRIPCIÓN COSTO VARIABLE	COSTO	DESCRIPCIÓN COSTO FIJO	COSTO
Reparaciones críticas equipos	\$ 78.000.000	Compras de elementos mantenimiento.	\$ 600.000
Dotación herramienta	\$ 1.650.000	Servicios públicos	\$ 350.000
Costo capacitación técnico	\$ 11.250.240	Técnico externo	\$ 1.500.000

Costo capacitación operativa	\$ 6.749.568	Total	\$ 2.450.000
Total	\$ 97.649.808		

8.3.13 Análisis de costo beneficio

La intangibilidad del proyecto hace que sea complicado el cálculo de retorno inversión ROI, es por eso que exponemos un análisis de costo beneficio donde se busca entender que se logrará con cada inversión; el éxito del beneficio depende de la exactitud con la que se implemente cada una de las recomendaciones y pasos de la propuesta de mejora.

Tabla 9. Análisis costo beneficio

COSTO		BENEFICIO
DESCRIPCIÓN	VALOR	
Dotación herramienta	\$ 1.650.000	Se tendrán mejores prácticas de mantenimiento, se reducirán los tiempos de intervención por tiempos muertos en búsqueda de herramienta y se mejorara la seguridad al técnico por la utilización de herramientas adecuadas para cada labor.
Técnico especializado	\$ 1.800.000	El técnico especializado pondrá a punto los equipos eliminando fallas recurrentes que no se han resuelto, adecuará programas de funcionamiento de los equipos a necesidades propias de la operación y en su labor se tendrá acompañamiento de técnicos propios para aprender de su visita.
Costo horas capacitación técnico	\$ 11.250.240	Se mejorarán las habilidades técnicas de los operadores de mantenimiento, se mejorarán los tiempos de respuesta y se lograrán intervenciones más profesionales en cada equipo.
Costo horas capacitación operativa	\$ 6.749.568	La capacitación operativa busca que los operadores conozcan mejor sus equipos en pro de tener buenas prácticas operativas y evitar fallos mecánicos por error operativo.

Reparaciones críticas equipos	\$ 78.000.000	Puesta a punto de cada equipo, se instalarán repuestos genuinos de cada marca y se asegurará la confiabilidad de los equipos de la compañía.
-------------------------------	---------------	--

9 Impactos esperados / generados

9.1 Impactos esperados

Se espera tener un impacto positivo en la metodología de manejo del mantenimiento en Maxiricos S.A.S, lo indicadores y costos tendrán una disminución, así como también un aumento significativo en la disponibilidad de los activos productivos. Todo lo anterior a medida que se apliquen los 8 pasos propuestos para el manejo del departamento de mantenimiento.

La cultura de mantenimiento enfocado y planificado será el impacto que más perdure en el entorno administrativo. Al aplicar la matriz de la universidad de Talca, se evidenciaron problemas que serán corregidos de la mano con la implementación del modelo propuesto de mantenimiento y mejora continua en 8 pasos.

9.2 Impactos alcanzados

La aplicación de la matriz universidad de Talca, es el impacto que más logró tener apertura para el cambio dentro de la compañía, sin importar la implementación o no de la propuesta de mejora, Maxiricos S.A.S logro entender desde otra perspectiva de cómo se están llevando a cabo todos los trámites y manejos referentes al mantenimiento de la compañía. La aplicación de esta matriz fue una gran oportunidad no solo para Maxiricos

S.A.S, sino también como estudiantes al realizar la auditoría, tener acercamiento con el proceso productivo de la compañía y con la matriz de Talca.

Maxiricos S.A.S entendió que el proceso de adquisición de un activo es tan importante como el proceso de mantenimiento en el ciclo de vida útil de este. La ausencia de material técnico de cada activo desencadenó múltiples problemas posteriores; para próximas oportunidades Maxiricos exigirá que se le entregue con cada activo material técnico de valor para el resto de vida útil de este.

9.3 Discusión

Desde que se conoció el caso de Maxiricos S.A.S, mostraba una gran brecha administrativa para enfrentar la estrategia de mantenimiento, al realizar la auditoría con la matriz de la universidad de Talca se confirmó las grandes deficiencias de la compañía referente al tema.

Es uno de los tantos casos que aquejan a las compañías manufactureras que han tenido crecimiento desproporcionado, en donde la producción crece por la fortuna de un gran contrato de ventas, por tener la oportunidad de exportar el producto, por crisis sociales que impulsaron de una u otra manera el producto y muchos factores más que pueden catapultar la producción de un producto o el portafolio completo de la empresa. Con lo anterior se quiere dar a entender que el crecimiento de una compañía debe ser proporcional en todas las áreas y que no lograrlo así traerá múltiples problemas posteriores que dificultarán bastante la mantenibilidad durante el ciclo de vida del activo; otro gran problema sin duda será no tener la información del activo desde que empezó el proceso de compra y diseño de este, los manuales, planos, esquemas, listado de repuestos son la

principal herramienta del departamento de mantenimiento en el inicio de ciclo de vida del activo y como se nota en Maxiricos S.A.S, no tenerlo desde el principio pone en apuros los departamentos de mantenimiento y producción. Se espera que con la aplicación total de la propuesta en 8 pasos se cambie por completo la tendencia de fallos, tiempos improductivos y se mejore el departamento de mantenimiento de Maxiricos S.A.S

9.4 Gestión de la implementación del área de mantenimiento.

Maxiricos S.A.S tiene un departamento de mantenimiento conformado, a lo largo del este trabajo de consultoría realizado en esta materia, se notaron bastantes deficiencias de gestión. Bastará con seguir cada uno de los pasos de este documento, en él se muestran los 8 pasos para una gestión básica de mantenimiento que se adaptará rápidamente a las necesidades de Maxiricos S.A.S.

El factor operativo jugara un papel importante siendo este también el recurso intangible mas importante, al personal hay que adecuarlo y dotarlo de la mejor manera posible tanto física como intelectualmente, no hay éxito en el desarrollo de tareas de producción y mantenimiento sin poner primero importancia al mantenimiento que asegure productos de calidad, a tiempo, sin alteraciones y dando cumplimiento a las necesidades de los clientes primarios y secundarios. Por ello parte de la estrategia es la capacitación técnica y operativa, siempre el resultado es muy positivo cuando se capacita al personal y se le enseña la mejor manera de hacer su trabajo.

10 Conclusiones

Las estrategias de mejora planteada responden a la necesidad de mejora evidenciada en el proceso de consultoría realizada a Maxiricos SAS; son propuestas que llevan a la aplicación básica de conceptos de mantenimiento, la empresa no está preparada para aplicación de filosofías de mantenimiento más avanzadas como lo son TPM o RCM.

Las oportunidades de mejora se notaron después de la aplicación de la plantilla de auditoría de la universidad de Talca, esta fue una herramienta que ayudo a identificar cualitativa y cuantitativamente las oportunidades de la empresa entorno al departamento de mantenimiento.

La madurez del departamento de mantenimiento es muy básico según lo visto en el resultado de la plantilla de auditoría, se evidenciaron grandes brechas que deberán ser cerradas según recomendaciones dadas.

Los procesos de auditoria para evaluar métodos y sistemas de gestión dan a conocer debilidades, fortalezas y brechas que son evaluadas para plantear planes de acción correctivos. Esta fue la manera mas exitosa de evidenciar la realidad de la gestión del mantenimiento y proponer en segunda instancia mejoras puntuales para aquellos atributos con más deficiencia.

11 Recomendaciones

Se recomienda seguir el paso a paso del modelo de mantenimiento de 8 pasos, este direccionará el departamento de mantenimiento para que fluya de manera organizada priorizando la disponibilidad de los activos en todo momento.

Se recomienda crear un plan de capacitación para el personal de mantenimiento y operativo; la capacitación permanente marcará mejoría en la tenencia del activo durante el ciclo de vida de operación y mantenimiento.

Levantar listado de refacciones que puedan ser homologados con proveedores nacionales, estos asegurarán entregas más rápidas con la misma calidad del fabricante.

Crear alianzas con proveedores locales que garanticen stock de repuestos de alta rotación, esto con el fin de no tener stock alto en almacén de repuestos, pero si asegurando entregas rápidas del proveedor en caso de bajarse el stock de seguridad.

Enlistar repuestos estratégicos y crear plan de rotación y puntos de pedido, el objetivo será que nunca haya menos de una unidad para aquellos repuestos que podrán dejar detenida la operación de la planta.

12 Referencias

A. torres valle, j. d. (2004). gestión de mantenimiento orientada a la seguridad. revista electrónica ingeniería mecánica, 14.

Alejandro. (3 de septiembre de 2012). Mantenimiento Industrial. Obtenido de <http://mntoindustrial.blogspot.com.co/2012/09/2.html>

Alvarado, F. (11 de enero de 2013). SlideShare Principios básicos de consultoría. Obtenido de <http://es.slideshare.net/jenyrolfin/consultoria-empresarial-15956362> Autores. (s.f.).

Caceres, M. B. (s.f.). Como incrementar la competitividad del negocio mediante estrategias para gerenciar el mantenimiento. Artículo. Soluciones Integrales Corporativas ICS GROUP S.A, Venezuela.

Chiavenato, I. (2002). Gestión del talento humano 5ª Edición. México: Editorial Mc. Graw .

Cruz, P. (2016). Ciclo de vida de los activos. Bogotá.

Esquivel Vélez, R. A., & Martínez Vásquez, J. G. (s.f.). Tesis. México.

Galvis, O. d. (2004). Modelos de evaluación de gestión de empresas industriales del subsector de empaques y envases plásticos. Artículo.

Cali. Gazabon, A. R. (2015). Descripción de mantenimiento productivo total TPM. Propia.

Gonzales, H. (18 de diciembre de 2015). Calidad y Gestión. Obtenido de <https://calidadgestion.wordpress.com/2015/12/18/iso-550012014-gestion-de-activos/>

<https://www.plandemejora.com/implementacion-de-la-metodologia-de-las-5s-en-una-empresa/>

Hernandez Castro, J., & Manrique, R. (2010). Reestructuración del plan de mantenimiento para la flota de vehículos Mercedes Benz existente en la empresa SI99 S.A. Tesis. Universidad ECCI, Bogotá.

ICONTEC. (13 de Marzo de 1999). Google. Obtenido de https://www.google.com/search?sclient=psy-ab&client=firefoxb&biw=1366&bih=633&noj=1&q=guia+tecnica+colombiana+gtc+62&oq=guia+tecnica+colombiana+gtc+62&gs_l=serp.3..0i22i30k1.28361.29561.1.30180.4.4.0.0.0.133.361.0j3.3.0....0...1c.1.64.serp..1.3.356...0

Morales, D. R. (2007). Esquema de mantenimiento predictivo basado en vibraciones mecánica en el hotel Bogotá plaza. Tesis. Universidad ECCI, Bogotá.

Palencia, O. G. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogotá: Ediciones de la U.

PAS55. (2008). PAS 55 Asset Management. Obtenido de <http://pas55.net/spanish/whatis.asp>

Quijano, S. (2006). *Dirección de recursos humanos y consultoría en las organizaciones*. Icaria Editorial.

RealibilityWeb. (2016). *Porqué implementar un Sistema Computarizado de Mantenimiento CMMS ?* Obtenido de <http://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/porque-implementar-unsistema-computarizado-de-mantenimiento-cmms/>

Tavbares, L. (1996). *Administración moderna del mantenimiento*. Brasil: Novo polo publicaciones 5° edición.

Torres Valle, A., & Rivero Oliva, J. (2004). *Gestión del mantenimiento orientada a la seguridad*. *Electrónica Ingeniería Mecánica*, 7.

Valles, J. A. (2008). *Consultoria en la logística y transporte*. Avyasa Editores.

Vela , A., Torres, H., Urrego, J., & Pinzon, M. (2008). *Método de reducción del mantenimiento preventivo con base en mantenimiento preventivo*. Tesis. Universidad ECCI, Bogotá.

<https://www.tbmcg.mx/recursos/blog/ocho-pasos-para-un-programa-de-mantenimiento-integral/>

<https://mobility-work.com/es/blog/tecnicas-metodos-de-mantenimiento/>

<https://filtertec.mx/blog/2019/11/28/como-calcular-el-costos-horario-de-tu-maquinaria/>

https://www.researchgate.net/figure/Modelo-del-proceso-de-gestion-del-mantenimiento-MGM_fig1_344876238

<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3170/pfc5040.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

<http://rcm3.org/que-es-rcm>

www.iso.org/standard/64076.html

Outsourcing de mantenimiento (renovatec)

Ingeniería de mantenimiento, técnicas avanzadas de gestión del mantenimiento industrial. /(renovatec)

Organización y gestión integral de mantenimiento (Santiago Garcia Garrido)

Sistema de mantenimiento, planeación y control (DUFFUA)

www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-y-control-de-calidad/leccion-de-un-punto-lup-opl/