

**TEC** | Tecnológico  
de Costa Rica

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

***Gualapack***

LATAM

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO:**

**Diseño de propuesta de modelo de gestión de mantenimiento para el Departamento de  
Mantenimiento de Gualapack Costa Rica S.A.**

**Trabajo final de graduación para optar al Título Ingeniera en Mantenimiento  
Industrial, grado Licenciatura.**

**REALIZADO POR:**

**Loren Dayana Salazar Quirós**

**COORDINADOR DE PRÁCTICA:**

**Ing. Ignacio Del Valle Granados**

**I SEMESTRE 2020**



**Carrera evaluada y acreditada por:**

Canadian Engineering Accreditation Board

Bureau Canadien d'Accréditation des Programmes d'Ingénierie

# Carta de entendimiento

**TEC** | Tecnológico  
de Costa Rica

SIBITEC

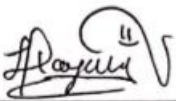
## CARTA DE ENTENDIMIENTO

Fecha: 4 de agosto del 2020

Señores  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Sistema de Bibliotecas del Tecnológico

yo Loren Dayana Salazar Quirós  
carné No. 2013078031,  si autorizo  no autorizo, al Sistema de Bibliotecas del Tecnológico (SIBITEC), disponer del Trabajo Final de graduación, del cual soy autor, para optar por el grado de licenciatura, en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, presentado en la fecha 4/agosto/2020, con el título Diseño de propuesta de modelo de gestión de mantenimiento para el departamento de Mantenimiento de Gualapack Costa Rica S.A.

para ser ubicado en el Repositorio Institucional y Catálogo SIBITEC, con el objetivo de ser visualizado a través de la red Internet.

Firma de estudiante:   
Correo electrónico: lorensalqui@gmail.com  
Cédula No.: 11583 0631

**Profesor guía:**

Ing. Francisco Bonilla Guido

**Asesor industrial:**

Deivid Morales Mondragón

**Tribunal examinador:**

Ing. Rodolfo Elizondo Hernández

Ing. Carlos Piedra Santamaría

## **1. Datos personales**

*Nombre completo:* Loren Dayana Salazar Quirós

*Número de cédula:* 115830631

*Número de carné:* 2013078031

*Edad:* 25 años

*Números de teléfono:* 8723 69 71

*Correos electrónicos:* lorensalaqui@gmail.com

*Dirección exacta de domicilio:* Curridabat, San José.

## **2. Datos de la Empresa**

*Nombre:* Gualapack Costa Rica S.A.

*Actividad Principal:* Fabricación de empaques para alimentos de bebés.

*Dirección:* Zona Industrial Z, 300 Oeste de la entrada principal, Cartago, Costa Rica.

*Contacto:* Deivid Morales Mondragón

*Teléfono:* (506) 4032 4025/ 61906066

*Correo:* [deivid.morales@gualapack.com](mailto:deivid.morales@gualapack.com)

## **Agradecimientos**

A todos los profesionales y administrativos, que son parte de la Escuela Electromecánica y colaboraron en mi proceso de formación más allá de lo estipulado académicamente.

A Federico Monge, Deivid Morales y Ricardo Soto, por darme la oportunidad de desarrollar el trabajo final de graduación en Gualapack y brindarme su apoyo.

A mis padres, por enseñarme a ser perseverante, perseguir mis sueños y sentir su apoyo tanto en el crecimiento profesional como personal, a mis hermanos que siempre me han brindado su ayuda, principalmente, a Andrés que me ha acompañado en este episodio y a Nael por sus tonterías.

A todos mis amigos y conocidos que son y fueron parte de muchas experiencias vividas del mucho camino que falta por recorrer.

Finalmente, me gustaría agradecer al equipo del DAM y los colaboradores de cada departamento del proceso productivo de Gualapack.

## Tabla de Contenidos

<b>1. DATOS PERSONALES</b> .....	<b>III</b>
<b>2. DATOS DE LA EMPRESA</b> .....	<b>III</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>4. RESEÑA DE LA EMPRESA</b> .....	<b>2</b>
4.1.    VISIÓN: .....	4
4.2.    MISIÓN: .....	4
4.3.    VALORES: .....	4
4.4.    ORGANIGRAMA.....	5
4.5.    DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	7
<b>5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>10</b>
5.1.    DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER:.....	10
<b>6. OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>12</b>
<b>7. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>12</b>
<b>8. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>9. VIABILIDAD</b> .....	<b>15</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
9.1.    NORMA ISO 9001-2008.....	16
9.2.    GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	18
9.3.    MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	18
9.4.    ESTRATEGIA DE DISEÑO DEL MODELO.....	19
9.5.    COMPETITIVIDAD.....	21
9.6.    AUDITORIA DE CALIDAD DE MANTENIMIENTO .....	22
9.7.    RECOLECCIÓN DE DATOS .....	23
9.8.    DIAGRAMA DE PARETO.....	24
9.9.    NORMA UNE-EN 15341.....	26
9.10.    TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	27
9.11.    SUSTENTABILIDAD EMPRESARIAL.....	28

9.12.	ESTRATEGIA DE VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN .....	29
9.13.	ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN EN LA ORGANIZACIÓN .....	30
9.14.	ESTRATEGIA DE VENTA.....	31
<b>10.</b>	<b>METODOLOGÍA A SEGUIR.....</b>	<b>32</b>
<b>11.</b>	<b>ALCANCE.....</b>	<b>34</b>
<b>12.</b>	<b>LIMITACIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>13.</b>	<b>CRONOGRAMA PROYECTADO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>36</b>
<b>14.</b>	<b>DOCUMENTACIÓN DE SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>37</b>
14.1.	OBJETIVOS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO .....	37
14.2.	LISTADO DE EQUIPOS .....	38
14.3.	ESTRUCTURA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO .....	40
14.4.	CERTIFICACIONES .....	40
14.5.	TIPOS DE MANTENIMIENTO IMPLEMENTADOS .....	42
14.6.	INTERVENCIONES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO .....	49
14.7.	CAUSAS DE FALLAS .....	51
14.8.	SOFTWARE DE MANTENIMIENTO .....	61
14.9.	INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	63
14.10.	INCORPORACIÓN DE NUEVOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO .....	70
14.11.	AUDITORÍA AL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO .....	71
<b>15.</b>	<b>PROPUESTA DEL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>77</b>
15.1.	CARACTERÍSTICAS DEL MODELO DE GESTIÓN .....	78
15.2.	GESTIÓN DE CONOCIMIENTO .....	82
<b>16.</b>	<b>ESTANDARIZACIÓN Y SEGUIMIENTOS DE PASOS .....</b>	<b>84</b>
<b>17.</b>	<b>INVENTARIO DE BODEGA.....</b>	<b>87</b>
17.1.	CODIFICACIÓN .....	88
17.2.	PROCEDIMIENTO PARA ADQUISICIÓN DE REPUESTO .....	90
<b>18.</b>	<b>ANÁLISIS FINANCIERO.....</b>	<b>94</b>
<b>19.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>99</b>

<b>20. CONCLUSIONES .....</b>	<b>101</b>
<b>21. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>102</b>
<b>22. ANEXOS.....</b>	<b>105</b>
22.1.    ANEXO 1 .....	105
<b>23. APÉNDICE.....</b>	<b>115</b>
23.1.    APÉNDICE 1 .....	115
23.2.    APÉNDICE 2 .....	121



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CENTROS DE FABRICACIÓN Y PRESENCIA MUNDIAL .....	2
FIGURA 2. SERVICIOS QUE OFRECE GUALAPACK S.A.....	3
FIGURA 3. ENVASES CON BOQUILLA PARA COMIDA DE BEBÉ. ....	4
FIGURA 4. ORGANIGRAMA GUALAPACK LATAM .....	6
FIGURA 5. PROCESO EN SERIE DEL PRODUCTIVO DE GUALAPACK COSTA RICA. ....	7
FIGURA 6. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE GUALAPACK COSTA RICA. ....	9
FIGURA 7. DESVIACIÓN ENTRE DEBIERA Y REALIDAD.....	11
FIGURA 8. DISEÑO DE ESTRATEGIA DEL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO. ....	21
FIGURA 9. PROCESO DE LA MINERÍA DE DATOS. ....	24
FIGURA 10. EJEMPLO DE CREACIÓN DIAGRAMA DE PARETO. ....	25
FIGURA 12. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL MANTENIMIENTO E INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO.....	26
FIGURA 13. CRONOGRAMA DE PRÁCTICA PROFESIONAL. ....	36
FIGURA 14. ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE GUALAPACK COSTA RICA S.A. ....	40
FIGURA 15. CHECKLIST INTERVENCIÓN DE MANTENIMIENTO OPERATIVO. REGISTRO EMPRESARIAL. ....	44
FIGURA 16. CHECKLIST MANTENIMIENTO DIARIO MÁQUINA STRAW. REGISTRO EMPRESARIAL. ....	45
FIGURA 17. CHECKLIST MANTENIMIENTO DIARIO MÁQUINA STRAW EN PROMAT. ....	46
FIGURA 18. MANTENIMIENTO PREVENTIVO- PROGRAMADO SEGÚN EL EQUIPO Y LA PERIODICIDAD. ....	47
FIGURA 19. CRONOGRAMA DE PROGRAMACIÓN DE PMP ANUAL EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN Y EQUIPOS PERIFÉRICOS.....	48
FIGURA 20. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS STRAW 76.....	52
FIGURA 21. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS STRAW 77.....	52
FIGURA 22. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS STRAW 78.....	53
FIGURA 23. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS STRAW 79.....	53
FIGURA 24. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS STRAW 80.....	54
FIGURA 25. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS STRAW 81.....	54

FIGURA 26. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS STRAW 89.....	55
FIGURA 27. DIAGRAMA DE PARETO DE AJUSTES DE FALLAS DE LAS MÁQUINAS STRAW'S.....	55
FIGURA 28. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS DE LAS MÁQUINAS STRAW'S.....	56
FIGURA 29. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS DE LA BAG ZHOU THAI.....	57
FIGURA 30. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS DE LA BAG TOTANI.....	57
FIGURA 31. DIAGRAMA DE PARETO DE AJUSTES DE FALLAS DE LAS MÁQUINAS BAG.....	58
FIGURA 32. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS DE INYECTORA 1 U19.....	59
FIGURA 33. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS DE MANEJADORA DE AIRE AHU-01.....	60
FIGURA 34. DIAGRAMA DE PARETO DE FALLAS DE MÁQUINA DE HELIO DE 3 CAMPANAS.....	60
FIGURA 35. SOFTWARE DE MANTENIMIENTO PROMAT, PLATAFORMA PRINCIPAL DE ADMINISTRADORES.....	62
FIGURA 36. DATOS PARA LOS INDICADORES MTTR, MTBF Y DETENCIONES POR MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS STRAW ENERO 2020.....	65
FIGURA 37. DOCUMENTACIÓN NECESARIA PARA REALIZAR AUDITORÍA DE CALIDAD DE MANTENIMIENTO EN VARIOS ASPECTOS.....	72
FIGURA 38. GRÁFICO RADIAL DE LOS ÍNDICES DE CONFORMIDAD OBTENIDOS EN CADA ASPECTO EVALUADO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE GUALAPACK COSTA RICA.....	73
FIGURA 39. VALORES DE REFERENCIA PARA LOS ÍNDICES DE CONFORMIDAD.....	74
FIGURA 40. MODELO DE GESTIÓN PROPUESTO PARA EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO GUALAPACK COSTA RICA.....	78
FIGURA 41. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	83
FIGURA 42. PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO Y SOLICITUDES DESARROLLADOS POR EL DEPARTAMENTO.....	85
FIGURA 43. RUTINA DIARIA PARA LOS TÉCNICOS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.....	86
FIGURA 44. ANTES Y DESPUÉS DE REALIZAR EL INVENTARIO Y REORDENAMIENTO.....	87
FIGURA 45. CODIFICACIÓN PROPUESTA PARA EL INVENTARIO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.....	89
FIGURA 46. PLATAFORMA DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIO.....	90
FIGURA 47. ACCESO PÁGINA WEB DE TÉCNICOS, SECCIÓN REVISIÓN DE ORDEN DE TRABAJO.....	91
FIGURA 48. SOLICITUD DE MATERIALES DE LA SECCIÓN REVISIÓN DE ORDEN DE TRABAJO.....	92
FIGURA 49. AGREGAR SOLICITUD DE MATERIALES EN PÁGINA WEB DE TÉCNICOS PROMAT.....	93

FIGURA 50. CAPEX 2020.....	98
----------------------------	----

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. METODOLOGÍA PARA LA PRÁCTICA PROFESIONAL. ....	32
TABLA 2. MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	38
TABLA 3. INTERVENCIONES DE MANTENIMIENTO Y AJUSTES REALIZADOS EN DOS AÑOS A MÁQUINAS STRAW Y BAG. .....	49
TABLA 4. INTERVENCIONES DE MANTENIMIENTO A EQUIPOS DE PRODUCCIÓN Y PERIFÉRICOS EN DOS AÑOS Y EXISTENCIA DE TERCERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO. ....	50
TABLA 5. CONTROL DE KPI'S MENSUALES DE LOS REGISTROS EMPRESARIALES DE GUALAPACK. ....	63
TABLA 6. CUADROS DE FALLAS DE CANTIDAD Y TIEMPO DE PAROS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES DE LA STRAW. ....	66
TABLA 7. CUADROS DE FALLAS DE CANTIDAD Y TIEMPO DE PAROS UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES DE BAG. ....	66
TABLA 8. OBJETIVO ANUAL EN LOS KPI'S DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO. ....	67
TABLA 9. CANTIDAD DE PAROS, TIEMPO DE PAROS DISPONIBILIDAD Y KPS'S ACUMULADOS DE STRAW.....	69
TABLA 10. CANTIDAD DE PAROS, TIEMPO DE PAROS DISPONIBILIDAD Y KPS'S ACUMULADOS BAG. ....	69
TABLA 11. ÍNDICES DE CONFORMIDAD POR ASPECTOS EVALUADOS AL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO GUALAPACK COSTA RICA S.A. ....	73
TABLA 12. GASTOS MENORES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO. ....	95
TABLA 13. GASTOS MAYORES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.....	96
TABLA 14. TOTAL DE GASTOS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y PAGOS A TERCEROS MENSUAL. ....	97

## **Resumen**

El proyecto consiste en realizar el diseño de propuesta de modelo de gestión de mantenimiento para el Departamento de Mantenimiento de Gualapack Costa Rica S.A., una empresa internacional líder en bolsas verticales con boquilla prefabricadas para uso alimenticio y no alimenticio, en la cual su principal producción es la fabricación de empaques para alimentos de bebés.

Las características del enfoque de la gestión de mantenimiento se dirigen al cumplimiento de estándares, distribución de responsabilidades, trabajo en equipo, desarrollo de capital intelectual humano, confiabilidad operacional, análisis de fallas y toma de decisiones según la situación actual de la empresa, que se determinó por medio de una auditoría de calidad de Santiago García, que proporciona la clasificación de buen mantenimiento y las oportunidades de mejora de las áreas con menor puntaje como lo es el aspecto de los manejos del inventario.

Además, se determina la veracidad de los indicadores existentes y se propone la incorporación de un KPI de carácter económico para el cumplimiento de la norma UNE-EN 15341, que viene a contribuir a la sustentabilidad de la gestión del mantenimiento en conjunto con los miembros de la organización para el cumplimiento de las expectativas tanto de los clientes como de la empresa.

**Palabras claves:** Mantenimiento, Modelo, Gestión, Organización, Fallas.

## **Abstract**

The project consists of carrying out the design of a maintenance management model proposal for the Maintenance Department of Gualapack Costa Rica S.A., a leading international company in vertical bags with prefabricated mouthpieces for food using and not using, which its main production is manufacturing of packaging for baby food.

The characteristics of the maintenance management approach are directed to compliance with standards, distribution of responsibilities, teamwork, intellectual capital improve, operational reliability, failure analysis and decision-making according to the current situation of the Company. This was determined through a quality audit of Santiago García, who provides the classification of the good maintenance and opportunities for improvement in the areas with the lowest score, such as the inventory management aspect.

In addition, the veracity of the existing indicators is determined and the incorporation of an economic KPI is proposed for compliance with the UNE-EN 15341 standard, which comes to contribute to the sustainability of maintenance management in conjunction with the members of the organization to reach the customers' and company's expectations.

**Key words:** Maintenance, Model, Management, Organization, Failures.

### **3. Introducción**

Este proyecto trata sobre un Modelo de Gestión en Mantenimiento basado en la norma ISO 9001-2018, que busca conocer los costos operacionales y de mantenimiento, actividades de administración operativa, mejora continua en los procesos y estrategias de optimización para el aprovechamiento de los recursos disponibles del negocio, además que direcciona con facilidad al cumplimiento de los valores de Gualapack Costa Rica ante la competitividad y la toma de decisiones con criterio ingenieril.

Se realiza una evaluación de calidad de mantenimiento, que se vincula con la norma ISO 9000 elaborado por el autor Santiago Garrido en donde se evalúan la evolución del Departamento de Mantenimiento en los aspectos de mano de obra, materiales, medios técnicos, métodos de trabajo, resultados, seguridad e impacto en el medio ambiente, además, establecer los indicadores de mayor importancia por la norma UNE-EN 15341 y los requerimientos para lograr la sustentabilidad de la empresa según su misión y visión con la finalidad de ayudar con el control y el análisis en la Gestión de Departamento de Mantenimiento, midiendo la efectividad del operario, disminuyendo la pérdida de tiempo por traslado, mayor aprovechamiento de espacio físico, disminución de gastos y mejoras continuas de los procesos.

#### 4. Reseña de la Empresa

Gualapack es una empresa internacional que cuenta con plantas de producción en Ucrania, México, Rumania, China, Italia (sede), USA, México, Brasil, Chile y Costa Rica. En el mes de setiembre de 2013 se abrieron las puertas de la planta de producción en el Parque Industrial Z en la provincia de Cartago, esta decisión fue tomada en referencia a la ubicación geográfica y la facilidad de acceso por vía marítima.



Fuente: Gualapack. (2019).

Figura 1. Centros de fabricación y presencia mundial

Gualapack tiene liderazgo en el mercado debido al conjunto de tecnologías de solución de embalaje, que abarca desde embalaje flexible y moldeo por inyección hasta diseño de líneas de fabricación y llenado. Además, de ser reconocido a nivel mundial como líder en bolsas verticales con boquilla prefabricadas para uso alimenticio y no alimenticio. Los productos a los que se dedica la empresa a producir son laminados (para comida de bebés, bebidas y

alcohol, café, solubles y polvos, cosmética y belleza, yogures y productos lácteos, purés de frutas y snacks, comida para mascota, productos farmacéuticos y médicos, comida pre-cocida, salsas y aliños, cuidado del hogar y bloqueadores), bolsas prefabricadas (como bolsas verticales, envases con boquilla y PepUp), boquillas y tapones líneas de llenado.

Gualapack Costa Rica es una maquila de formado de empaques alimenticios, ensamble, fabricación de tapas y boquillas en polietileno, que se dedica a la producción de empaques alimenticios para colados.



Fuente: Gualapack. (2019).

Figura 2. Servicios que ofrece Gualapack S.A.





Fuente: Gualapack. (2019).

Figura 3. Envases con boquilla para comida de bebé.

La empresa cuenta con:

#### 4.1. Visión:

Crecer de manera sostenible compitiendo con los mejores.

#### 4.2. Misión:

- Soluciones de alto rendimiento en empaques flexibles son nuestra experiencia.
- Calidad, servicio e innovación para nuestros clientes son nuestras prioridades.
- El crossover tecnológico y los sistemas integrados son nuestras fortalezas.
- La sostenibilidad es nuestro compromiso diario.
- Invertimos en las personas que están motivadas y con talento.

#### 4.3. Valores:

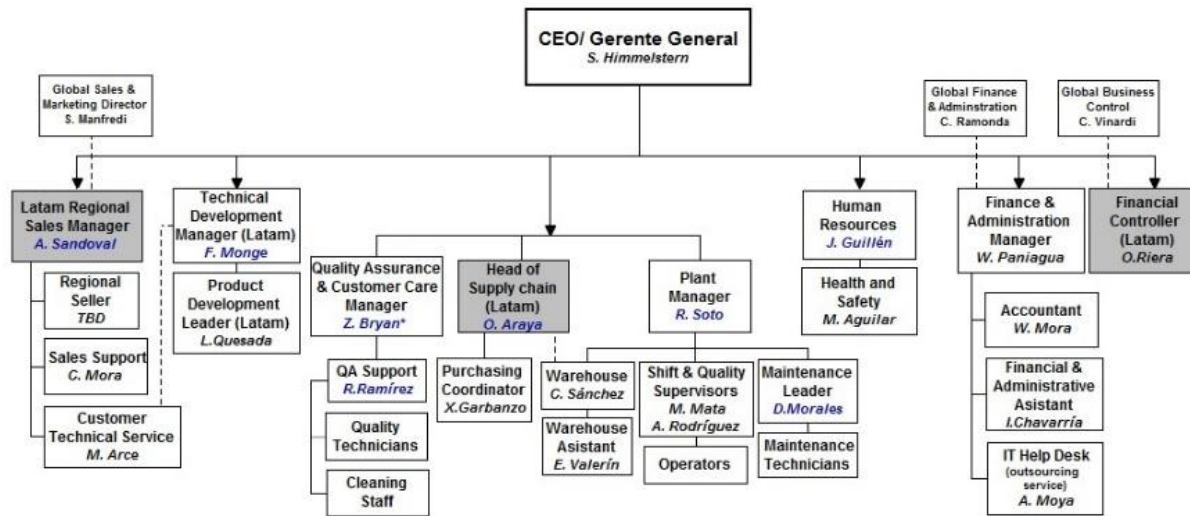
- Participación: motivar e involucrar a la gente mediante comunicación efectiva y responsabilidad compartida para perseguir objetivos desafiantes.

- Competencia: Hacer las cosas bien y rápidamente con mentalidad abierta al cambio y la diversidad.
- Positividad: Ser positivo y creer siempre en nuestros éxitos futuros y en la fortaleza de nuestras habilidades.

#### **4.4. Organigrama**

Gualapack Costa Rica S.A. tiene la siguiente estructura organizacional, en donde se muestra el gerente general para 8 departamentos específicos que entre todos realizan la administración y funcionalidad de la planta, sin embargo, para explicar la presencia del Departamento de Mantenimiento en el proceso productivo de la planta, debemos de comenzar con el jefe de planta, quién lidera a 3 departamentos, los cuales son bodega de almacenamiento, supervisores de turno y calidad y jefe de mantenimiento, quien tiene a su cargo 6 técnicos capacitados para resolver problemas en cualquiera de los equipos existentes de la planta.

## GUALAPACK COSTA RICA ORGANIZATION CHART



Based in Chile

Team HARA members  
\* Team Leader

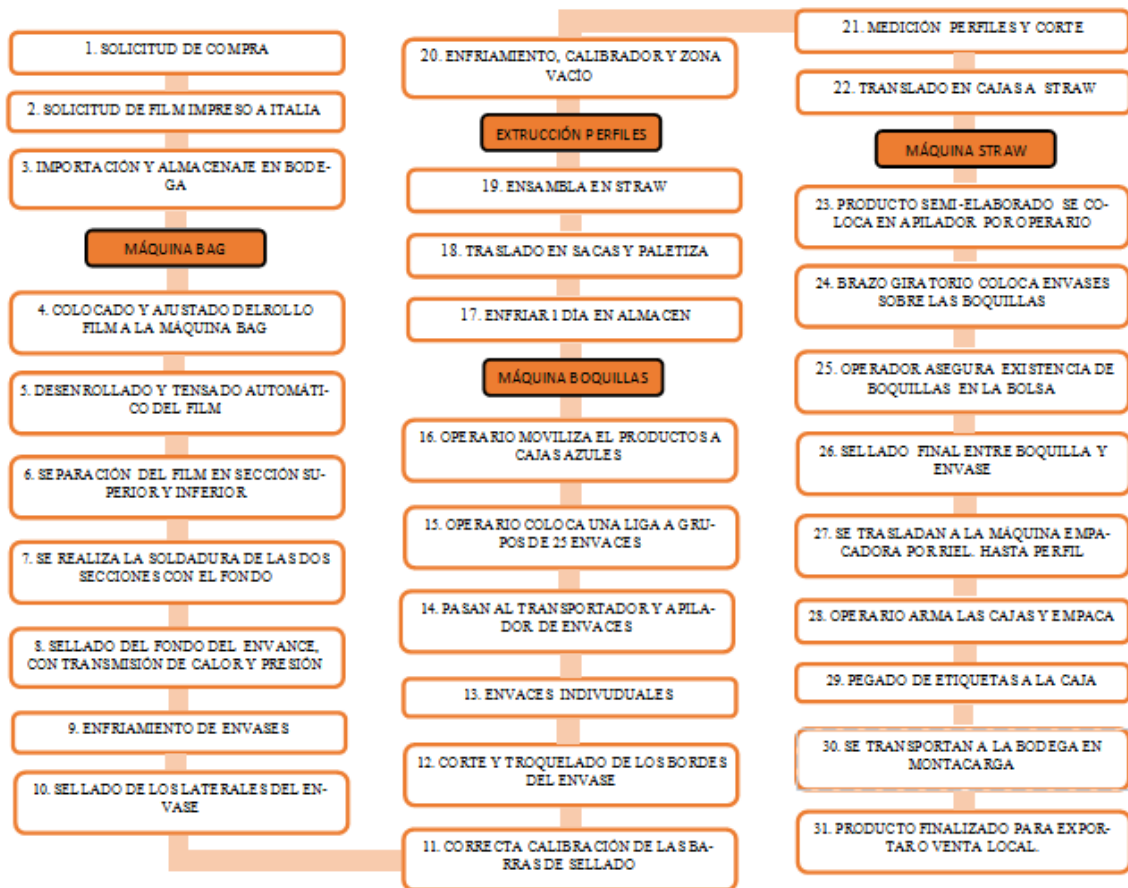
03/02/2020  
CEO/GERENTE GENERAL  
**S. Himmelstern**

Fuente: Gualapack. (2020).

Figura-4.-Organigrama-Gualapack-LATAM

#### 4.5. Descripción del proceso productivo

El proceso de producción está conformado por 31 etapas que inicia con la solicitud de compra realizada de manera digital o por orden de compra (el pedido se procesa si esta es mayor a 200 000 unidades) hasta el almacenaje para la distribución local o de exportación, como se indica a continuación:

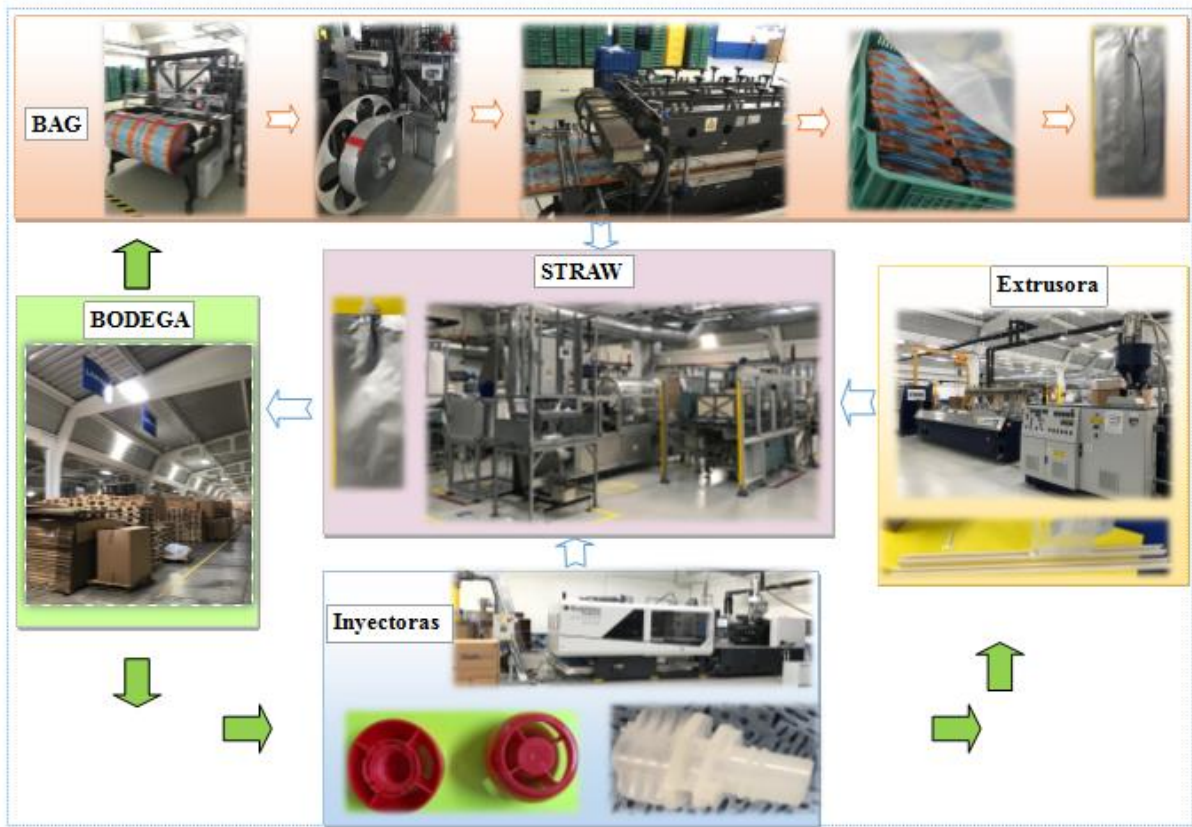


Fuente: Elaboración propia. Publisher 2016.

Figura 5. Proceso en serie del productivo de Gualapack Costa Rica.

La materia prima almacenada en la bodega son bobinas o rollos del film impresos importados de Italia (cada rollo tiene la capacidad de 2 500 y 4 000 envases) utilizados para realizar el producto semielaborado de la bolsa en las máquinas Bag, polietileno granulado para elaborar los perfiles, las boquillas y tapas en un apartado de la bodega, los otros sectores son perfiles devueltos de los clientes para ser reutilizados, material de empaque, desechos plásticos para envío a la cementera, producto nacional y producto de exportación.

Para realizar el producto semi-elaborado en las 2 máquinas Bag se debe de ajustar las dimensiones y cantidad de pistas (2 ó 4 pistas) según el formato que se va a emplear, una vez con el producto semielaborado (bolsa individual troquelada), las boquillas elaboradas por la inyectora y los perfiles elaborados por la extrusora, se incorporan a cada una de las 7 máquinas Straw y se ajusta la máquinas con los parámetros para el nuevo formato para lograr el producto terminado que es almacenado en la bodega de almacenaje para ser distribuido a los clientes.



Fuente: Elaboración propia. Publisher 2016.

Figura 6. Representación gráfica del proceso productivo de Gualapack Costa Rica.

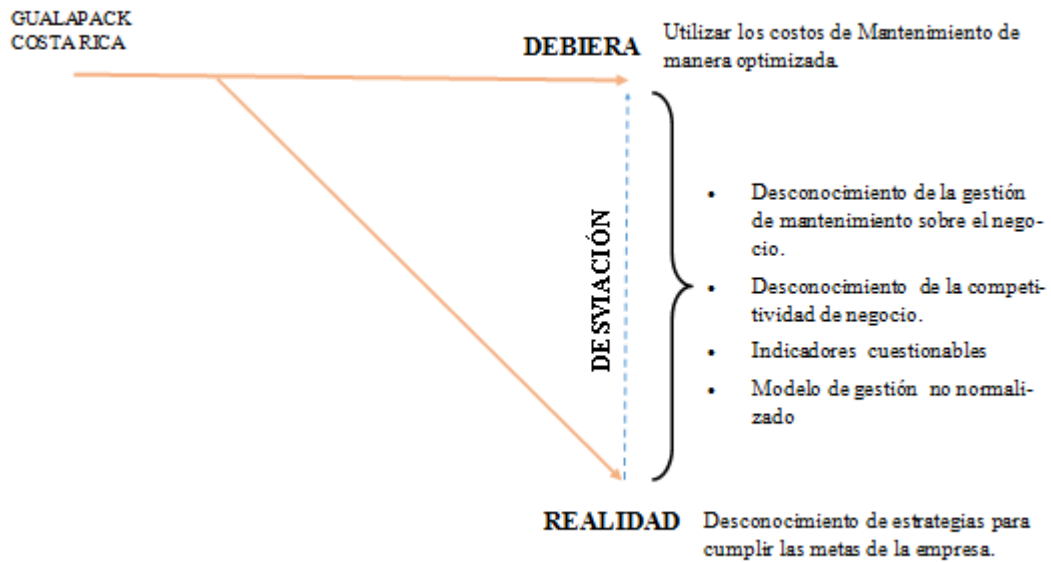
## **5. Planteamiento del problema**

### **5.1. Descripción del problema a resolver:**

La problemática presente es el desconocimiento del impacto de los costos operacionales y de mantenimiento en el negocio, aunque la empresa cuente con tres indicadores no sabe la confiabilidad de lo que está midiendo, no tiene conocimiento sobre la disponibilidad de los equipos ni el costo asociado entre ventas y gastos de mantenimiento, que como indica Cuatrecasas, L. (2012). la obtención del máximo rendimiento es a través de una buena aplicación de gestión de equipos y sistemas operacionales de la empresa.

Además, Gualapack Costa Rica desconoce la competitividad del negocio, Moreno, D. (2015) es importante considerar los factores de competitividad para considerar los aspectos cualitativos o intangibles que abarca el nivel de competencia industrial, cultura empresarial, calidad total, innovación, sistemas de tecnología, costos de labores, productividad, rentabilidad.

También, no cuenta con un modelo de gestión de mantenimiento normalizado, por lo que no va de la mano con la misión y visión de la empresa, no tiene orientación hacia donde van y la toma de decisiones son subjetivas y sin un criterio ingenieril Mena, J. (2018). La ausencia de un modelo de Gestión de Mantenimiento le permite a la empresa medir y controlar los registros de sus actividades, fijar objetivos y las metas del negocio que pueden afectar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y la calidad del servicio.



Fuente: Elaboración propia. Publisher 2016

Figura 7. Desviación entre debiera y realidad.



## **6. Objetivo General**

Diseñar un Modelo de Gestión de Mantenimiento para el cumplimiento de la misión, visión y objetivos que permita el rendimiento del Departamento de Mantenimiento y la empresa.

## **7. Objetivos Específicos**

- Determinar las características del enfoque de gestión que la empresa debería implementar con un análisis de la situación actual de la Gestión de Mantenimiento mediante la Norma ISO 9001-2008.
- Realizar auditoría de Calidad de Mantenimiento definiendo su calificación y determinando sus oportunidades de mejora.
- Determinar indicadores para el rendimiento del mantenimiento con la norma UNE-EN 15341.
- Determinar los requerimientos para la gestión de la sustentabilidad según la misión y visión de la empresa.

## **8. Justificación**

La necesidad de realizar este proyecto es tener información a partir del análisis y modelado de los resultados obtenidos de la ejecución de operaciones, debido a que da paso a la justificación de la estrategia de mantenimiento, a la renovación continua, planificación de actividades y programación que avala la producción y resultados económicos al mínimo costo, seguridad de funcionamiento, indicadores fundamentales para el proceso de mantenimiento y generar un modelo de mantenimiento sólido y eficaz. Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L. y Crespo, A. (2013).

Con la implementación de un modelo de gestión normalizado da la oportunidad de evaluar el estado inicial y determinar los cambios necesarios en el Departamento de Mantenimiento para conocer las prioridades y necesidades en cuanto al almacén de mantenimiento, recursos humanos, medios disponibles (herramientas para desarrollar la función de mantenimiento), flujo de trabajo, recursos informáticos, trato del personal y el plan de actuación existente en el departamento para la organización del personal, material para las labores e informes técnicos con la finalidad establecer y dar seguimientos a los indicadores de mantenimiento. Herrera, M. y Duany, Y. (2016).

Las zonas francas son una fuente de empleos, una ayuda para el desarrollo y crecimiento de la economía de Costa Rica, una fuente de innovación, especialización y crecimiento de tecnologías, al igual que incentiva a la formación de personal capacitado para la mano de obra requerida por las empresas. Chacón, V. & Quesada, L. (2018) evidencian que:

la Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER), el Ministerio de Comercio Exterior (COMEX) y la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE), existen

evidencias de que el régimen es socialmente rentable. Por cada \$1 de incentivo que reciben las zonas francas retribuyen al país, aproximadamente, \$6,2.

Por otro lado, la inmersión en la cuarta revolución de la industria (industria 4.0) viene a realizar un cambio en los sistemas de manufactura en todos los ámbitos de producción y servicios, que por medio de interfaces virtuales permiten realizar procesos controlados, interactivos y modificables, con la finalidad de contar con protocolos de funcionalidad para compartir datos de los equipos por medio de tecnología de conexión que facilita la identificación de errores y mejoras en el desempeño de la industria, además aprovecha la mejora del rendimiento de las fuentes de energía con tecnología limpia Marínez , M. (2018).

Las empresas que trascienden y son exitosas son aquellas compiten de manera efectiva que logran ser eficientes y eficaces, por lo que la excelencia de ello se asocia a la competitividad que se ve reflejada en la toma de decisiones, en las acciones de estrategia comercial, reducción de costos, aumento de las ganancias, innovación, mejora de los precios, productos de calidad y aprovechamiento de los recursos disponibles con que cuenta la empresa. Toda empresa competitiva lo que necesita es diferenciarse de las demás organizaciones del mercado, por lo que debe tener una constante evolución en la innovación del conocimiento, recursos, capacitación interna, gestión de procesos empresariales y determinar sus deficiencias Gordon, D. (2014).

## **9. Viabilidad**

Los recursos que brinda la empresa para ejecutar el proyecto son el apoyo del gerente de mantenimiento para la adquisición de información para realizar la evaluación de la Gestión de Mantenimiento con que cuenta la compañía y apoyo para desarrollar las actividades tanto en el Departamento de Mantenimiento como para la empresa con éxito.

Una de las herramientas tecnológicas presente en la empresa es un circuito cerrado de internet interno y un software de mantenimiento que facilita la incorporación de un sistema de recolección de datos e información.

La empresa cuenta con formatos de las hojas de chequeo, órdenes de trabajo y demás anotaciones realizadas por los operarios encargados de la realización del mantenimiento de los equipos, además cuenta con manuales de las fichas técnicas de cada equipo y mantenimientos tanto correctivos como preventivos y registros por medio de bitácora.

Gualapack al estar dentro de una zona franca, según la ley de zonas francas se le otorgan los incentivos y beneficios a la corporación, por lo que queda exenta del pago de tributos y derechos que deba pagar esto contribuye a la viabilidad financiera, por otro lado, ayuda a la sociedad por la generación de empleos y el compromiso de crear dentro del parque industrial centros infantiles para los hijos de los trabajadores en edades de 0-5 años.

## Marco teórico

### 9.1. Norma ISO 9001-2008

Es un documento normativo necesario para implantar un Sistema de Gestión de la Calidad certificable, que abarca consenso internacional de Buenas Prácticas de Gestión con el objetivo principal de que la empresa produzca productos y servicios que cumplan con los estándares y calidad de los clientes, sin embargo, esta establece qué tenemos que hacer, pero no cómo se debe hacer, por lo que da mayor flexibilidad en cuanto a la forma de desarrollar el proceso. Esta norma establece ocho principios básicos de la calidad, junto con el ciclo de Deming y el enfoque basado en procesos, a continuación, se enumeran los principios:

1. **Enfoque del cliente:** es un principio en el que el cliente es el primero, por lo que se debe realizar el esfuerzo necesario para satisfacer sus necesidades.
2. **Liderazgo:** en la empresa debe haber líderes que faciliten la creación de un ambiente en el que el personal interno se involucre en conseguir los objetivos.
3. **Participación del personal:** conseguir que el personal se involucre y se comprometa con los objetivos de la organización ayudando a la organización a que consiga sus resultados definidos.
4. **Enfoque de procesos:** la empresa tiene que determinar y gestionar los enfoques que consiguen resultados de forma eficiente.
5. **Enfoque a sistema:** identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de la empresa en conseguir los objetivos.

6. **Mejora continua:** la mejora continua del desempeño global de la empresa debe ser un objetivo permanente de esta.
7. **Decisiones basadas en hechos:** las decisiones eficientes se basan en analizar los datos y la información.
8. **Relaciones mutuamente beneficiosas:** una empresa y sus proveedores son interdependientes y una relación que es mutuamente beneficiosa.

Los beneficios de un Sistema de Gestión de la Calidad en una empresa son el incremento en la satisfacción del cliente, reducción de la variabilidad de los procesos, disminución de los costos y mayor rentabilidad en el mercado ISOTools. (2019).

Además, esta norma trata sobre los sistemas de gestión de calidad y se aplica a los sistemas de gestión de calidad de organizaciones privadas o públicas independientemente de la actividad empresarial, en donde presenta un método de trabajo excelente para la mejora de la calidad de los productos y servicios, así como de la satisfacción del cliente. Con esta estructura de alto nivel se ha logrado que los tiempos y recursos invertidos en la gestión se reduzca considerablemente, además cuenta con una estructura modifica en el 2015 que abarca los alcances, las referencias normativas, términos y definiciones contexto de la organización, liderazgo, planificación, soporte, operación, evaluación del desempeño y mejora que ayuda a garantizar la mejora de los productos y servicios comprometidos con la calidad ISOTools. (2019).

## **9.2. Gestión del Mantenimiento**

Este término incluye actividades que determinan las prioridades de mantenimiento por medio de estrategias de planificación, programación y responsabilidades en la gestión para conseguir las metas y mejoras del departamento, tomando en cuenta siempre los aspectos económicos relevantes, en donde los procesos de gestión se dividen en dos aspectos principales, los cuales son: la definición de la estrategia de mantenimiento y la implementación de la estrategia de mantenimiento. La eficacia de la gestión de mantenimiento permite minimizar los costos indirectos de mantenimiento (pérdidas de producción e insatisfacción del cliente), producir con mínimo desperdicio de recursos, minimizar los costos directos de mantenimiento y determinar el desempeño del sistema productivo C, Parra. y A, Crespo. (2015).

## **9.3. Modelo de Gestión de Mantenimiento**

La eficiencia del mantenimiento se basa en la calidad y la garantía del buen funcionamiento y productividad de los equipos, que tiene como objetivo primordial la obtención del máximo rendimiento a través de una buena aplicación de gestión de equipos, por lo que la gestión del mantenimiento de la mano de sistemas de monitorización puede demostrar mucho beneficio en cuanto al tipo de mantenimiento a seleccionar por medio de la detección y diagnóstico de las averías Cuatrecasas, L. (2012).

Para la gestión del conocimiento todas las acciones deben de formar un círculo de mejora continua con la finalidad de pasar por 4 fases, que son planificar, realizar, comprobar y actuar. Las aportaciones más sobresalientes se centran en el uso de conocimiento en

mantenimiento y la cuantificación obtenida con la mejora de información y el conocimiento estratégico que se encuentra en gran medida, por la generación de conocimientos según las aptitudes, experiencias y actividades propias de la empresa, por lo que se propicia a la creación de nuevos conocimientos por medio de metodologías, herramientas de apoyo, la cultura organizacional y el recurso humano Cárcel, F. (2015).

#### **9.4. Estrategia de diseño del Modelo**

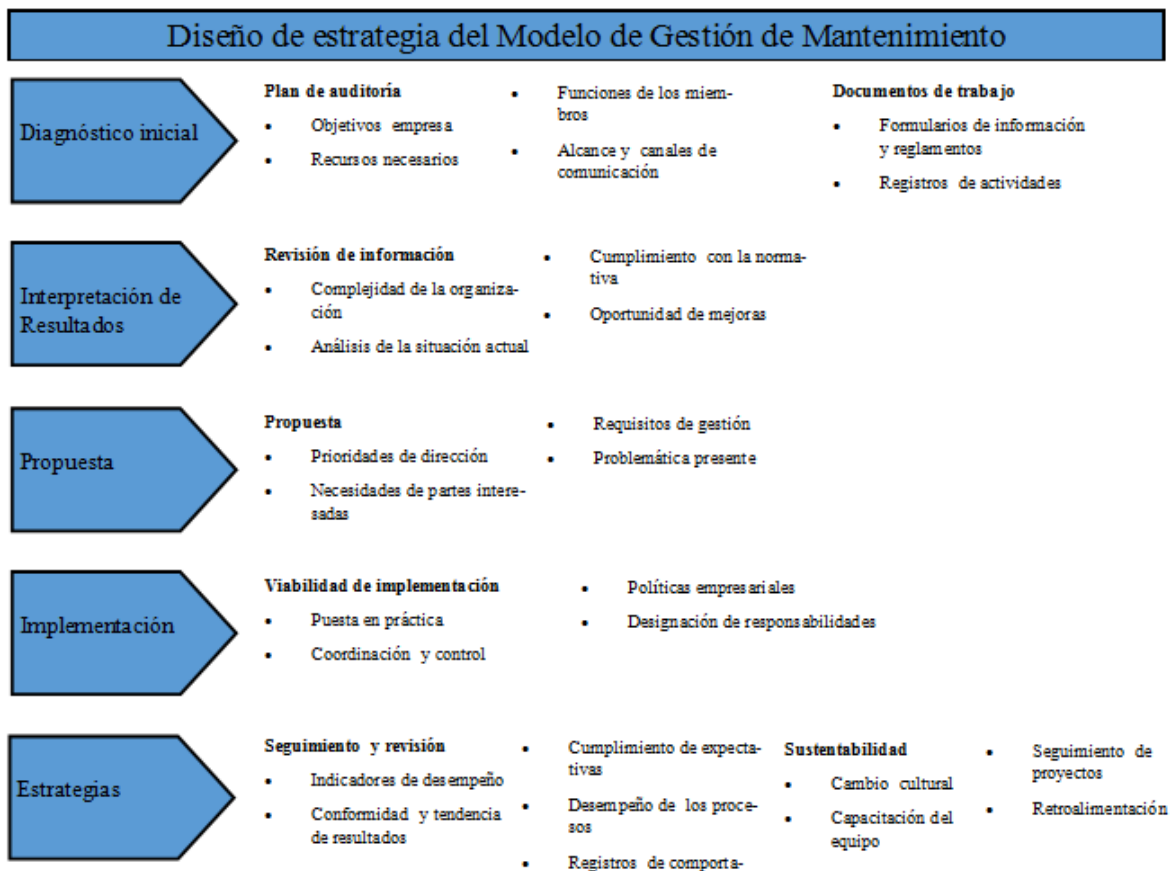
La estrategia a seguir en un modelo debería consistir en cinco procesos que nos orienten a la detección de carencias y creación de acciones para lograr la situación deseada de la empresa, que consisten en el proceso declarativo, analítico, de ejecución, de control y compromiso y por último el proceso de compensación, en donde cada uno de ellos tiene sus definiciones:

1. **Proceso declarativo:** Se expresa la situación de objetivos deseada de la organización y se generan directrices que permiten diseñar el proceso de construcción, al mismo tiempo que se establece una instancia comunicacional para la generación de compromiso en el desarrollo. Debe responder ¿Qué es lo que voy a hacer? ¿Dónde me gustaría que estuviera la empresa?
2. **Proceso analítico:** Se analiza la comprensión de la situación actual interna de los sistemas que conforman la organización mediante herramientas de auditoría, que nos permita la búsqueda de oportunidades de mejoras en la rentabilidad actual y siempre de la mano de las expectativas de la empresa, con esto se pretende la generación de estrategias.



3. **Proceso de ejecución:** Corresponde a la estrategia de acción, partiendo de los resultados obtenidos en el proceso analítico, que consisten a programas o proyectos que pueden ser realizados a corto o largo plazo con una estrategia genérica adaptada a las necesidades de la organización de manera sustentable, consistente y capaz de involucrar la dinámica ambiental.
4. **Proceso de control y compromisos:** Permite realizar una retroalimentación por medio de metodologías criterios de comportamientos, detección de disconformidades, cumplimiento con la situación deseada, directrices estratégicas en la organización y gestión de inversiones con la utilización de indicadores que observen los comportamientos de la calidad, producción y estado financiero.
5. **Proceso de compensación:** Es la que se encarga de realizar las transformaciones de la organización con respecto a la motivación de las personas, lo que busca lograr son acciones que apoyen el éxito de la organización con participación, trabajo en equipo, reconocimiento del aporte personal, eliminar las incongruencias en la evaluación y valorización del mercado de trabajo, Jofré, E. (2002).

Basado en los procesos anteriores, se muestra una generación de diseño para realizar el modelo de gestión dentro de la empresa con la finalidad de abarcar los ámbitos necesarios:



Fuente: Elaboración propia. Publisher 2016.

Figura 8. Diseño de estrategia del Modelo de Gestión de Mantenimiento.

## 9.5. Competitividad

Para la OCDE (Citado en Ibarra, M., González, L. y Demuner, M. (2017)) la competitividad empresarial se basa en la administración exitosa de los flujos de producción, inventarios y componentes, la integración triunfante de la planeación de mercado, actividades de investigación y desarrollo, diseño, manufactura, ingeniería, el desarrollo económico, la capacidad de incorporar cambios en la demanda y evolución de los mercados, fomentación de

los programas productivos que faciliten la integración y asociación entre empresas y desarrollo de esquemas para establecer los proveedores y distribuidores dentro de una cadena de valor.

Los indicadores que ayudan a la mejora de competitividad son eliminar desperdicios o actividades que no dan valor agregado a los clientes, alertas tempranas para aquellos procesos que funcionan fuera de la orientación del negocio y la producción eficiente y efectiva de la funcionalidad de la compañía influyendo los costos. También es importante detectar las pérdidas de mantenimiento relacionadas con el mantenimiento por sobreproducción, los tiempos de espera, el tiempo perdido por traslados y transporte, procedimiento burocráticos o exceso de trámites, mal uso de software, exceso de inventario, falta de tareas de mantenimiento, falta del control de información y uso inadecuado o desperfectos de las herramientas Gómez, L. (2017).

#### **9.6. Auditoría de Calidad de Mantenimiento**

Es una herramienta para identificar las posibilidades de mejora y optimización en donde se compara la situación actual del departamento de mantenimiento de la empresa con estándares de excelencia, esta es implementada por García, S. (2003), con lo que obtenemos el índice de conformidad que nos indica que si el porcentaje es del 100%, el departamento está realizando el trabajo como indican los estándares pero si es del 0% indica que no se está realizando un trabajo estandarizado. Esta auditoría considera aspectos como mano de obra, materiales, medios técnicos, métodos de trabajo y resultados, la seguridad y el impacto medioambiental, cabe resaltar que el trabajo de campo es el más importante para el conocimiento de los equipos, almacenes y personal de mantenimiento. Esta auditoría cuenta

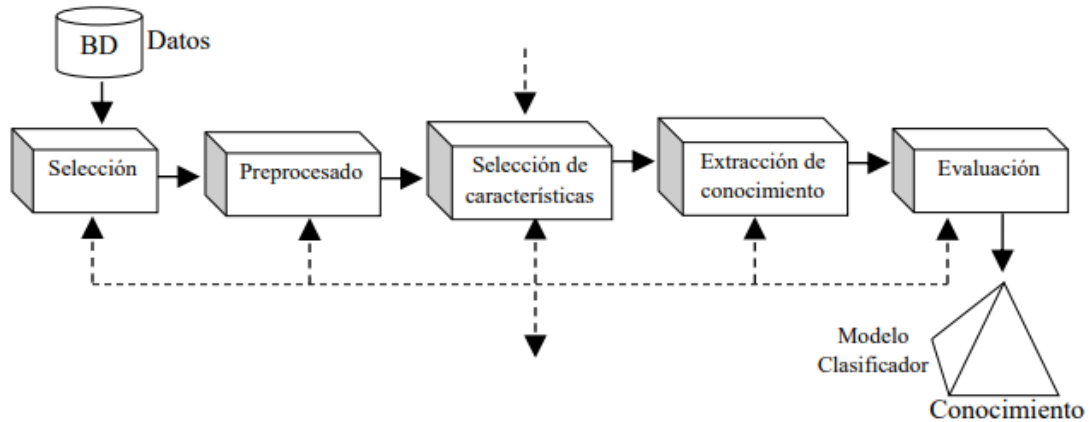
con un cuestionario de 100 preguntas referidas a los aspectos mencionados anteriormente, sin embargo, el encargado de realizar la auditoria puede realizar cambios (seleccionar o añadir preguntas) para ajustar más a las condiciones presentes al lugar a aplicar la auditoria, esta tiene una rúbrica de calificación de 0 a 3, en donde 0 corresponde si el aspecto considerado en la pregunta está ausente o se alcanza muy deficientemente, 1 corresponde si el aspecto considerado se alcanza deficientemente, 2 si se alcanza, aunque aún puede mejorar y 3 si se alcanza de forma óptima , al final se suman los puntos obtenidos y se divide entre la máxima puntuación alcanzable (3 puntos/pregunta x cantidad de preguntas) y se realiza la siguiente fórmula García, S. (2003):

$$\text{Índice de conformidad} = \frac{\text{Puntos obtenidos}}{\text{Máxima puntuación posible}} \times 100$$

### **9.7. Recolección de datos**

La técnica de recolección de datos tiene mucho valor estratégico en cuanto al almacenamiento de información y la capacidad de analizarlos, por lo que se requiere que la dependencia de una persona con dominio y conocimiento sobre los criterios de rendimiento para obtener resultados homogéneos, las variaciones a lo largo del tiempo, una interpretación de lo que se está midiendo y la funcionalidad de los datos adquiridos. Es evidente que el análisis de datos ha cambiado recientemente y adquirido una mayor importancia, que históricamente el desarrollo de la estadística ha proporcionado, por medio del análisis de datos y la correlación y dependencia, sin embargo, gracias a esto se ha permitido el rápido descubrimiento sobre el conocimiento con bases de datos, nuevas técnicas de software y métodos matemáticos,

que es donde actualmente las empresas están orientadas debido a que los negocios mundiales son más competitivos y los datos cada vez cobran más vida, se han convertido en información vital para la toma de decisiones Beltrán, B. (2016).



Fuente: Beltrán, B. (2016).

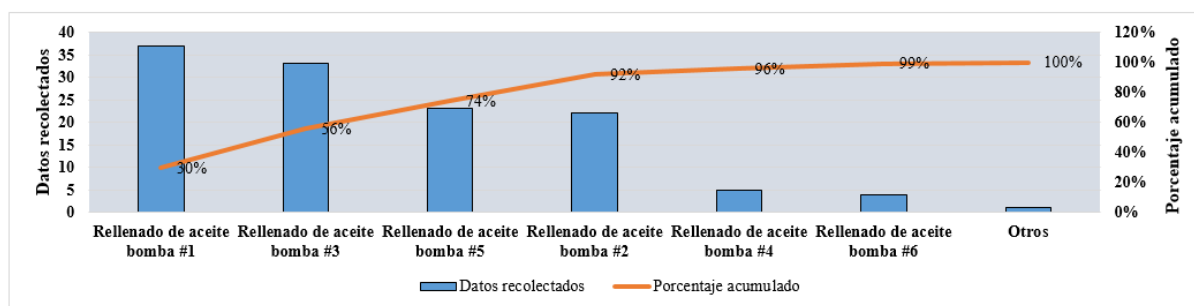
Figura 9. Proceso de la minería de datos.

### 9.8. Diagrama de Pareto

Es una gráfica que organiza valores según el orden de prioridades por medio de barras que van de mayor a menor para determinar los problemas más graves e identificar los puntos de mejora visibles cumpliendo con la regla de 80/20, que consiste el 80% de los defectos de un producto se debe al 20% de las causas o acciones. Los elementos del diagrama están divididos en tres ejes, el eje Y izquierdo es la frecuencia de la ocurrencia, el eje X son los defectos o causas que presenta el equipo y el eje Y derecho es el porcentaje acumulado del número total de ocurrencias, para llegar a introducir los datos en el diagrama primero se tiene que seleccionar el objeto de estudio, realizar un listado de los problemas encontrados y ordenador

la frecuencia o número de veces que ocurrió la falla de manera decreciente, luego se realiza la frecuencia acumulada (se suma la frecuencia anterior a la siguiente), para proseguir con los porcentajes unitarios con la fórmula  $\frac{\text{Frecuencia}}{\text{Total de frecuencias}} * 100$  y por último realizar el acumulado de los porcentajes. Parra, A. (2019).

Posición real (Causas y datos ordenados)	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1 Rellenado de aceite bomba #1	37	37	30%	30%
2 Rellenado de aceite bomba #3	33	70	26%	56%
3 Rellenado de aceite bomba #5	23	93	18%	74%
4 Rellenado de aceite bomba #2	22	115	18%	92%
5 Rellenado de aceite bomba #4	5	120	4%	96%
6 Rellenado de aceite bomba #6	4	124	3%	99%
7 Otros	1	125	1%	100%



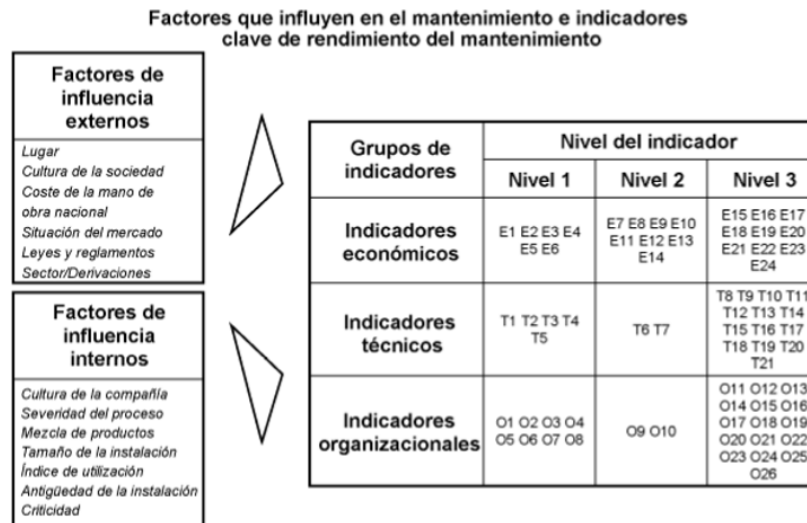
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Ejemplo de creación diagrama de Pareto.

Los diagramas de Pareto sirven para la toma de decisiones sobre las fallas más importantes, facilita el estudio de las fallas industriales, ayuda a resaltar la importancia y esfuerzos en las causas de un problema al separar de los más triviales los más importantes, agregando las ventajas como la identificación de los elementos para priorizar, unificación de los criterios para la toma de decisiones basadas en datos, no requiere cálculos complejos y tiene un impacto visual claro que permite el análisis y comparación sencilla Gómez, L.(2017).

## 9.9. Norma UNE-EN 15341

Es una norma española de mantenimiento para los indicadores clave de rendimiento del mantenimiento que apoya al éxito de la gestión y empleo de activos técnicos de manera competitiva en aspectos económicos, técnicos y organizacionales, los indicadores deberían de utilizarse para medir el estado, realizar comparaciones (referencias internas y externas), realizar diagnósticos (análisis de fuerzas y debilidades), identificar objetivos y definir metas a alcanzar, planificar acciones de mejoras y medir los cambios de manera continua en el tiempo. El indicador permite a la organización evaluar el rendimiento, comparar rendimiento, identificar fortalezas y debilidades, controlar el avance y los cambios en el tiempo, planificar estrategias y acción y divulgar resultados con el objetivo de informar y motivar a las personas Norma española UNE-EN 15341 (2008).



Fuente: UNE-EN 15341. (2008).

Figura 11. Factores que influyen en el mantenimiento e indicadores clave de rendimiento del mantenimiento.

Cada compañía puede seleccionar la magnitud y número de niveles, los niveles no indica la importancia solo recae a una estructura jerárquica, dependiendo para la utilización que se requiera como medir la línea de producción, obtención de un dato confiable, actividades de mantenimiento, rendimiento, etc. Los grupos de indicadores y los niveles se pueden observar en el Apéndice 1.

### **9.10. Tipos de mantenimiento**

**Mantenimiento Correctivo:** se realiza para reparar los daños encontrados cuando una máquina no funciona, en donde consiste en restaurar la confiabilidad del sistema al estado original, además la información sobre los daños en el equipo tiene que ser registrada con la finalidad de llevar un manejo de la información sobre las reparaciones realizadas. Algunas ventajas del mantenimiento correctivo son reducción de mantenimientos de emergencia, aumento de la disponibilidad de la planta, reducción de tiempos de inactividad, mejor utilización de las instalaciones y disminución de probabilidad de accidentes, es importante agregar que hay dos tipos de mantenimiento correctivo que consiste en mantenimiento correctivo planificado (es cuando se sabe con anterioridad que el equipo debe ser reparado) y mantenimiento correctivo no planificado (se elabora cuando el equipo no funciona o se debe de intervenir de emergencia). Tecs Energy expertise (2020).

**Mantenimiento preventivo:** Pretende mantener el nivel deseado en los equipos, interviniendo sin importar que el equipo no haya o presente algún problema, se realiza la programación del mantenimiento de los puntos más delicados en el momento más oportuno Renovatec (2012).



**Mantenimiento programado:** se realiza siguiendo un cronograma establecido de acuerdo a una periodicidad precisa o según el requerimiento del equipo sin importar el estado de la máquina o el sistema productivo, sin embargo, algunas veces este tipo de mantenimiento inducen a averías que el equipo no presenta, además de que tiene un costo alto asociado y no justificado pero por otro lado no se puede dejar de lado debido a que se dispone de tiempo concreto para realizar el mantenimiento y se necesita asegurar la producción Renovatec (2012).

**Mantenimiento autónomo:** es realizado por los operarios que trabajan diariamente con los equipos, esto incluye actividades como intervenciones menores, cambio de piezas, solución de problemas básicos de los equipos y acciones que mantengan las máquinas en las mejores condiciones de funcionamiento o menor tiempo de paros. Este mantenimiento requiere de una previa capacitación de los procedimientos estandarizados a seguir preparados anticipadamente por parte de los encargados y concientizar a los trabajadores que ellos con los encargados del equipo por el contacto directo diario y conocimiento operativo de las máquinas Romro, J. (2012).

### **9.11. Sustentabilidad empresarial**

La ISO 14001 hace referencia a la relación directa existente entre el desarrollo sostenible con la organización y medio ambiente considerando la forma compatible de minimización del deterioro ambiental con la continua evolución, lo que propone es informar a la alta dirección de la organización sobre la situación ambiental provocada por la planta de

fabricación para la toma de decisiones con conocimiento, cumplimiento con las normas ambientales y manejo de desechos de una forma sostenible. Así mismo, permite a la empresa conseguir y mantener las condiciones de operación, ofrecer respuesta de eficiencia en disposición legal, social, financiera y competitivas ISOTools (2019).

El desarrollo sustentable es una idea de administrar de forma eficiente y racional los recursos naturales, de tal manera que sea posible mejorar el bienestar de la población y que muchas veces las empresas visualizan como un desafío que puede afectar su competitividad al no percibir su carácter estratégico, por lo cual el objetivo principal de cualquier estrategia de sustentabilidad es alcanzar un crecimiento económico que conserve las bases naturales. Se debe analizar el desempeño de la organización desde cuatro perspectivas complementarias Carro, J., Reyes, B., Rosano, G., Garnica, J. y Pérez, B. (2017)., que son:

1. **La económica:** necesidad de que la empresa sea rentable para perdurar en el tiempo.
2. **La social:** para atender los impactos tanto internos como externos que pudieran presentar las operaciones de la empresa.
3. **La ambiental:** para cuidar el impacto que pudiera ejercer la operación de la empresa sobre el ambiente y los recursos naturales.
4. **La institucional:** fomenta su desarrollo como parte de la cultura empresarial.

### **9.12. Estrategia de viabilidad de implementación**

Hay aspectos y características necesarias para una organización para considerarse un sistema viable, que se establecen en dos ámbitos que son el estructural y el funcional (el

principal), para comenzar el sistema se debe de realizar actividades básicas para la operación de la organización para el cumplimiento de los objetivos de la empresa siempre con un encargado de dirigirla y monitorear las actividades, se debe de realizar subsistemas de comunicación con los diferentes departamentos y el departamento general o de nivel superior que controle el ambiente interno para el ajuste de los logros y planes de acción por medio de directrices o políticas de actuación para toda la organización, con la finalidad de crear un sistema autónomo que logre captar la información exclusiva, evite la sobre carga de comunicación, revalúe los planes, integre el sentido de integración y cooperación para el cumplimiento de las expectativas de la empresa Palma, J. y Jiménez, H. (2013).

### **9.13. Estrategia de comunicación en la organización**

Para desarrollar una buena estrategia es necesario conocer los criterios a los que se debe de responder en cuanto al comportamiento y trato hacia todo tipo de público, para ello se requiere que esta comunicación sea planificada y diseñada para que los mensajes de la empresa no sean arbitrarios y se logre no sólo una imagen o publicidad de la organización, sino que un sistema tanto interno como externo de gestión con objetivos, soporte y metodología que integren los valores de la compañía con permanencia en el tiempo. Para ello se debe adaptar una identidad de valores corporativos, generar buena relación con el entorno que rodea la organización, involucrar a todo el personal (son los transmisores de la identidad corporativa), acompañar y motivar a los empleados y por último desarrollar una comunicación estratégica y sencilla de acción comunicativa Berenguer, J. (2016).

#### **9.14. Estrategia de venta**

Actualmente, la empresa está abriendo las puertas a la sucursal en Chile, a consecuencia se vio económicamente afectada, debido a que varios clientes fueron trasladados a esta sede y hubo recortes significativos de presupuesto. Por lo que la empresa necesita reactivar las actividades y adquirir más clientes, sin embargo, a nivel interno no tiene conocimiento de los costos de gestión de mantenimiento, si los indicadores de mantenimiento son los adecuados o por qué el presupuesto se vio afectado por la apertura de otra sede. Por lo que se necesita un proceso de aplicación de estrategia que solucione el problema presente que se puede abarcar por medio del Modelo de Gestión que involucra el diagnóstico de la situación actual y la deseada por la organización, permite la evaluación de los resultados, búsqueda de oportunidades de mejora y planteamiento de propuestas, nos da libertad de generar estrategias de implementación, sustentabilidad y comunicación en la compañía como anteriormente se ha mostrado a lo largo del marco teórico.

## 10. Metodología a seguir

Tabla 1. Metodología para la práctica profesional.

Objetivo	Actividad	Entregables
<p>1. Determinar las características del enfoque de gestión que la empresa debería implementar con un análisis de la situación actual de la Gestión de Mantenimiento mediante la Norma ISO 9001-2008.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un reconocimiento y levantamiento de planta para codificación de equipo existente del proceso productivo.</li> <li>• Solicitar información para la evaluación de la Norma ISO 9001-2008 al jefe del Departamento de Mantenimiento.</li> <li>• Analizar los resultados obtenidos de la evaluación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de los activos existentes.</li> <li>• Información recolectada de la situación actual de la empresa.</li> <li>• Grado de cumplimiento de la norma ISO 9001-2008.</li> </ul>
<p>2. Realizar auditoría de Calidad de Mantenimiento definiendo su</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar la misión y la visión para direccionar qué es lo que realmente busca la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación de los datos obtenidos.</li> <li>• Diagnóstico</li> </ul>

<p>calificación y determinando sus oportunidades de mejora.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar seguimiento a los aspectos importantes de cada una de las perspectivas.</li> </ul>	<p>inicial de la situación actual del departamento.</p>
<p>3. Determinar indicadores para el rendimiento del mantenimiento con la norma UNE-EN 15341.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar sí los indicadores existentes se pueden seguir utilizando o se cambian.</li> <li>• Proponer un plan de gestión de mantenimiento, lista de mejoras y procedimientos de operación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de los indicadores existentes con la expectativa de la empresa.</li> <li>• Propuesta de solución para la mejora del departamento.</li> </ul>
<p>4. Determinar los requerimientos para la gestión de la sustentabilidad según la misión y visión de la empresa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar el requerimiento técnico para resolver la problemática de equipo</li> <li>• Delimitar la necesidad y el alcance en el equipo, por medio de recursos existentes y actividades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La viabilidad de implementación la solución del problema.</li> <li>• Disponibilidad de equipos y personal según los recursos.</li> </ul>

## **11. Alcance**

- a)** Desarrollar una propuesta de modelo de gestión que permita al Departamento de Mantenimiento cumplir con su visión y misión dentro de la empresa.
- b)** Conocer el grado en que se encuentra la empresa en la Gestión de Mantenimiento normalizada y el conocimiento de los equipos existentes
- c)** Determinar la validez de los indicadores existentes en la empresa según procedimientos de operación y necesidades características del proceso.
- d)** Crear conciencia a través de la sustentabilidad de la empresa con el medio ambiente y las normas de mejora continua.
- e)** Analizar la toma de decisiones bajo criterios de peso, situación real del estado de las máquinas y razones ingenieriles.
- f)** Identificar recursos existentes y actividades del Departamento de Mantenimiento.

## **12. Limitaciones**

- a)** Eventual resistencia al cambio por parte de los operarios para desarrollar las técnicas de mantenimiento, que es un factor importante para que se desarrolle de manera satisfactoria, por lo que se va a incentivar capacitaciones y peticiones de directrices impuestas por el jefe del departamento.
- b)** La contingencia de participación del personal en el desarrollo del proyecto por sus actividades designadas, se va a mitigar organizando y planificando actividades específicas para el personal sin interferir con las diligencias iniciales.
- c)** Disponibilidad del jefe de departamento y personal del Departamento de Mantenimiento para el desarrollo del proyecto, por lo que se propone realizar programar reuniones con el equipo.



### 13. Cronograma proyectado del desarrollo del proyecto

Tecnológico de Costa Rica																
Escuela de Ingeniería Electromecánica																
Cronograma de Práctica Profesional Primer Semestre 2020																
Estudiante: Lorea Dayana Salazar Quirós E-mail: loresalazqui@gmail.com								Departamento de Mantenimiento de Gealpack Costa Rica S.A.								
No.	Actividad	Semana														
		16-02-20	17-02-20	24-02-20	02-03-20	09-03-20	16-03-20	23-03-20	30-03-20	06-04-20	13-04-20	20-04-20	27-04-20	04-05-20	11-05-20	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Recopilación de información existente	■	■	■	■											
2	Auditoría de Mantenimiento Santiago Garrido					■										
3	Analizar los resultados obtenidos de la evaluación.					■	■									
4	Verificación de indicadores existentes y modificación de existente con Norma UNE-EN 15341							■	■							
5	Desarrollo de marco teórico						■	■	■	■						
6	Propuesta de Modelo de Gestión de Mantenimiento									■	■					
7	Proponer un plan de gestión de mantenimiento, lista de mejoras y procedimientos de operación.										■	■				
8	Análisis de alimentación a bases de datos PROMAT con información existente								■	■	■					
9	Redacción de Análisis de resultados									■	■	■	■			
10	Consideraciones adicionales por posibles correcciones												■	■		
11	Entrega el borrador impreso del informe final al profesor guía.														■	■
12	Profesor guía solicita por correo a estudiante resumen ejecutivo.															■

Fuente: Elaboración propia. Microsoft Excel

Figura 12. Cronograma de práctica profesional.

## **14. Documentación de situación actual**

### **14.1. Objetivos del departamento de mantenimiento**

- a) El área de mantenimiento procura agilizar el proceso de mantenimiento para extender la vida útil de los activos y mejorar la productividad, buscando evitar el costo improductivo no planificado.
- b) Debe administrar el inventario en cantidades apropiadas, en el lugar correcto y en el momento oportuno de adquisición.
- c) Anticipar y mitigar los problemas de cumplimiento de la normativa de seguridad.
- d) Mejorar el nivel de satisfacción del usuario y la calidad de atención.
- e) Lograr óptima aplicación del presupuesto anual en los rubros de repuestos y consumibles.
- f) Optimizar con criterios de eficiencia, eficacia y calidad en el mantenimiento de los activos.
- g) Mejorar la gestión para garantizar la recuperación en los costos.
- h) Mejorar la productividad de los empleados, para que sea una experiencia agradable en el puesto de trabajo.

## 14.2. Listado de equipos

La empresa cuenta con la lista de equipos correspondiente a la Tabla 1., cada equipo tiene un manual de uso y ficha técnica correspondiente tanto físico como digital, además los mantenimientos e intervenciones a los equipos tiene dos modalidades, la principal es realizada por técnicos de la empresa y otra parte minoritaria es realizado por tercerización.

**Tabla 2. Máquinas y equipos**

<b>Listado de equipos de planta</b>	
<b>1. Straw 76</b>	<b>17. Manejadora de Aire (AHU-01)</b>
<b>2. Straw 77</b>	<b>18. Chiller 4 ton (1)</b>
<b>3. Straw 78</b>	<b>19. Chiller 4 ton (2)</b>
<b>4. Straw 79</b>	<b>20. Chiller 90 ton (3)</b>
<b>5. Straw 80</b>	<b>21. Compresor Boge de 75 hp</b>
<b>6. Straw 81</b>	<b>22. Compresor Atlas Copco de 50 hp</b>
<b>7. Straw 89</b>	<b>23. Secador 1 Boge</b>
<b>8. Bag Totani</b>	<b>24. Secador 2 Donaldson</b>
<b>9. Bag Zhou Thai</b>	<b>25. Separador de condensados</b>
<b>10. Molde "L" boquillas</b>	<b>26. Bombas de vacío</b>
<b>11. Molde "S" Tapas</b>	<b>27. Paletizadora</b>
<b>12. Inyectora 1</b>	<b>28. Estibadora Eléctrica</b>
<b>13. Inyectora 2</b>	<b>29. Transformador TP01</b>
<b>14. Máquina de extrusión</b>	<b>30. Paneles eléctricos</b>

<b>15. Máquina Helio 3 Campanas</b>	<b>31. Edificios e infraestructura</b>
<b>16. Bomba contra incendios</b>	<b>32. Tanque de aire comprimido Sylvan</b>

Fuente: Elaboración propia.

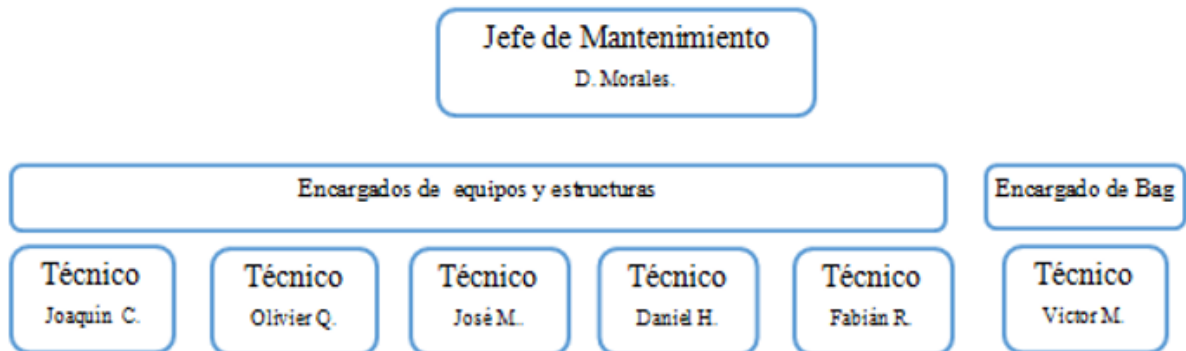
Las máquinas del proceso productivo del producto son las máquinas Bag (Pouch Making Machine) que se encarga de producir el producto semi-elaborado que consiste en el formado y sellado del envase en tres lados con una tasa de producción superior a los 200 empaques por minuto, la Straw se encarga de ensamblar y sellar las boquillas realizadas en la inyectora de boquillas con el producto semi-elaborado de las Bag individualmente por medio de un proceso de calor y presión de seis estaciones de cabezales, donde luego de pasar por la prueba de vacío son acomodadas en los perfiles creados en la máquina de extrusión, para ser trasladados a la empacadora.

Los equipos necesarios para que el proceso productivo funcione de manera correcta y sin interrupciones consta de los siguientes equipos: una bombas de vacío, trabajan de manera intermitente por lapsos de tiempo, debido a que una sola abastece la succión requerida para las nueve máquinas Straw, los compresores Boge y Atlas Copco que se encargan de suplir la carga de aire comprimido necesaria para los procesos productivos de la Straw y Bag, dos secadores de aire encargados de eliminar contaminantes mediante un sistema de filtros externos como polvo, aceite o humedad del aire provenientes de los compresores que puedan afectar la efectividad del equipo y producción, que es almacenado en el tanque de aire comprimido para luego distribuirse por tubería aérea hasta las máquinas de producción, además de Chiller 1 y 2 encargados de suministrar el agua de enfriamiento para mantener la temperatura controlada y no mostrar daños al laminado de las Bag y por último el Chiller 3

encargado de inyectar aire enfriado a la parte de la planta de producción para evitar el estrés calorífico de las máquinas y personal.

### 14.3. Estructura del Departamento de Mantenimiento

El Departamento de Mantenimiento de Gualapack LATAM S.A. cuenta con el jefe de mantenimiento, 5 técnicos capacitados para intervenir en el mantenimiento y reparación en los equipos e instalaciones de la empresa y 1 técnico fijo para las máquinas Bag. El departamento trabaja en conjunto con los Departamentos de Calidad y Producción, con la finalidad de entregar producto finalizado bajo el cumplimiento de los estándares del cliente y las normativas empresariales adquirida por la empresa.



Fuente: Elaboración propia. Publisher 2016.

Figura 13. Organigrama del Departamento de Mantenimiento de Gualapack Costa Rica S.A.

### 14.4. Certificaciones

La empresa tiene las certificaciones BRC Packahing, ISO 9001 y ISO 14001, todas estas dirigidas a la producción de bolsas por sellado térmico y corte de capas múltiples

principalmente, PET, ALU, PE, PP, OPA, carretes impresos laminados, producción de cierres de plástico rígido PE o PP producidos por inyección de moldes y producción de perfiles de PVC por extrusión y productos para la industria alimentaria, principalmente, puré de frutas, yogurt, bebidas, productos lácteos y salsa Gualapack. (2019)., a continuación, una breve introducción según la inducción impartida por el Departamento de Calidad y Seguridad y Medio Ambiente:

**BRC Global standard for Packaging and Packaging materials:** abarca la normativa de alta higiene y seguridad de los alimentos en contacto con el proceso productivo de los envases, en donde prevalece la manera segura de realizar los alimentos y la salud de las personas, en donde es importante la trazabilidad del proceso productivo para respaldo a los clientes, defensa legal antes diligencia que comprometan el producto o fraude de alimentos, uso de la vestimenta y políticas de aseo personal, identificación de riesgos como el control de plagas, manejo de los casilleros personales y de almacenamiento de alimentos, el control en el desprendimiento de partículas pequeñas o el uso de artefactos con menor desprendimiento de piezas, etiquetado del producto, entre otros.

**ISO 9001: 2015:** es ajustada a los principios de calidad de gestión en los procesos y el conocimiento de la alta gerencia de la información, que toma aspectos como el análisis de riesgo, políticas de documentación sistemática, procedimientos técnicos y registro, estandarización de protocolos, calificación del personal, satisfacción del cliente, seguimiento del proceso productivo, estandarización de la comunicación interna y externa, procedimiento para cumplir con la norma y la aplicación constante de auditorías, búsqueda de la mejora

continua basada en el análisis de la información y por último la identificación de producto no conforme por medio de etiquetado y procedimiento de descarte.

**ISO 14001:2015:** es tomada en consideración en el aspecto de producto limpio, armonía con el medio ambiente y armonía económica, en donde se implementa políticas de calidad, seguridad del trabajo y ambiente, con el objetivo de obtener las metas de producción con el impacto mínimo ambiental, en donde hacen división entre los impactos significativos (efectos prolongados) y no significativos (efecto de corto tiempo), por lo que prevalecen actividades como: el manejo de los desechos según su clasificación, plan de acción para el manejo de derrames de sustancias químicas, reconocimiento de señalización según el riesgo ambiental, manejo de los desechos producidos durante el proceso de producción, aprovechamiento del recurso disponible para minimizar el impacto ambiental, capacitación del personal y ser una empresa socialmente responsable, sin embargo, afecta la parte económica debido a que el producto no pasa los estándares de calidad y es rechazado porque es un material no reutilizable que provoca la existencia de muchos desperdicios plásticos y de producto terminado que se resumen en materia prima, tiempo de producción, salarios de operación y costos del producto.

#### **14.5. Tipos de mantenimiento implementados**

El mantenimiento realizado es de suma importancia debido a que la pérdida de tiempo de producción, pérdida de producto por defectos en los parámetros de la máquina o producto estéticamente defectuoso se traduce en pérdida económica para la empresa, debido a que no se

cumple con la meta diaria de producción y la con la política empresarial con los clientes que consiste en exonerar del pago del lote por cierta cantidad de empaques defectuosos. Como parte del proceso de implementación de los mantenimientos es necesaria la coordinación con otros departamentos, específicamente con los departamentos de producción y calidad, que son los encargados de programar la producción y validar la funcionalidad del proceso productivo respectivamente. En Gualapack Costa Rica se realizan los siguientes tipos de mantenimiento:

**Mantenimiento Correctivo:** se intervine en el momento que el operario no puede solucionar la falla por medio del conocimiento que ha adquirido en el desarrollo del mantenimiento autónomo, el proceso productivo se haya detenido o si la seguridad del operador se encuentra comprometida. En el momento que al Departamento de Mantenimiento se le solicita la intervención, ya sea por medio del radio de comunicación realizada por el supervisor de producción o por los mismos operarios de las máquinas, el técnico de mantenimiento se desplaza con el carro de herramientas hacia la máquina, hace la intervención requerida y procede a llenar la documentación del trabajo realizado, esta se está realizando de manera física y digital para cada equipo mientras que los técnicos se adaptan al software de mantenimiento que será la manera definitiva de llevar los registros. Si en alguna ocasión una de las máquinas está sin uso debido a la baja demanda y otra del mismo tipo se encuentra en mantenimiento por alguna falla que requiera un tiempo de reparación prolonga o comprometa los tiempos de producción se toma la decisión de pasar la producción al equipo que esté libre.



Gualapack		REGISTRO EMPRESARIAL	
UNIDAD MANEJAMIENTO OPERATIVO MÁQUINA STRAW		REGISTRO REVISIÓN DE LIMPIEZA POINT	
Máquina #			
Descripción de la intervención			
Responsable de la intervención		Responsable de verificación	
Técnico		Supervisor/Producción/Operador	
21-02-20	Reemplazo de sensores de ajuste de fuerza	David A. José	H. José
21-02-20	Revisión de bujes	David A. José	H. José
21-02-20	Revisión de ajuste de fuerza de ajuste de fuerza	David A. José	H. José
21-02-20	Revisión de ajuste de fuerza de ajuste de fuerza	David A. José	H. José
21-02-20	Revisión de ajuste de fuerza de ajuste de fuerza	David A. José	H. José
27-02-20	Revisión de ajuste de fuerza de ajuste de fuerza	David A. José	H. José
27-02-20	Revisión de ajuste de fuerza de ajuste de fuerza	David A. José	H. José

Fuente: Gualapack Costa Rica.

Figura 14. Checklist intervención de mantenimiento operativo. Registro Empresarial.

**Mantenimiento preventivo:** cuenta con las siguientes periodicidades semanal, mensual para equipos periféricos y máquinas de producción, quincenal, bimestral, trimestral, cuatrimestral y semestral para distintos equipos, cada equipo cuenta con un checklist para verificar anomalías y si se encuentra con alguna, se determina si compromete o no la funcionalidad del equipo, si efectivamente presenta un riesgo se procede a realizar las reparaciones de lo contrario se realiza una nota y se espera a que el jefe de mantenimiento prepare la orden de trabajo. A continuación, se muestra un ejemplo de checklist de mantenimiento diario de la máquina Straw:



Sin embargo, con la implementación del software Promat estas listas de checklist pasarían a realizarse por medio de la plataforma, en donde el técnico introduce los datos por medio de la computadora o tablet.

Descripción		
+ C. ALIMENTACIÓN DE BOQUILLAS > 1- Revisar que la introducción de la boquillas sea suave y libre en las guías.	<input type="radio"/>	
+ C. ALIMENTACIÓN DE BOQUILLAS > 2- Revisar ajuste de sensor de detección de boquillas antes de la estrella.	<input type="radio"/>	
+ C. ALIMENTACIÓN DE BOQUILLAS > 3- Revisar el alineamiento de entrada de la boquilla en la estrella.	<input type="radio"/>	
+ C. ALIMENTACIÓN DE BOQUILLAS > 4- Revisar el alineamiento de la entrada de boquilla de la estrella hacia las paletas.	<input type="radio"/>	
+ D. STRAW > 1- Revisar ajuste de los cabezales de sellado y presiones. Deben encontrarse dentro de parámetros. Realizar prueba de sellado individual y que se encuentren limpios.	<input type="radio"/>	
+ D. STRAW > 2- Revisar ajuste de la cámara de visión. Debe estar centrada y modo run.	<input type="radio"/>	
+ D. STRAW > 3- Verificar ajuste de la slitta. Altura y cero mecánico.	<input type="radio"/>	
+ D. STRAW > 4- Revisar cero del acumulador y que este centrado respecto a la guía de la palmola.	<input type="radio"/>	
+ D. STRAW > 5- Revisar cero del volteador. Debe estar nivelado y las boquillas deben pasar suavemente.	<input type="radio"/>	
+ D. STRAW > 6- Revisar ajuste del portal y salida de pianos.	<input type="radio"/>	

Fuente: Gualapack Costa Rica S.A.

Figura 16. Checklist mantenimiento diario máquina Straw en PROMAT.

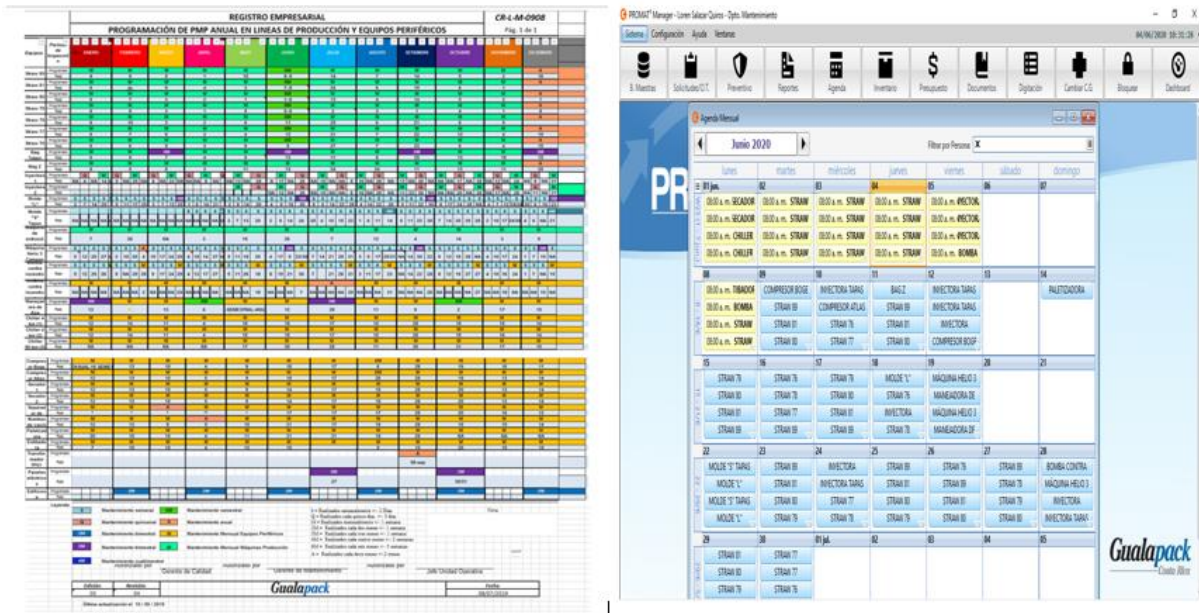
A continuación, se muestra un resumen de los mantenimientos preventivos:

Programación del mantenimiento preventivo								
Equipo	Semana	Mensual	Quincenal	Bimestral	Trimestral	Cuatrimestral	Semestral	Anual
Straw's		x					x	x
Bag Totani		x			x			
Bag Z		x						x
Inyectoras		x	x					
Molde "L" boquillas	x				x			
Molde "S" Tapas	x					x		
Máquina de extrusión		x						
Máquina Helio 3 Campanas	x				x			x
Bomba contra incendios	x	x(periféricos)						
Sistema contra incendios		x(periféricos)						x
Manejadora de Aire (AHU-01)		x(periféricos)			x		x	
Chiller 4 ton (1)		x(periféricos)						
Chiller 4 ton (2)		x(periféricos)						
Chiller 90 ton (3)		x(periféricos)						
Compresor Boge		x(periféricos)						
Compresor Atlas		x(periféricos)						
Secador 1		x(periféricos)						
Secador 2		x(periféricos)						
Separador de condensados		x(periféricos)						x
Bombas de vacío		x(periféricos)						x
Paletizadora		x(periféricos)						
Estibadora Eléctrica		x(periféricos)						
Transformador TP01								x
Paneles eléctricos					x			
Edificios e infraestructura				x				

Fuente: Elaboración Propia. Excel 2016.

Figura 17. Mantenimiento preventivo- programado según el equipo y la periodicidad.

**Mantenimiento programado:** la intervención del mantenimiento preventivo a los equipos es programado de manera anual, por lo que las fechas y periodicidad está determinadas antes de comenzar el año, este calendario ya está programado en Promat.



Fuente: Gualapack Costa Rica.

Figura 18. Cronograma de programación de PMP anual en líneas de producción y equipos periféricos.

**Mantenimiento autónomo:** este mantenimiento es implementado en los equipos de producción, la capacitación y los procedimientos de intervención básico de los equipos son dados en los primeros días de ingreso al ámbito laboral según el proceso para el cual fue contratado, adicional se imparte capacitaciones generales con respecto a las normativas para el ingreso a planta, conocimiento de los productos que fabrican e historia de la fundación de la empresa. Las actividades comienzan con inspecciones visuales, limpieza del equipo y van avanzando según la destreza del trabajador, colaborando con la reducción de fallas de las máquinas.

#### 14.6. Intervenciones del Departamento de Mantenimiento

Para la recolección de la información se tomó los ampos con las órdenes de trabajo y mantenimientos de cada uno de los equipos considerando las intervenciones realizadas en los años 2018 y 2019, debido a que el departamento no tiene identificadas cuáles son las fallas más recurrentes y tampoco considera los ajustes realizados a las máquinas como un rubro importante de validar, por lo que se divide las intervenciones por año, se toma mantenimientos sin importar si son correctivos, preventivos o programados y los ajustes realizados en los dos años seleccionados. Es importante resaltar que se tiene una normativa de llenado de órdenes de trabajo y trabajos realizados según su clasificación de mantenimiento, sin embargo, no se realiza un análisis de la documentación con la que se cuenta.

**Tabla 3. Intervenciones de mantenimiento y ajustes realizados en dos años a máquinas Straw y Bag.**

Máquina	Intervenciones 2018	Intervenciones 2019	Mantenimientos	Ajustes
Straw 76	331	206	164	373
Straw 77	286	190	142	334
Straw 78	277	171	148	300
Straw 79	306	187	175	318
Straw 80	32	62	41	53
Straw 81	238	209	179	268
Straw 89	260	195	198	257
Bag Zhou Thai	229	89	201	113
Bag Totani	248	72	252	68

Fuente: Elaboración propia.

Por lo que se puede evidenciar que en el caso de las Straw las máquinas se les realiza más ajustes debido a las condiciones del proceso que los mantenimientos, en caso contrario en las máquinas Bag, sin embargo, es un aspecto importante a considerar debido a que el Departamento de Mantenimiento no toma en cuenta el tiempo invertido de los ajustes como una función diaria en los técnicos. Además, es evidente la reducción de intervenciones que se ha efectuado de un año a otro.

Por otro lado, se muestra las intervenciones de mantenimiento registradas a los equipos periféricos y la presencia de empresas terceras para realizar el mantenimiento.

**Tabla 4. Intervenciones de mantenimiento a equipos de producción y periféricos en dos años y existencia de tercerización del mantenimiento.**

Máquina	Intervenciones 2018	Intervenciones 2019	Mantenimientos	Tercerización
Inyectora 1 U19	61	53	111	-
Inyectora 2 V90	-	24	24	-
Extrusora	24	-	24	-
Compresor Atlas Copco	10	26	36	Sí
Compresor Boge	4	25	29	Sí
Bomba de vacío1	20	12	32	-
Bomba de vacío2	4	9	13	-
Chiller 4 ton 1	17	9	26	Sí
Chiller 4 ton 2	8	6	14	-
Chiller 90 ton 3	1	28	19	Sí
Manejadora de Aire (AHU-01)	28	48	63	Sí
Secador 1 Donaldson	13	1	14	-

Secador 2 Boge	18	2	20	Sí
Helio 3 Campanas	69	81	150	Sí
Estibadora Eléctrica	5	7	12	-
Contra incendios	10	16	26	Sí
Separador de condensados	-	2	2	Sí

Fuente: Elaboración propia.

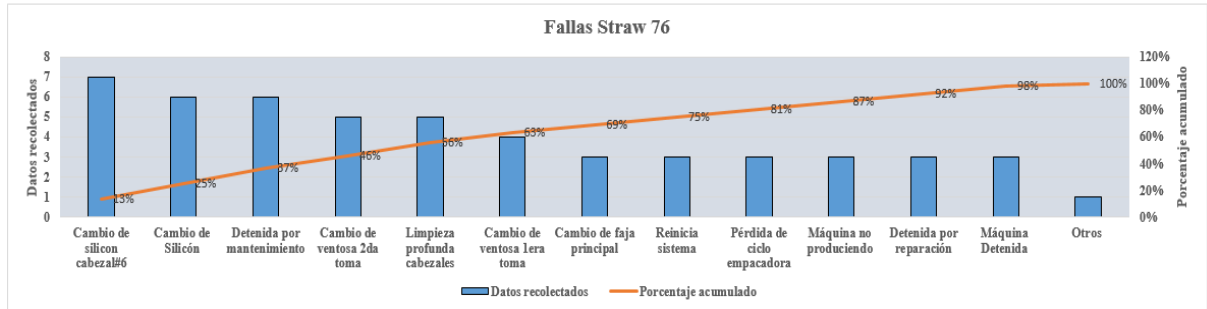
Es necesario resaltar que los equipos de la Tabla 5 solo le realizan mantenimiento de manera alternada entre los técnicos de la empresa y los subcontratados, ya que solo tercerizan el mantenimiento cuando es alguna falla muy específica y se aprovecha del acompañamiento de un técnico de la empresa para que adquiera el conocimiento necesario para que realice las intervenciones en el futuro, sin embargo, el departamento no lleva un registro del presupuesto invertido en la tercerización del equipo.

#### **14.7. Causas de fallas**

Utilizando diagramas de Pareto, se dividieron las causas de fallas o problemas en fallas (intervenidas por medio de mantenimiento) y ajustes de fallas, en donde aquellas que presentaban de una a dos fallas se tomaron como otros debido a que no es un dato representativo en dos años, por lo que solo se realizaron los diagramas respectivos de las máquinas Straw y Bag que presentaban tres tipos de fallas en adelante.



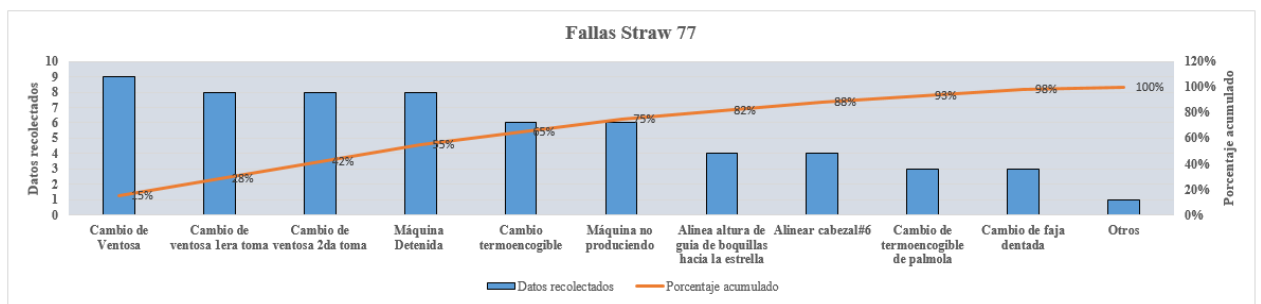
Inicialmente, se van a mostrar los diagramas de Pareto de cada una de las máquinas Straw que son el mismo tipo de equipo, pero no presentan la misma frecuencia de fallas.



Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 19. Diagrama de Pareto de fallas Straw 76.

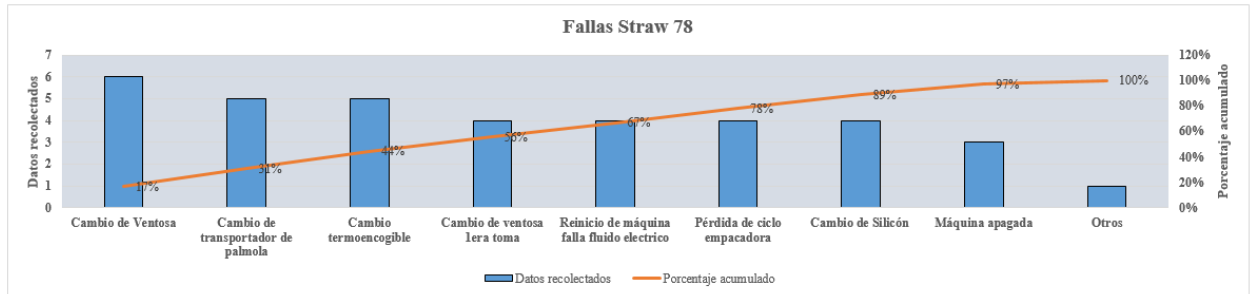
Se muestra que las fallas más recurrentes son el cambio de silicón del cabezal #6 y el cambio de silicón de los mecanismos en general en la Straw 76, por lo que esas son el 20% de las fallas que afectan al proceso por encima de las otras fallas.



Fuente: Elaboración propia. Excel 2016.

Figura 20. Diagrama de Pareto de fallas Straw 77.

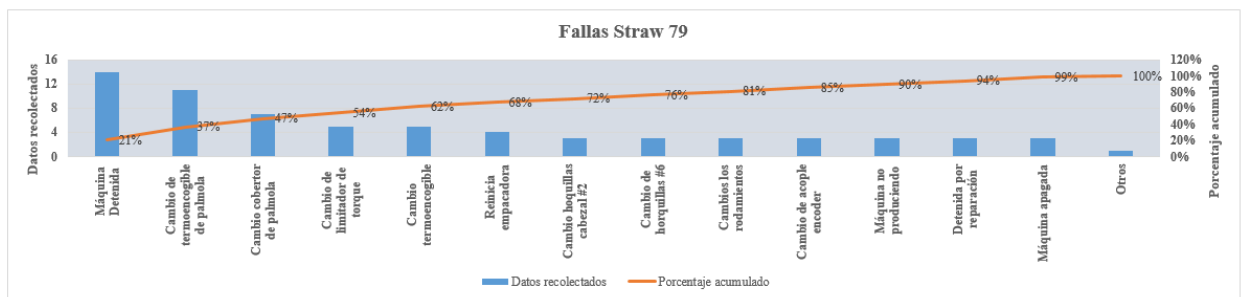
Se observa que las fallas más frecuentes son el cambio de ventosas en general y el cambio de ventosa de la primera toma en la Straw 77, por lo que esto representa el 20% de las causas.



Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 21. Diagrama de Pareto de fallas Straw 78.

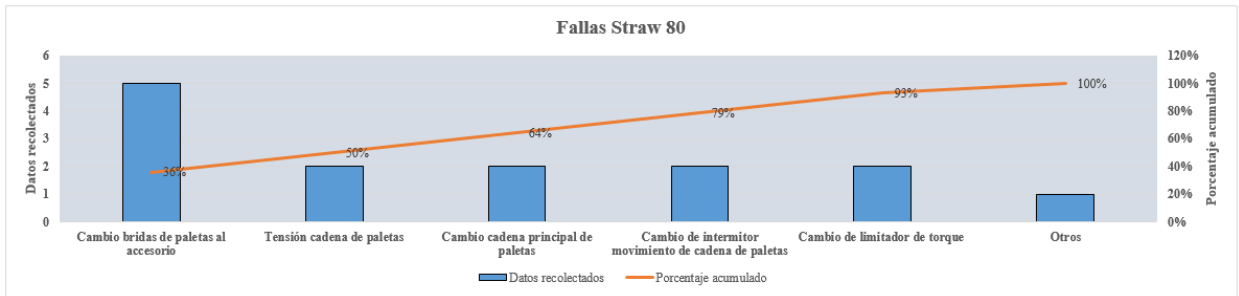
Se evidencia que el 20% de las fallas se concentra en el cambio de ventosas, por lo que esta falla representa el mayor porcentaje de afectación con respecto a las demás fallas.



Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 22. Diagrama de Pareto de fallas Straw 79.

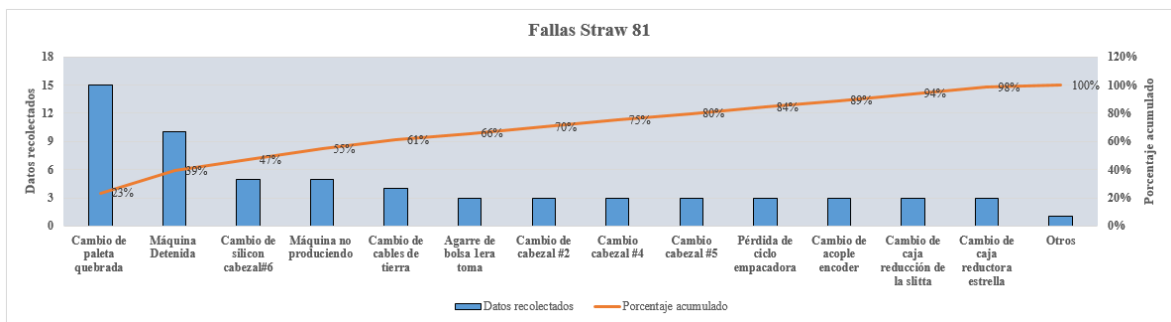
Se identifica que el problema más relevante es la máquina detenida, por lo que esta falla representa el menor porcentaje de mayor afectación con respecto a las demás fallas.



Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 23. Diagrama de Pareto de fallas Straw 80.

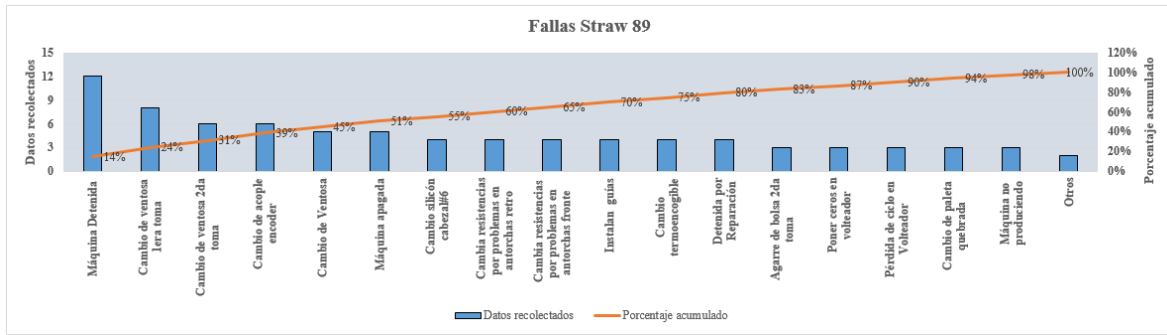
El cambio de bridas de paletas al accesorio es el 20% de los defectos, que afectan el 80% de las fallas.



Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 24. Diagrama de Pareto de fallas Straw 81.

Se evidencia que el 20% de las fallas se concentra en el cambio de paletas quebradas, por lo que esta falla representa el mayor porcentaje de afectación que el 80% respecto a las demás fallas.

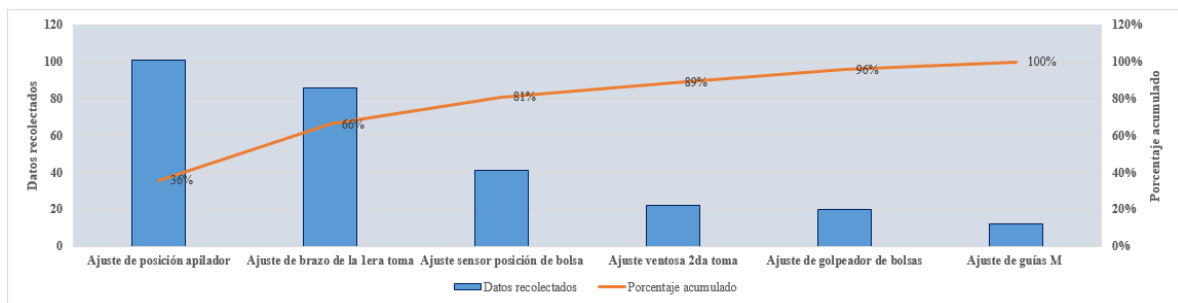


Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 25. Diagrama de Pareto de fallas Straw 89.

Las fallas de mayor peso en el proceso son debido a la máquina detenida y el cambio de ventosa de la primera toma, por lo que es necesario aumentar esfuerzo en la corrección de los mismos.

En cuanto a los diagramas de Pareto de los ajustes de fallas realizados a cada una de las Straw, se tomaron los ajustes que estuvieran dentro del 20% de los ajustes más significativos y a partir de estos datos se elabora otro diagrama de Pareto que representa los ajustes más esenciales de todas las máquinas Straw.

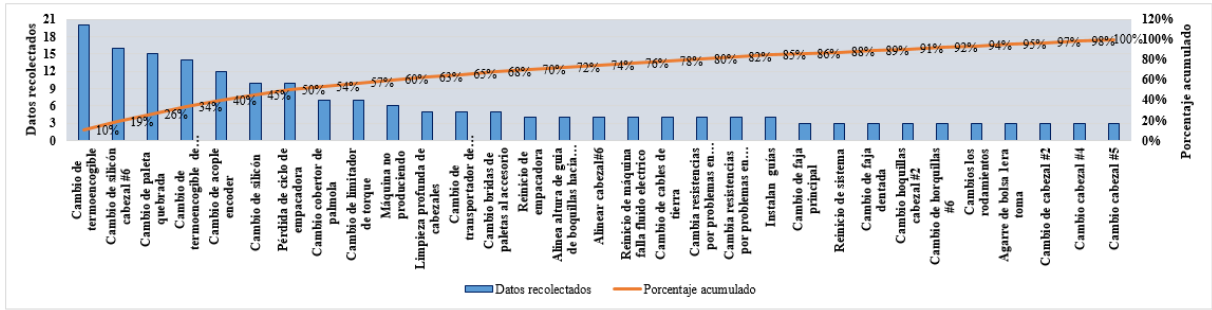


Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 26. Diagrama de Pareto de ajustes de fallas de las máquinas Straw's.

Por lo que, los ajustes más frecuentes en las máquinas Straw son la posición del apilador, posición del brazo de la primera toma y la posición de la bolsa.

Por otro lado, las fallas generales de las máquinas Straw se centran en



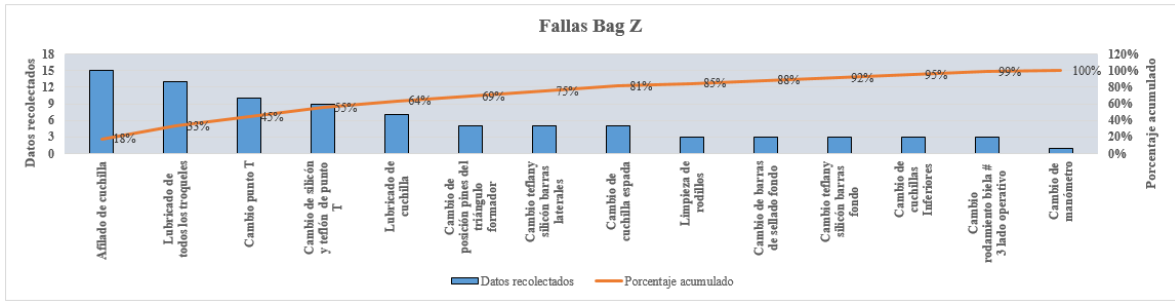
Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 27. Diagrama de Pareto de fallas de las máquinas Straw's.

Se evidencia que el 20% de las fallas se concentra en el cambio de termoencogible, cambio de silicón del cabezal #6 y cambio de paletas quebradas, por lo que esta falla representa el mayor porcentaje de afectación que el 80% respecto a las demás fallas.

Con la reducción de los ajustes de posición del apilador, el ajuste de brazo de la primera toma y el sensor posición de bolsa se puede resolver el 80% de los ajustes, por lo que ya se tiene claro en donde doblar los esfuerzos para mejorar el proceso productivo y la calidad del producto.

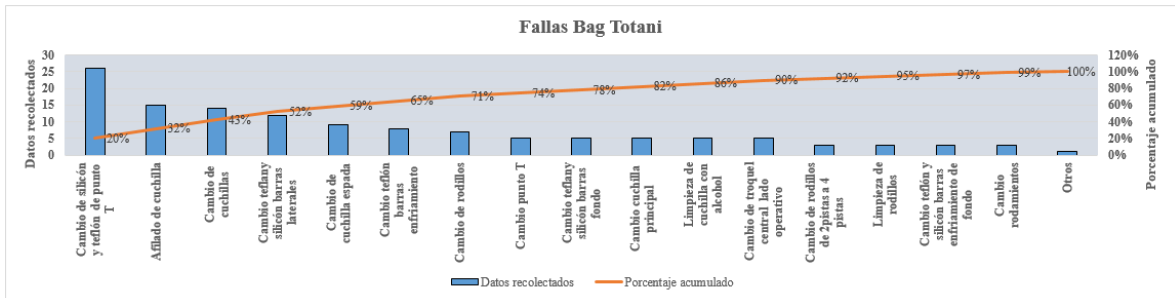
Para las máquinas Bag, se realizó el mismo criterio utilizado para los equipos Straw para el manejo de los datos de fallas y los ajustes.



Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 28. Diagrama de Pareto de fallas de la Bag Zhou Thai.

El 20% de las causas de las fallas es el afilado de las cuchillas y el lubricado de todos los troqueles, por lo que se puede realizar un plan de acción para reducir el causante de grandes pérdidas.

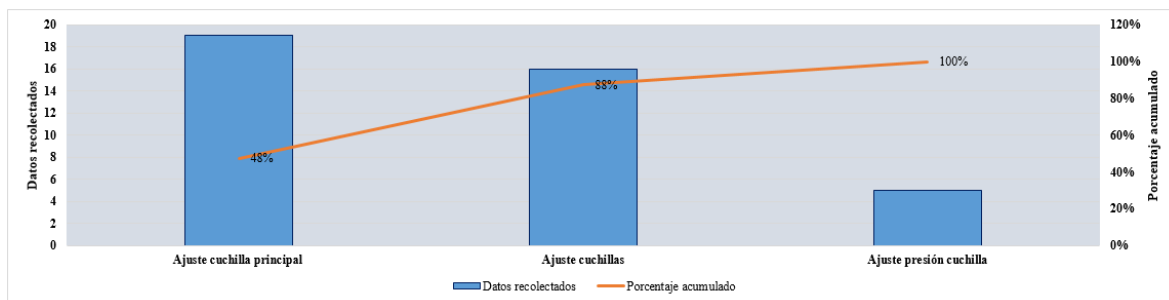


Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 29. Diagrama de Pareto de fallas de la Bag Totani.

Se puede observar que el cambio de silicón y teflón de punto T representa uno de los pocos problemas que producen grandes pérdidas, por lo que se puede determinar la periodicidad de cambio.

En cuanto a los diagramas de Pareto de los ajustes de fallas realizados a cada una de las Bag, se tomaron los ajustes que estuvieran entre un 52% y 58% que corresponden a los dos primeros ajustes más significativos y a partir de estos datos se elabora otro diagrama de Pareto que representa los ajustes más esenciales de las dos máquinas Bag.

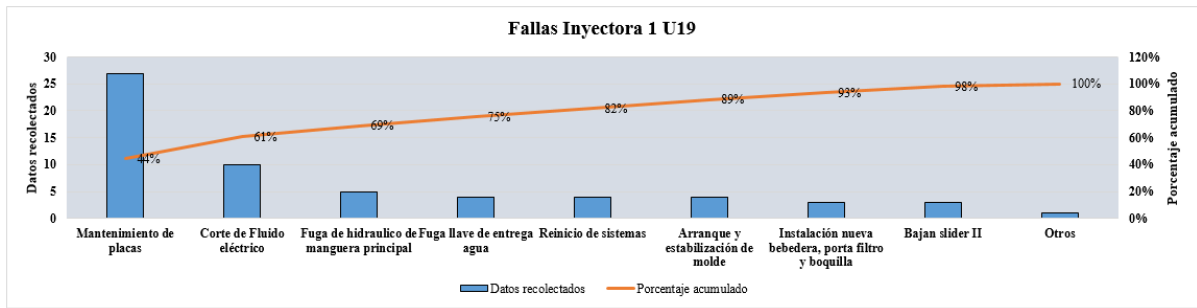


Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 30. Diagrama de Pareto de ajustes de fallas de las máquinas Bag.

Como se muestra el ajuste de la cuchilla principal presenta el mayor índice de preocupación, por lo que es un punto de mejora esencial.

La inyectora U19 es la encargada de producir las boquillas para el ensamblaje con la bolsa semi-elaborada en la Straw, para el diagrama de Pareto se tomaron en consideración aquellas fallas que tuvieran una frecuencia mayor a dos y las que fueran menores se incluyeron como otros, debido a que no es un dato representativo en dos años.



Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 31. Diagrama de Pareto de fallas de inyectora 1 U19.

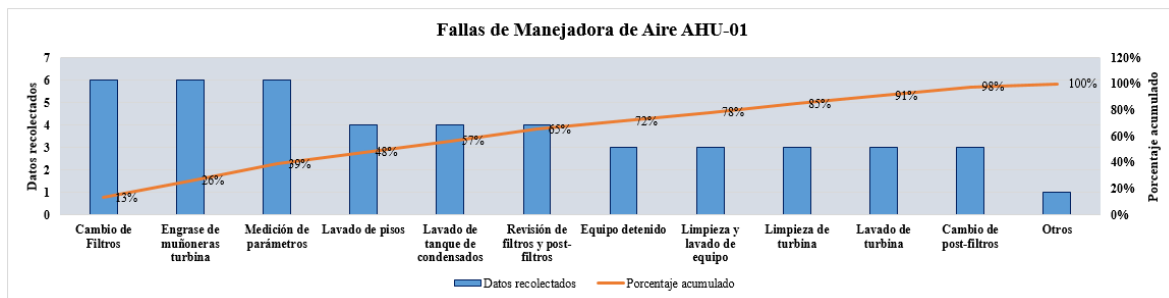
La falla a priorizar es el mantenimiento de las placas de la inyectora, debido a que es la falla más significativa y abarca el 44% de la causa que provoca los problemas.

Los últimos dos equipos de producción son la inyectora V 90 (realiza las tapas) y la máquina extrusora (elabora los perfiles), estas máquinas producen de manera intermitente, debido a la capacidad de producción es superior a lo demanda. En la Tabla 5. la inyectora V90 en el 2018 no presenta intervenciones porque no estaba instalada y en el 2019 solo presenta 24 intervenciones, lo que significa 2 mediaciones al mes lo cual no representa un peso importante según las condiciones de trabajo, caso que comparte la máquina de extracción que presenta la misma cantidad de intervenciones que en su mayoría son para el tratamiento químico del agua del tanque recirculación.

Para los equipos periféricos que solo presentan intervenciones por mantenimiento como se muestra en la Tabla 5., se valoraron las intervenciones por año, tomando como ejemplo la manejadora de aire AHU-01 en el 2019 se realizaron 48 intervenciones, por lo que si dividimos estas entre los 12 meses del año obtenemos 4 mantenimientos realizados al mes,



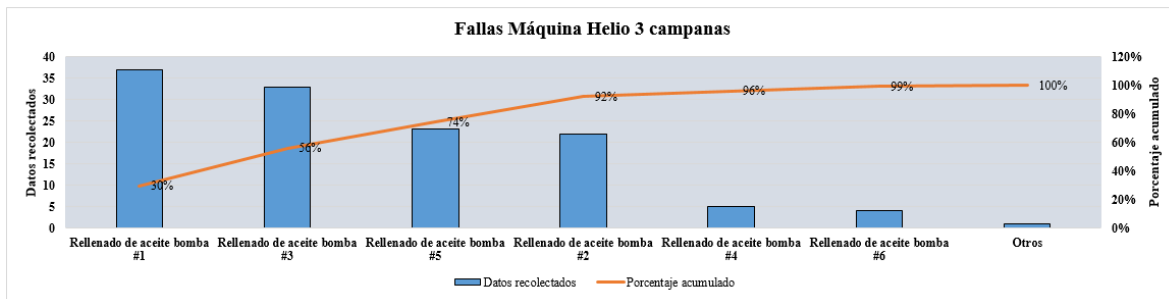
que resulta un dato importante al igual que la máquina de helio. Tomando en cuanto el ejemplo anterior todos aquellos equipos que presenten solo 2 intervenciones al mes son triviales, agregando la existencia de equipos redundante y que pueden suplir la carga sin problema.



Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 32. Diagrama de Pareto de fallas de manejadora de aire AHU-01.

Como se muestra con realizar cambio de filtros y engrasar las muñoneras de la turbina se evidenciaría una mejora sustancial, previniendo el 80% de los problemas.



Fuente: Elaboración propia. Excel 2016

Figura 33. Diagrama de Pareto de fallas de máquina de helio de 3 campanas.

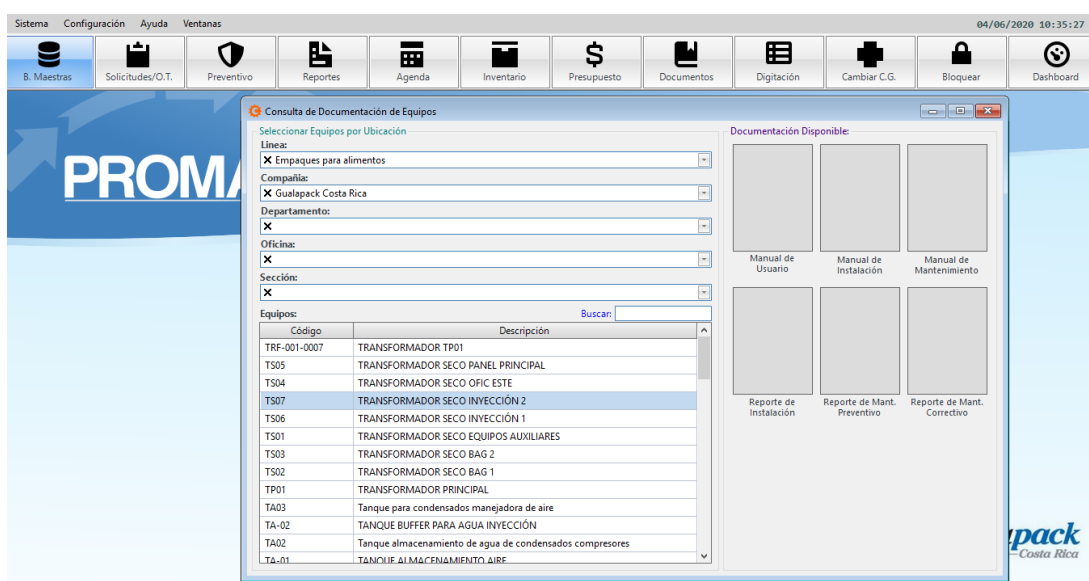
Una de las tareas esenciales en este equipo es la revisión de manera periódica de los niveles de aceite de las bombas, una tarea sencilla para punto de mejora.

#### **14.8. Software de mantenimiento**

La empresa adquirió el software de mantenimiento PROMAT, con el objetivo de digitalizar el sistema de mantenimiento correctivo, preventivo y programado de la base actual de las máquinas de última generación, realizar un mejor manejo de la información como manejo de fallas, control en la programación del mantenimiento, buscar las mejoras continua según la norma ISO 9001, reducir la utilización del uso de papel y tintas, colaborar con el ambiente siguiendo la norma ISO 14001, ahorro de espacio físico de almacenaje.

La alimentación del Programa de Mantenimiento está en sus etapas iniciales, en donde se realizaron capacitaciones a los técnicos y los encargados la introducción y manejo de la información al software, se han agregado la programación del calendario de los mantenimientos programados, se habilitó la designación de órdenes de trabajo y el llenado de las mismas por los técnicos, se incorporaron los manuales de las máquinas, se confeccionaron los checklist según el equipo y la periodicidad, se está utilizando un gráfico tipo semáforo según el cumplimiento de los mantenimientos programados, además la empresa PROMAT está agregando la opción de generar los informes respecto a los KPI's del Departamento de Mantenimiento, donde la información es captada por el software SMEA incorporado de las máquinas de producción, procesado por los jefes del Departamento de Producción y facilitada al Departamento de Mantenimiento para que la ingrese de manera manual a PROMAT.

La meta con la utilización de PROMAT es incorporar a todos los departamentos de la empresa para aprovechar al máximo el programa, por lo que implementó inicialmente con el Departamento de Mantenimiento, para generar ventaja competitiva en la gestión de información, en cuanto simplificar la gestión de equipos, tareas de mantenimiento, gestión de conocimiento, mejorar las condiciones de trabajo, mejorar la calidad del producto y maximizar la eficiencia de las estrategias.



Fuente: Gualapack Costa Rica.

Figura 34. Software de mantenimiento PROMAT, plataforma principal de administradores.

#### 14.9. Indicadores de mantenimiento

El departamento maneja 5 indicadores de mantenimiento de tipo funcional los cuales son:

**Tabla 5. Control de KPI'S mensuales de los registros empresariales de Gualapack.**

<b>Panel de control y monitoreo KPI</b>			
<b>Cód. KPI</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fórmula de cálculo</b>	<b>Unidad de medida</b>
MA01	MTTR (tiempo medio de reparación) BAG	Total minutos de detenido por causa F70 / N° eventos de detenido por causa F70	Minutos
MA01	MTTR (tiempo medio de reparación) STRAW	Total minutos de detenido por causa F70 / N° eventos de detenido por causa F70	Minutos
MA02	MTBF (tiempo medio entre la ocurrencia de 2 fallos) BAG	Horas totales disponibles en el mes / N° de fallas	Horas
MA02	MTBF (tiempo medio entre la ocurrencia de 2 fallos) STRAW	Horas totales disponibles en el mes / N° de fallas	Horas
MA03	Detenido por mantenimiento sobre las horas disponibles	Hora detención para solucionar el problema F70 / Horas totales disponibles en el mes	%

	BAG		
MA03	Detenido por mantenimiento sobre las horas disponibles STRAW	Hora detención para solucionar el problema F40 + F41 / Horas totales disponibles en el mes	%
MA03	Detenido por mantenimiento sobre las piezas producidas inyección	Numero de averías / (millones de piezas producidas /1000000) *100	%
MA05	Cumplimiento PMP	Mantenimientos realizados / Mantenimientos programados*100	%

Fuente: Gualapack Costa Rica S.A.

Para fundamentar por qué los indicadores están dirigidos primordialmente a los equipos de producción, es gracias a la Matriz de Criticidad realizada por Quesada, M. (2015). (ver apéndice 2) y la Tabla 4. que respaldan los procesos de las máquinas Straw y Bag debido a que son los equipos con mayor valor obtenido de criticidad, ajustes y fallas, por lo que son prioritarios en la aplicación de los indicadores de calidad, al igual que la inyectora que un suministro esencial para la alimentación de la línea de las Straw.

Los datos que validan a los indicadores son recolectados del programa SMEA, en donde da los tiempos exactos de los paros que se realizaron, el tipo de la falla y el técnico responsable de realizar a la reparación, por lo que la confiabilidad de los datos es de una

fuente real que no permite ser modificada ni alterada, los cuales son captados por el Departamento de Producción y lo comparte con el Departamento de Mantenimiento semanalmente, sin embargo, la frecuencia de monitoreo y confección de análisis es mensual.

Cuadro 1. Tiempos de paro en minutos por semana	Enero					Total	Cuadro 2. Cantidad de paros por semana	Enero					Total
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04	Semana 05			Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04	Semana 05	
Cable de termocupla roto				18		18							1
Cable de resistencia roto		12	8	10		30			1	1	1		3
Reparacion de roscastornillos dañados						0							0
Cambio de acoples neumaticos						0							0
Falla de rodamientos						0							0
Falla de guías y soportes mecanicos						0							0
Falla en conjunto del limitador						0							0
Falla de fajas y poleas						0							0
Cambio de sensores straw	40					40		1					1
Cambio de sensores empacadora						0							0
Cambio de piezas en general straw				25		25				1			1
Cambio de piezas en general empacadora					30	30					1		1
Cambio de pistones neumaticos				45		45				1			1
Cambio de actuador neumatico						0							0
Falla en motores y drivers						0							0
Fallas en elevador y vibrador						0							0
Falla electromecanica general	16					16		1					1
Fuga por desajuste de cabezales						0							0
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>98</b>	<b>30</b>	<b>204</b>	<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>9</b>

Horas disp	MTTR	MTBF	Det por Mto
3392,0	22,7	376,9	0,1%

Fuente: Gualapack Costa Rica S.A.

Figura 35. Datos para los indicadores MTTR, MTBF y detenciones por mantenimiento de las máquinas Straw enero 2020.

Este tipo de información por el momento se lleva en Excel, sin embargo, ahora se está implementando en el programa PROMAT, para que el mismo vaya generando los informes mensuales, no obstante, las listas de fallas fueron creadas a manera general según el criterio del jefe de mantenimiento por lo que muchos de las fallas presentes no son tomadas en cuenta dando como resultado una exclusión de información significativa al no tener un parámetro que lo involucre en los años 2018 y 2019, sin embargo, para solventar esta carencia se recomendó tomar en consideración la información obtenida en el apartado de causas de las fallas de los equipos para que todas las fallas se puedan catalogar en el rubro adecuado. A continuación, se muestran los parámetros utilizado para respaldar los indicadores de calidad, por medio de la cantidad de paros y el tiempo utilizado en las intervenciones.

**Tabla 6. Cuadros de fallas de cantidad y tiempo de paros utilizados para el cálculo de indicadores de la Straw.**

Fallas Straw 2018 y 2019	Fallas Straw 2020
Pulsotronic	Cable de termocupla roto
Problema guía boquilla	Cable de resistencia roto
Alimentación de boquillas	Reparación de roscas/tornillos dañados
Palmola/Separador	Cambio de acoples neumáticos
Inserción bolsas	Falla de rodamientos
Mal caída de perfiles	Falla de guías y soportes mecánicos
Anomalía empacadora	Falla en conjunto del limitador
Ajuste de cabezales de sellado	Falla de fajas y poleas
Problemas descarto vacío	Cambio de sensores Straw
Falla electromecánica general	Cambio de sensores empacadora
Problemas descarto cámara	Cambio de piezas en general Straw
Problemas limitador de torque/ciclo	Cambio de piezas en general empacadora
Acople encoder	Cambio de pistones neumáticos
Resistencias antorchas	Cambio de actuador neumático
Falla vibrador de boquillas	Falla en motores y drivers
Falla fajas de transmisión	Fallas en elevador y vibrador
Terminal eléctrica de cabezal	Falla electromecánica general
Actuador neumático primer toma	Fuga por desajuste de cabezales

Fuente: Gualapack Costa Rica S.A

**Tabla 7. Cuadros de fallas de cantidad y tiempo de paros utilizados para el cálculo de indicadores de Bag.**

Fallas Bag 2020
Ajuste de temperatura - Chiller
Problemas de corte
Falla en sensores electrónicos
Falta aire comprimido
Falla electromecánica general
Ajuste/cambio de troqueles

Guía fondos centrales
Atascamiento de troqueles
Mangueras de enfriamiento
Mangueras de succión troqueles
Fallo en el suministro eléctrico
Ajuste ligas conveyer
Ajuste de las barras de sellado

Fuente: Gualapack Costa Rica S.A.

Cada KPI maneja un objetivo a alcanzar por año, como se muestra a continuación.

**Tabla 8. Objetivo anual en los KPI's del Departamento de Mantenimiento.**

Cód. KPI	Descripción	Recursos	Objetivo año 2019	Resultados año 2019	Objetivo año 2020
MA01	<b>MTTR BAG</b>	Recurso Humano Capacitación Seguimiento y control del MP	<b>100</b>	<b><u>68,24</u></b>	<b>90</b>
MA01	<b>MTTR STRAW</b>	Recurso Humano Capacitación Seguimiento y control del MP	<b>125</b>	<b><u>31</u></b>	<b>75</b>
MA02	<b>MTBF BAG</b>	Recurso Humano Capacitación Seguimiento y control del MP	<b>200</b>	<b><u>340</u></b>	<b>220</b>
MA02	<b>MTBF STRAW</b>	Recurso Humano Capacitación Seguimiento y control del MP	<b>150</b>	<b><u>199</u></b>	<b>150</b>
MA03	<b>Detenido por mantenimiento sobre las horas disponibles BAG</b>	Recurso Humano Capacitación Seguimiento y control del MP	<b>0,018</b>	<b><u>0,0067</u></b>	<b>0,015</b>
MA03	<b>Detenido por mantenimiento sobre las horas disponibles STRAW</b>	Recurso Humano Capacitación Seguimiento y control del MP	<b>0,02</b>	<b><u>0,0156</u></b>	<b>0,018</b>



MA03	<b>Detenido por mantenimiento sobre piezas producidas Inyección</b>	Recurso Humano Capacitación Seguimiento y control del MP	0,03	<u>0,017</u>	0,03
MA05	<b>Cumplimiento PMP</b>	Recurso Humano Capacitación Seguimiento y control del MP	0,95	<u>0,99</u>	0,95

Fuente: Gualapack Costa Rica S.A.

Se puede observar que algunos de los objetivos del año 2019 fueron disminuidos en el año 2020, por lo que la idea principal de definir una meta a alcanzar es definir un límite real posible de cumplir, con la finalidad de una vez logrados estos aumentar o mantener los valores establecidos en vez de disminuirlos, ya que estas acciones pueden entorpecer la metodología del planteamiento de objetivos.

A continuación, se muestran los totales anuales de los años 2018, 2019 y los alcanzados de enero al mes de abril del 2020 de la cantidad de paros, tiempo total de paros en minutos, disponibilidad en horas, MTTR, MTBF y porcentaje de paros tanto de las máquinas Straw como las Bag.

**Tabla 9. Cantidad de paros, tiempo de paros disponibilidad y KPS's acumulados de Straw.**

<b>Totales anuales Straw</b>			
<b>Totales</b>	<b>Cant. Paros</b>	<b>Tiempo Total Paros (min)</b>	<b>Disponibilidad (h)</b>
Straw 2018	185	8823	7609
Straw 2019	143	4433	4873
Bag ene-abr 2020	31	1027	9888

<b>KPI's Acumulado Straw</b>			
<b>Acumulados</b>	<b>MTTR</b>	<b>MTBF</b>	<b>% paro</b>
Straw 2018	46,04	287,91	1,93%
Straw 2019	31,00	199,30	1,56%
Bag ene-abr 2020	33,13	318,97	0,17%

Fuente: Gualapack Costa Rica S.A.

**Tabla 10. Cantidad de paros, tiempo de paros disponibilidad y KPS's acumulados Bag.**

<b>Totales anuales</b>			
<b>Totales</b>	<b>Cant. Paros</b>	<b>Tiempo Total Paros (min)</b>	<b>Disponibilidad (h)</b>
Bag 2018	66,00	2965,00	6902,00
Bag 2019	34,00	2320,00	5789,00
Bag ene-abr 2020	7,00	164,00	1548,00

<b>KPI's Acumulado Bag</b>			
<b>Acumulados</b>	<b>MTTR</b>	<b>MTBF</b>	<b>% paro</b>
Bag 2018	41,97	65,03	0,72%
Bag 2019	68,24	340,53	0,67%
Bag ene-abr 2020	23,43	221,14	0,18%

Fuente: Gualapack Costa Rica S.A.

Además, se manejan otros índices de control a nivel de la empresa por parte de otros departamentos que son la eficiencia de la energía eléctrica en el proceso de producción con la utilización de paneles solares, además maneja índices separados de procesos como el comercial, desarrollo de productos, producción, recursos humanos, calidad de inocuidad alimentaria, calidad en sistema de gestión, logística de compras, logística, bodega y ambiente.

#### **14.10. Incorporación de nuevos Indicadores de mantenimiento**

Según la UNE-EN 15341. (2008). en la metodología para la selección de los indicadores lo primordial son los objetivos a alcanzar por el departamento, dicho esto los objetivos del Departamento de Mantenimiento de Gualapack Costa Rica involucran los tres indicadores clave que son: económicos, técnicos y organizacionales, sin embargo, en la práctica como se muestra en la Tabla 3. solo se realizan medición de indicadores técnicos y uno organizacional por lo que es importante considerar incorporar un indicador económico, siempre tomando en consideración del apoyo del Departamento Financiero (hasta el momento no lleva un control del presupuesto anual ni un control de gastos realizado por el Departamento de Mantenimiento, al igual que el departamento responsable)

El indicador clave económico sugerido es de un tercer nivel, debido a que el Departamento lleva un registro de las intervenciones de mantenimiento preventivo y con la comunicación con el departamento financiero la recolección de datos es la más viable, el indicador del costo del mantenimiento se recomienda realizarlo en intervalos mensuales, ya que este está establecido para reducir la probabilidad de degradación del funcionamiento de un bien.

$$\frac{\textit{Coste del mantenimineto preventivo}}{\textit{Coste total del mantenimiento}} \times 100$$

Fuente: UNE-EN 15341. (2008).

Ecuación 1. Indicador clave económico de rendimiento del mantenimiento E16 de la Norma UNE-EN.

#### **14.11. Auditoría al Departamento de Mantenimiento**

Para realizar la auditoría se siguió las recomendaciones de García, S. (2003), en el libro Organización y Gestión Integral de Mantenimiento, por lo que, con ayuda del Jefe del Departamento de Mantenimiento, técnicos del Departamento de Mantenimiento, Jefes de Producción y encargada de Seguridad y Medio Ambiente se recolectó la información y documentación requerida, como se muestra en la siguiente figura.

#### MANO DE OBRA

- Organigrama. Categoría, especialidad y funciones del personal.
- Cualificación del personal directo.
- Plan de formación.
- Estadística de absentismo

#### MEDIOS TÉCNICOS

- Inventario de herramientas

#### MÉTODOS DE TRABAJO

- Lista de equipos que componen la planta o instalación auditada.
- Plan de mantenimiento de los equipos significativos.
- Gamas de mantenimiento realizadas (hojas rellenas) en un periodo determinado.
- Lista de Equipos Críticos de la planta.
- Procedimientos de trabajo habituales.
- Informes mensuales de mantenimiento.
- Listas de averías típicas (síntomas, causa y solución).
- Lista de repuesto que hay en planta, y stock mínimo que se considera necesario.
- Propuestas de mejora realizadas por mantenimiento.

#### MATERIALES y SUBCONTRATOS

- Lista de repuesto mínimo que se considera necesario tener en stock.
- Inventario de materiales en almacenes.
- Lista de materiales consumidos en un periodo determinado, valorados.

#### RESULTADOS OBTENIDOS

- Disponibilidad de planta.
- Coste global de mantenimiento.

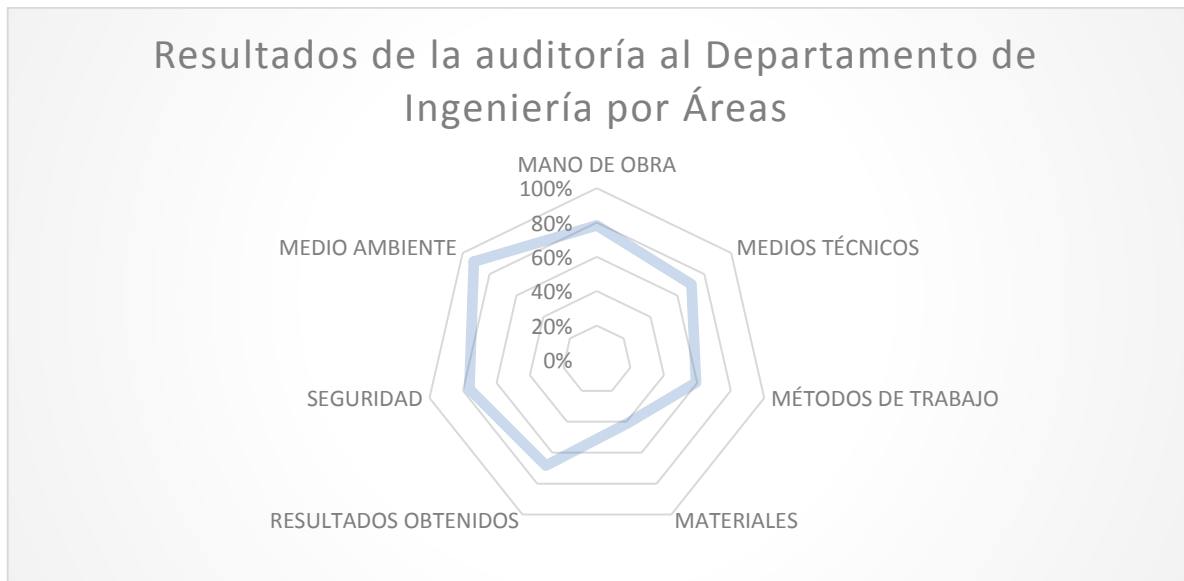
#### SEGURIDAD y MEDIO AMBIENTE

- Plan de seguridad.
- Estadística accidentabilidad.

Fuente: García, S. (2003)

Figura 36. Documentación necesaria para realizar auditoría de calidad de mantenimiento en varios aspectos.

En el siguiente gráfico radial se muestran los resultados de la auditoría, en donde cada vértice corresponde a un aspecto evaluado y su resultado según el índice de Conformidad(IC) obtenido porcentualmente, en donde se puede notar la desviación correspondiente a la escala.



Fuente: Elaboración propia. Excel 2016.

Figura 37. Gráfico radial de los índices de Conformidad obtenidos en cada aspecto evaluado del Departamento de Mantenimiento de Gualapack Costa Rica.

Al aplicar la auditoría el Departamento de Mantenimiento obtuvo un Índice de Conformidad general de 66%, por lo que los valores de referencia indica que al estar entre el 60-75% tiene una buena gestión de mantenimiento según los valores de referencia correspondiente a la figura 13.

**Tabla 11. Índices de Conformidad por aspectos evaluados al Departamento de Mantenimiento Gualapack Costa Rica S.A.**

Índices de conformidad por áreas	
Aspecto	IC
MANO DE OBRA	<b>78%</b>
MEDIOS TÉCNICOS	<b>71%</b>

MÉTODOS DE TRABAJO	59%
MATERIALES	41%
RESULTADOS OBTENIDOS	68%
SEGURIDAD	76%
MEDIO AMBIENTE	92%
GENERAL	66%

Fuente: Elaboración propia. Excel 2016.

Al tener el IC general podemos interpretar según la escala el estado en que se encuentra el departamento, además con los IC de cada aspecto se puede identificar aquellos puntos con oportunidad de mejora.

<b>Valores de referencia para los índices de conformidad</b>	
<40 %	Área muy deficiente
40-60%	Aceptable pero con posibilidad de mejora
60-75%	Buena gestión
75-85%	Muy buena gestión
>85%	El área tiene una gestión de mantenimiento excelente

Fuente: García, S. (2003)

Figura 38. Valores de referencia para los índices de conformidad.

Para la identificación de los problemas detectados se consideró la valoración obtenida por aspectos con puntuación de 0 y 1 con la finalidad de mostrar el estado de la empresa y buscar puntos susceptibles de optimización. Por lo tanto, se van a plantear por los aspectos establecidos inicialmente.

**Mano de obra:** El tema de disposición por parte de los operarios a prolongar su jornada en caso de necesidad o acudir en días festivos y noches fuera de turno es un poco problemático, debido a razones personales o inconformidad.

**Medio técnicos:** No existe un intervalo de las herramientas que utilizan en el departamento, sin embargo, cada técnico cuenta con una caja de herramientas necesarias para realizar el trabajo. Otro aspecto importante es sobre el software de gestión de mantenimiento, este tiene muy poco de implementarse por lo que todavía no puede aportar información fiable, las horas invertidas en introducción de datos al sistema es muy alto y algunos de los datos introducidos no tiene una justificación debido a que la empresa está en un cambio total a la documentación digital para ahorrar en suministros como papel, tintas y almacenamiento físico.

**Métodos de trabajo:** El departamento no ha realizado un análisis de equipos ni un nivel de criticidad por cada equipo, sin embargo, el departamento cuenta con plan de mantenimiento para cada equipo, por lo que al menos cuenta con un plan que se respeta. Los técnicos cuentan con pocos procedimientos para intervenciones más habituales, sin embargo, entre los mismos técnicos se explican cuál es el método que ellos utilizan y la manera que realizan las tareas cotidianas, por lo que queda a criterio de cada persona la forma de cumplir con las obligaciones.

**Materiales:** Es uno de los aspectos con puntuación preocupante, debido a que está por debajo de la media de los puntos obtenidos. Hay existencia de repuestos mínimos a mantener en stock, pero el criterio utilizado es por poco uso, por lo tanto, resulta sin criterio para seleccionar ese repuesto, además existe un sistema de registro de entradas y salidas del almacén que permite conocer los movimientos del almacén en un período determinado, sin



embargo, los técnicos no anotan cuando sacan un repuesto del taller de mantenimiento o si realizaron alguna devolución.

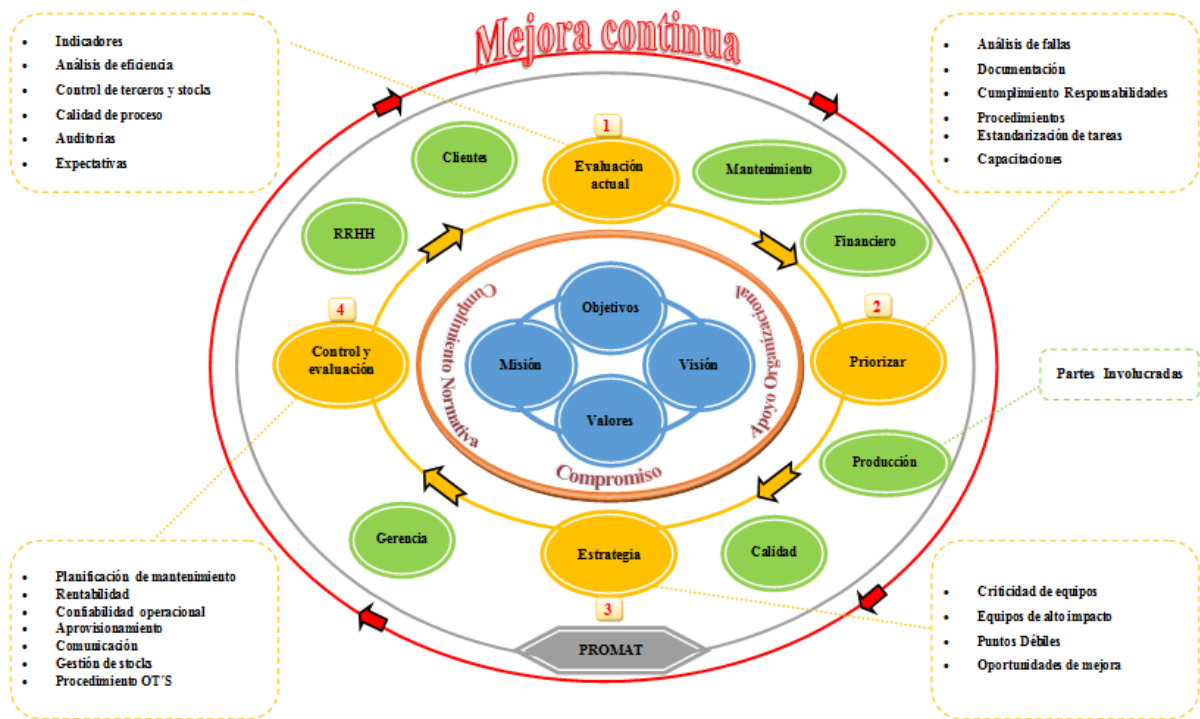
Los materiales del almacén no están colocados adecuadamente, por lo que es muy difícil encontrar algo, adicionalmente no coincide lo que se cree que se tiene con lo que realmente hay de existencia, no hay un indicador para medir la eficiencia del almacén debido a que la empresa no les evalúa el inventario y en cuanto al sistema de compras es lento, debido a que algunos de los repuestos son comprados internacionalmente y en otras ocasiones no tiene conocimiento del tiempo de respuesta de los proveedores. Es necesario agregar que los técnicos son los encargados de realizar los inventarios y cambiar la existencia real, sin embargo, no es algo que lo hagan con frecuencia, por lo que al momento de comprar los materiales necesarios los técnicos realizan la lista y se la entregan al jefe de mantenimiento para que realizar la orden de compra de los suministros.

**Resultados obtenidos:** El número de averías repetitivas es alto, el N° de horas/hombre invertido en mantenimiento es alto, los costos de mantenimiento contratado a fabricantes y los costos totales de mantenimiento son altos debido a la tecnología de los equipos, agregando que los indicadores que se utilizan tienen grandes dudas de su funcionabilidad.

## **15. Propuesta del modelo de gestión de mantenimiento**

Para la confección del modelo de gestión se implementó la norma 9001-2008, la integración de otros departamentos de la empresa, aspectos mencionados en los apartados anteriores sobre las necesidades, los objetivos del departamento de mantenimiento, la misión y visión de la organización para maximizar el servicio y calidad con una estrategia de mejora en la gestión de mantenimiento.

El departamento es responsable de actividades realizadas en la infraestructura, control e inventario de las bodegas, manejo de software PROMAT, soporte y calidad de los equipos de producción y equipos periférico, tomando en consideración la responsabilidad del departamento y la oportunidad de mejora en conjunto, se muestra la siguiente figura que propone un modelo de gestión para Gualapack Costa Rica.



Fuente: Elaboración Propia. Publisher 2016.

Figura 39. Modelo de gestión propuesto para el Departamento de Mantenimiento Gualapack Costa Rica.

### 15.1. Características del modelo de gestión

El modelo de gestión propuesto tiene como núcleo la dirección del negocio en cuanto a los objetivos, la visión, misión y valores, es necesario aclarar que los objetivos toma en consideración tanto los de la empresa como los del Departamento de Mantenimiento. Para cumplir con la gestión basada en el negocio se requiere del apoyo organizacional, el cumplimiento de la normativa y el compromiso no solo de las partes involucradas sino todos los miembros de la organización con la finalidad de mejorar las cuatro etapas establecidas con el uso de una herramienta tecnológica como lo es PROMAT para lograr así la mejora continua. A continuación, se va comentar algunos aspectos especificados del modelo:

- a) **Evaluación actual:** los indicadores evidencian el estado real de lo que se está midiendo y brinda información relevante para la gestión de mantenimiento, por lo que es de suma importancia validar la credibilidad de los datos y garantizar que los indicadores existentes sean de importancia para la toma de decisiones y de no ser así someterlos a un análisis para cambiar o incorporar los necesarios; debido a que la organización ya tiene conocimiento en el manejo de los mismos. El departamento tiene metas anuales, por lo que se evidencia en el cumplimiento de las expectativas, por eso se debe establecer metas alcanzables con la finalidad de no realizar cambios por incumplimiento. El control de terceros y el inventario en stock's refleja la eficiencia para resolver los problemas o deficiencia, lo cual va de la mano del análisis de eficiencia y la calidad del proceso, que nos lleva a tener un panorama general del estado o situación en la se encuentra la empresa.
- b) **Priorizar:** partiendo de la información obtenida durante el desarrollo de los apartados anteriores, se determinó que el análisis de fallas por medio de Diagramas de Pareto (se seleccionó este método debido a que la empresa cuenta con conocimiento de implementación) es importante para tener conocimiento de las condiciones de los equipos e historial de fallas que enriquezca el mantenimiento en distintas áreas y la creación de los planes de mantenimiento acorde a las necesidades y estado de los equipos. La documentación es una fuente formal que respalda las decisiones de la empresa, genera una trazabilidad de lo que se está realizando durante la gestión y ayuda en la ejecución de

estrategias, sin embargo, se debe de estandarizar la forma en que se realizan los procedimientos para que crear una medida uniforme, en donde el trabajo en equipo tiene que prevalecer y para ello es fundamental la designación, el cumplimiento de responsabilidades y las capacitaciones.

- c) **Estrategia:** la manera en la que se va a afrontar los equipos es según la clasificación de la criticidad del proceso y las consecuencias que los equipos presentan para el proceso productivo, seleccionar los equipos de alto impacto económico para tomar las medidas prudentes para minimizar las consecuencias a enfrentar. Además, con la información con la que se cuenta determinar los puntos débiles para fortalecer o eliminar esta deficiencia, al mismo tiempo que se busca la oportunidad de mejora para aumentar la disponibilidad de los equipos y la competitividad de la organización.
- d) **Control y evaluación:** está compuesta de la planificación de mantenimiento que consiste en generar los planes de mantenimiento preventivo, programado, diario y autónomo según las necesidades de los equipos, tomando en consideración la rentabilidad como un foco del negocio y gestión de mantenimiento que interviene en las mejoras en subcontrataciones y las inversiones con retorno de inversión. La confiabilidad operacional aprovecha oportunidades de mejoras en cuatro áreas, que consisten en: confiabilidad humana (integración de conocimiento, comunicación, capital intelectual), confiabilidad de equipos (estrategas, análisis de fallas), confiabilidad de

procesos (cumplimientos de procedimientos, operación de manera estándar) y mantenibilidad de equipos (equipos de trabajo y confiabilidad de operación).

El aprovisionamiento son el conjunto operaciones que permiten colocar a disposición de la empresa los recursos necesarios, este incluye materiales, herramientas, control y gestión de existencias, costos de inventario, convenios con proveedores y espacio de almacenamiento. El procesamiento de órdenes de trabajo (OT'S) abarca desde la solicitud del servicio hasta su finalización, por lo que es esencial la correcta ejecución en el ingreso de la información en el software de mantenimiento, ya que es la herramienta que conforma la adquisición de datos de los indicadores y para la buena gestión de la información.

- e) **Partes involucradas:** todas las partes cumplen una función esencial para el cumplimiento de las metas propuestas, inicialmente, el cliente es el que direcciona el negocio, los departamentos de mantenimiento, calidad y producción tienen que trabajar de la mano para asegurar la calidad, tiempos y capacidad de producción del producto de manera eficiente y reduciendo los desperdicios, luego el departamento de financiero viene a fortalecer la rentabilidad del negocio, en cuanto a los gastos del departamento de mantenimiento en terceros, compra de repuestos, facturación proveedores, presupuesto establecido por departamento, lo cual podemos reflejar en la disponibilidad de los equipos. Con la integración de los anteriores mencionado la gerencia cumple con la función de crear normativas para la integración y

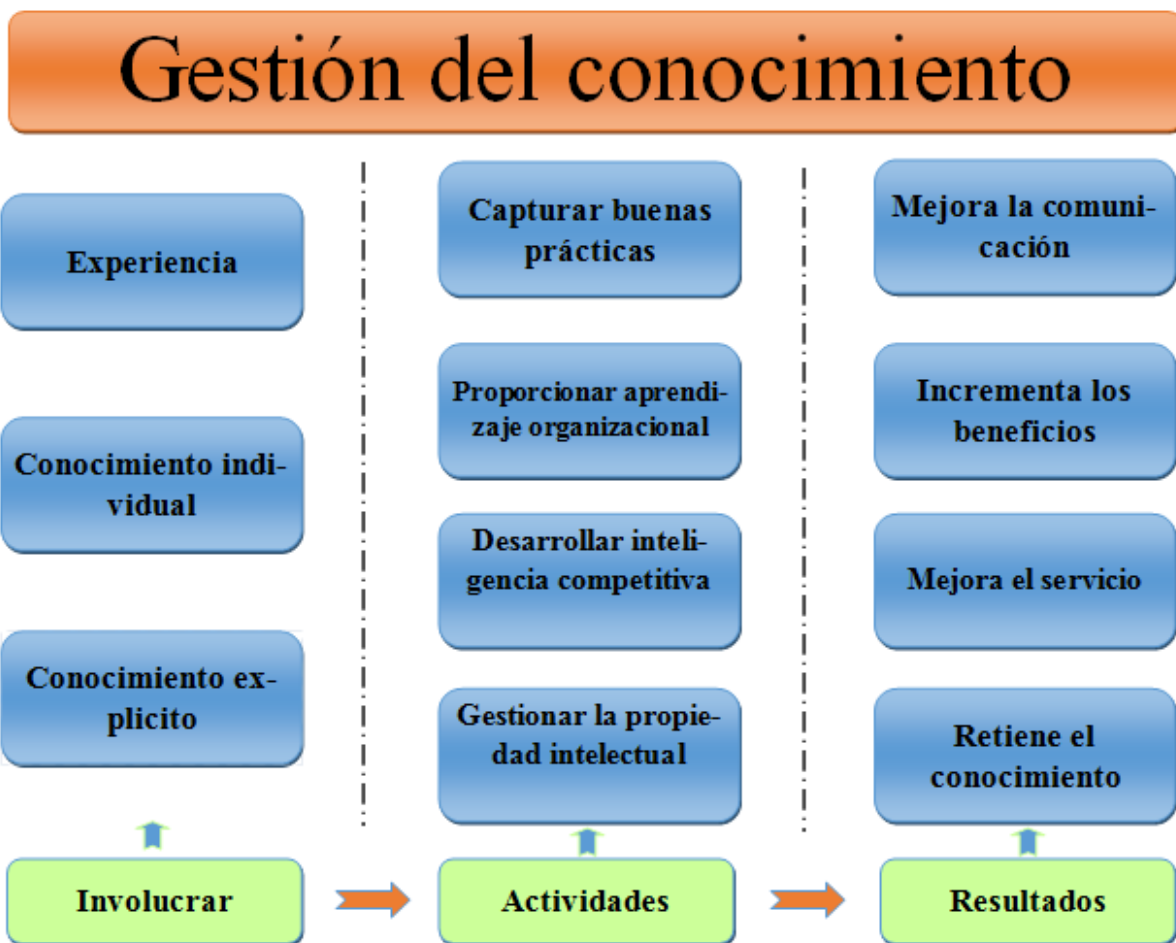
cooperación de las partes implicadas se realice con éxito y de manera armoniosa con el departamento de recursos humanos por medio capacitaciones y motivación del personal involucrado, sin que ningún departamento se imponga sobre otros.

Al involucrar todo lo mencionado anteriormente, sobre el modelo de gestión e incorporar la información en el software de mantenimiento, se va a lograr una interrelación de información relevante para el respaldo en la toma de decisiones y la mejora continua.

## **15.2. Gestión de conocimiento**

La finalidad es usar el aprendizaje organizacional e identificar el conocimiento para desarrollar capital intelectual, aumentar la productividad y competitividad con el manejo del recurso humano, su conocimiento y la disposición, por medio del intercambio de conocimiento entre los miembros de la corporación. El personal adquiere el conocimiento por las actividades de su labor diario y las experiencias ante el enfrentamiento de la búsqueda de solución del problema, sin embargo, no es documentada ni registrada por lo que se recomienda realizar un registro de las actividades realizadas según el problema o causa existente para así tener un respaldo de información general y procedimiento de solución ante ciertas eventualidades repetitivas.

Además, se puede incorporar un control con las reparaciones realizadas en las actividades subcontratadas para no crear una dependencia al servicio contratado y tener un conocimiento de cómo intervenir de manera inmediata sin la necesidad de la empresa tercera, con la finalidad de realizar una captación y fácil transferencia del conocimiento.



Fuente: Elaboración Propia. Publisher 2016.

Figura 40. Propuesta de implementación de la gestión del conocimiento.

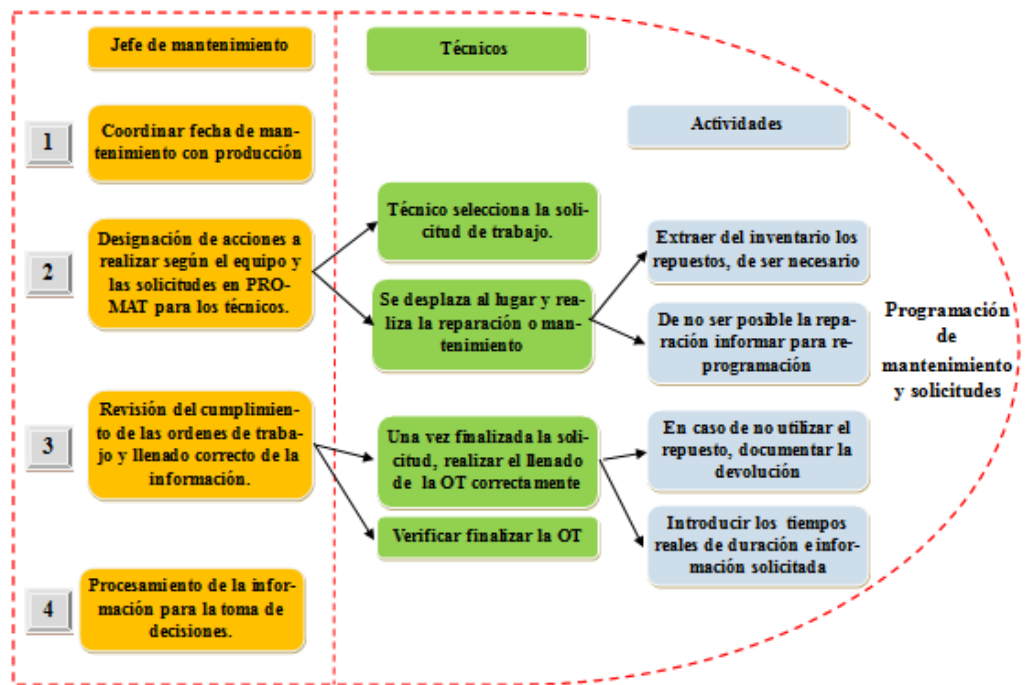
El conocimiento individual viene a fortalecer el conocimiento grupal de la organización, que solo es adquirido por las experiencias vividas en el proceso, lo que es el inicio del conocimiento explícito que se desarrolla por medio de la comunicación entre el personal y la documentación estructurada del conocimiento que nos muestran las razones y resultados organizacionales que se pueden obtener.



## **16. Estandarización y seguimientos de pasos**

Se procede a estandarizar actividades para el Departamento de Mantenimiento, para mejorar la eficiencia del equipo de trabajo, las condiciones de realizar los procedimientos de trabajo y la calidad de respuesta del personal, con el objetivo de fortalecer la búsqueda de la mejora continua en el modelo de gestión propuesto e incentivar al personal a adquirir una cultura en la realización de actividades que fortalecen la documentación y el desempeño del departamento dentro de la empresa.

Se propone una serie de pasos tanto para el jefe de mantenimiento como los técnicos que tiene a su cargo para la mejora de las acciones de mantenimiento previstos o solicitudes que le realizan al departamento.

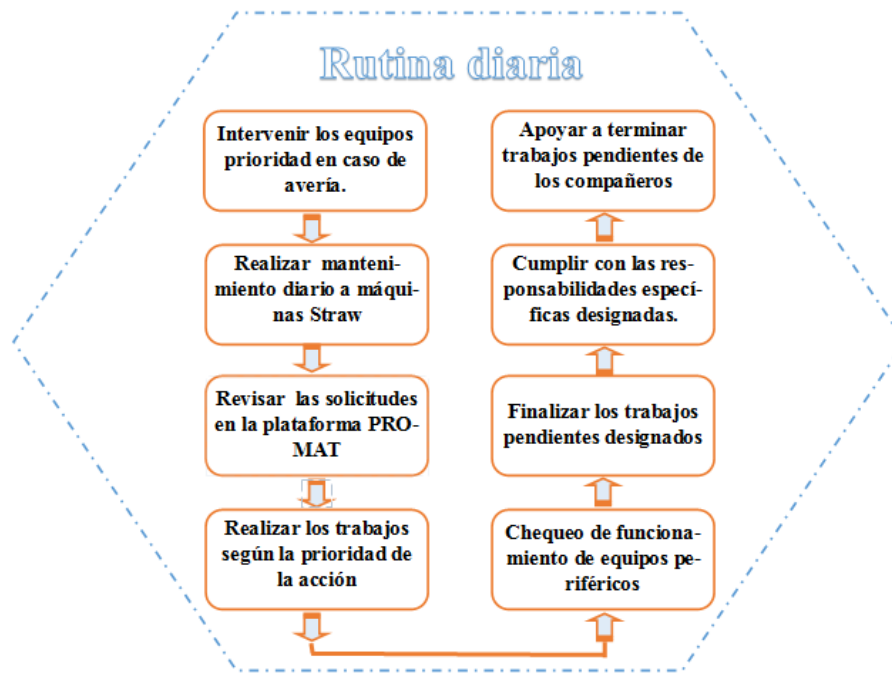


Fuente: Elaboración Propia. Publisher 2016.

Figura 41. Programación de mantenimiento y solicitudes desarrollados por el departamento.

También, se propone una metodología a seguir en las acciones de los técnicos con el objetivo de mejorar el desempeño de las tareas asignadas, teniendo siempre en consideración que los ajustes y las averías de los equipos son primordiales o de intervención inmediata, por lo que la rutina diaria de la Figura 37. puede ser interferida durante la corrida por los eventos antes mencionados, sin embargo, una vez realizadas las acciones correspondientes de mantenimiento se continua con las fases normalmente. Es importante resaltar que cada técnico tiene responsabilidades específicas, por lo tanto, algunas de las tareas quedan inconclusas debido a que no son prioridad o porque su horario laboral finalizó, por lo que se incentiva a otro técnico le dé continuidad a la tarea para evitar tener tareas pendientes y no tener espacios

de trabajo ocupados (con piezas mecánicas, cajas de transmisión desarmadas, etc.) e indirectamente contribuir en el fortalecimiento del trabajo en equipo.

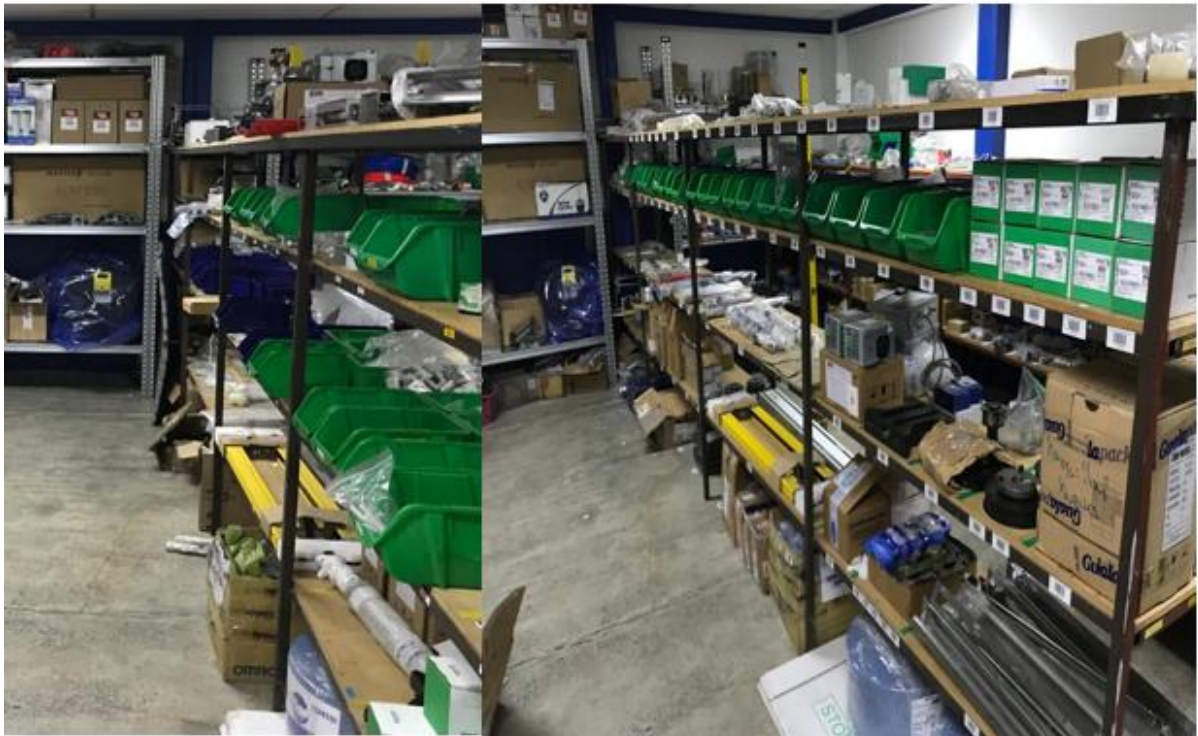


Fuente: Elaboración Propia. Publisher 2016.

Figura 42. Rutina diaria para los técnicos del Departamento de Mantenimiento.

## 17. Inventario de bodega

Partiendo del resultado obtenido en el apartado de materiales en la auditoría al departamento, se prosiguió al reordenamiento de la bodega de repuestos y la creación de códigos de barras para agilizar la búsqueda de los repuestos, mejorar el sistema de conteo de existencia y tener un mejor control por medio del software de mantenimiento PROMAT, que se puede vincular al control de máximos y mínimos requeridos, los costos asociados a los materiales, la vinculación del repuesto con la OT y realizar el rebajo automático de la cantidad existente por medio del escaneo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 43. Antes y después de realizar el inventario y reordenamiento.

### **17.1. Codificación**

La codificación de los artículos se propone por medio de códigos de barras, para aprovechar el recurso disponible de la empresa que cuenta con impresora y un lector de códigos de barras, con la finalidad de agilizar la rapidez de acceso a la información y reducir tiempo en el trámite.

El código de barras utilizado es tipo Code-128 que consiste en 10 dígitos, en donde el código creado es único para cada artículo, por lo debe de ser lo más representativo posible con correlación al número de dígitos. La propuesta del código consiste en: el primer dígito corresponde a la bodega, los siguientes tres dígitos a la clasificación (tipo de equipo), el siguiente dígito al número de rack, el siguiente al número de fila del rack (va de arriba hacia abajo), los tres dígitos siguientes indican el número de artículo y el ultimo digito indica si el repuesto es usado o no (recibe el número 1 si es usado y 0 si no es usado), como se muestra en la siguiente figura.



Fuente: Elaboración Propia. Publisher 2016.

Figura 44. Codificación propuesta para el inventario del Departamento de Mantenimiento.

Se realiza la impresión 843 códigos de barras en etiquetas adhesivas, que se colocan en los espacios designados a cada artículo en un lugar visible y de fácil acceso para el uso del personal de mantenimiento, con la finalidad de demarcar el espacio físico respectivo de cada accesorio y verificación de inventario por medio de la plataforma.

Mantenimiento de Inventario

1 de 843

Detalle de Artículos      Listado

Bodega:       Clasificación:

Tipo de Inventario:       Sub-Clasificación:       Buscar en Código o Descripción:

	Bodega	Código	Descripción	Existencias	Costo Unit.	U/M	N...
▶	BREP	1100510010	Elemento filtrante .3 micras	10,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510020	Relay en estado solido	1,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510030	Media luna	1,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510040	Guía de apertura de cajones de perfiles	4,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510050	Soporte de guía separador de bolsas	1,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510060	Soporte inserción de boquilla	1,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510070	Manometro	1,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510080	Inserto para el pin de la horquilla de los cabezales	10,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510090	Pegas para motor de cadena principal	3,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510100	Pibotes de la canasta de los perfiles	6,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510110	Base para las guías apilador	2,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510120	Cuñas limitador de torque	2,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510130	Desviación para guía lineal Bosch Rexroth	4,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510140	Rodamientos lineales para cabezales	3,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510150	Sensor presencia cajón de p�rfiles, sick sensor	1,00	0,00	Unidad	
	BREP	1100510160	Cilindro Telescopico del rastrillo RT230-040-06	1,00	0,00	Unidad	

843 Articulos consultados.      \*Doble click en una linea para ir al detalle.

Fuente: PROMAT

Figura 45. Plataforma de mantenimiento de inventario.

## 17.2. Procedimiento para adquisición de repuesto

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- a) El técnico abre la solicitud correspondiente, busca en la parte de revisión y seguimiento de órdenes, en el caso de mantenimiento programado el programa le indica qué repuestos necesita, en caso de

ser un mantenimiento correctivo se verifica en software la existencia del artículo.

**Revisión y Seguimiento de Orden de Trabajo**

Número de Orden: 1863

Fecha de Solicitud: 08/06/2020 10:22 a.m.

Fecha Generación Orden: 08/06/2020 08:00 a.m.

Número de Referencia:

Fecha Inició Trabajo:

Fecha Finalizó Trabajo:

Información del Equipo: 78D STRAW 78 **Orden en Trámite**

Trabajo solicitado por: MANT. PREVENTIVO

Ubicación del Equipo: PROCESO CHEERPACK

¿Quién operaba el Equipo?: Ingrese el Operador

Causa de Generación de O.T.: Seleccione la Causa

**Detalles de Trabajos específicos:**

Descripción

Acciones:

- Guardar Orden
- Imprimir Orden
- Finalizar Orden
- Regresar a Lista

Fuente: PROMAT

Figura 46. Acceso página web de técnicos, sección revisión de orden de trabajo

b) Busca la opción de solicitud de materiales



**Mano de Obra:** ➕ Agregar

Aún no ha ingresado registros de Mano de Obra.

**Fallas del Equipo:** ➕ Agregar

Aún no ha ingresado registros de Fallas

**Archivos Adjuntos:** ➕ Agregar

Aún no ha agregado Archivos Adjuntos.

**Solicitudes de Materiales:** ➕ Agregar

Código	Descripción	Cant.	
➕ 1600720040	Tornillos de la araña del cabezal	1	✖

Tiempo de Equipo Parado:      
 No. de Gira:      
 Tiempo de Viaje:

Fuente: PROMAT

Figura 47. Solicitud de materiales de la sección revisión de orden de trabajo.

- c) Selecciona opción agregar, digita la descripción del artículo o se escanea el lector de código y se selecciona la opción agregar.



**Agregar Solicitud de Materiales**

Buscar por Código/Descripción:

Q 1100510020 **Buscar**

Código	Descripción
1100510020	Relay en estado solido

Cantidad Requerida: 1

Notas:

**Cancelar** **Aceptar**

Aún no ha agregado solicitudes de Materiales.

Fuente: PROMAT

Figura 48. Agregar solicitud de materiales en página web de técnicos Promat.

- d) Luego, se traslada a la bodega de repuestos y busca la ubicación del artículo.
- e) Con la ayuda del lector de código de barras, se escanea las veces correspondientes al número de repuestos que necesite (para dos roles se realiza dos veces la lectura del código).
- f) En caso de necesitar una devolución de un artículo porque no se necesitó, se realiza el escaneo del código y se selecciona la opción de devolución.

## 18. Análisis financiero

Los datos utilizados fueron tomados del estado financiero facilitados por el Departamento de Financiero Contable en los últimos seis meses, los detalles de los costos variables, se indicarán a continuación:

- a) **Compra de stock's:** abarcan las compras realizadas para repuestos de las Bag, Straw, estibadora e inyectora, filtros, retenedores, rodamientos, sensores, acoples, tornillos, fitinería, PVC, barras de sellado, hules, teflón, bujes, acoples, tubería y hules.
- b) **Compra de herramientas:** Contempla las herramientas como brocas, cepillos, fresas, así como equipos necesarios para realizar las actividades tales como buscadores de tangencias, lámpara ultravioleta y torno.
- c) **Consumibles:** son los suministros del taller como los limpiadores de contacto, etiquetas, aceite sintético, toallas Kimberly, grasas, tubos LED, placas de aluminio, platinas de aluminio, material de oficina.
- d) **Mejoras y proyectos:** son las mejoras realizadas en algunas máquinas del proceso productivo, proyectos de desarrollo y mejoras en algunos procesos de mantenimiento.
- e) **Otros:** considera algunas facturas de compras, nota de crédito a proveedores, envíos por Amazon y varios de mantenimiento sin clasificación.
- f) **Gastos a terceros:** incluye la limpieza de ductos y tubería del sistema de supresión de incendios, reparaciones del secador, chiller y bomba, mano de obra del compresor Boge, servicios profesionales, afilado de cuchillas,

correcciones de asientos diferenciales, mantenimientos de manejadora de aire, guarda motor, bomba y equipos varios.

**Tabla 12. Gastos menores del Departamento de Mantenimiento.**

<b>Gastos menores asociados al Departamento de Mantenimiento Gualapack Costa Rica S.A.</b>						
<b>Mes</b>	<b>oct-19</b>	<b>nov-19</b>	<b>dic-19</b>	<b>ene-20</b>	<b>feb-20</b>	<b>mar-20</b>
<b>Costos variables</b>						
Compra de Stocks	1.452.825,61	863.068,57	514.538,92	943.833,35	710.400,11	1.194.852,16
Compra de herramientas	295.182,06	-	143.430,00	57.760,00	66.371,68	7.968.469,08
Consumibles	453.293,22	505.003,00	-	790.694,16	-	1.162.668,20
Mejoras y proyectos	247.991,00	432.382,72	1.571.328,38	-	68.500,00	-
Otros	-	-	-	373.080,00	222.713,13	161.844,29
Gastos de Terceros	1.426.858,50	311.359,45	325.000,00	383.219,64	232.405,25	280.237,48
<b>TOTAL</b>	<b>₡ 3.876.150,39</b>	<b>₡2.111.813,74</b>	<b>₡2.554.297,30</b>	<b>₡2.548.587,15</b>	<b>₡1.300.390,17</b>	<b>₡10.768.071,21</b>

Fuente: Elaboración propia. Excel 2016.

Tomando en consideración los gastos asociados en los últimos 6 meses el Departamento de Mantenimiento tiene un gasto mensual promedio de ₡ 3.860.000 en consumos menores, además de la existencia de un fondo promedio en caja chica por un monto ₡ 122.600 (el dato promedio se obtiene de la información existente de 4 meses).

Cabe resaltar que los gastos mostrados anteriores son las compras realizadas bajo un perfil de gastos menores, en un informe financiero aparte se maneja la amortización por mes de los mantenimientos, compras de repuestos y suministros del Departamento de Mantenimiento con mayores costos asociados.

**Tabla 13. Gastos mayores del Departamento de Mantenimiento.**

<b>Gastos mayores asociados al Departamento de Mantenimiento Gualapack Costa Rica S.A.</b>						
<b>Mes</b>	<b>oct-19</b>	<b>nov-19</b>	<b>dic-19</b>	<b>ene-20</b>	<b>feb-20</b>	<b>mar-20</b>
<b>Descripción</b>						
Amortización mant. Anual He Tech	850.000,00	850.000,00	852.978,07	850 000	565.000,00	588.000,00
Amortización mant. Sistema incendios	144.000,00	144.000,00	144.000,00	144 000	144.000,00	141.639,63
Amortización mant. Compresor	500.000,00	592.301,09	610.066,11		304.793,13	304.793,11
Amortización montacargas	507.000,00	507.000,00	638.513,63			
Amortización FXA F	400.331,00	400.331,00	161.876,92			
Pago por adelantada mant. transformador	264.000,00	264.000,00	262.168,50			
Suministros de planta	543.095,26	1.043.095,26	550.000,00			
Repuestos útil	1.500.000,00	1.500.000,00	2.490.156,07	1.500.000,00	1.500.000,00	1.500.000,00
<b>Total</b>	<b>¢4.708.426,26</b>	<b>¢ 5.300.727,35</b>	<b>¢ 5.709.759,30</b>	<b>¢1.500.000,00</b>	<b>¢ 2.513.793,13</b>	<b>¢2.534.432,74</b>

Fuente: Elaboración propia. Excel 2016.

En gastos mayores se tiene un gasto promedio mensual ¢ 3.711.189,80. Una vez obtenidos los datos anteriores se realizó una división del total pagos a terceros de las Tabla 7.(Gastos de terceros) y Tabla 8.(las amortización y pago adelantado del mantenimiento del transformador) y los gastos totales realizados por el departamento (las demás descripciones no mencionadas en las tablas anteriores), donde se obtuvieron los gastos totales mensuales utilizados que corresponde a la suma del total en gastos Dep. más el total en pagos a terceros, con la finalidad de calcular el porcentaje de pagos a terceros correspondiente al total en pago a terceros del mes seleccionado sobre total de gasto del mes.

**Tabla 14. Total de gastos del Departamento de Mantenimiento y pagos a terceros mensual.**

<b>Comparación de gastos totales del departamento y pagos a terceros.</b>						
<b>Mes</b>	<b>oct-19</b>	<b>nov-19</b>	<b>dic-19</b>	<b>ene-20</b>	<b>feb-20</b>	<b>mar-20</b>
<b>Descripción</b>						
Total en gastos Dep.	₡ 4.492.387,15	₡4.343.549,55	₡5.269.453,37	₡3.665.367,51	₡2.567.984,92	₡11.987.833,73
Total en pago a terceros	₡ 4.092.189,50	₡3.068.991,54	₡2.994.603,23	₡ 383.219,64	₡1.246.198,38	₡ 1.314.670,22
<b>% según gasto totales</b>						
% Pagos a terceros	48%	41%	36%	9%	33%	10%

Fuente: Elaboración propia. Excel 2016.

Los gastos generales totales promedio del Departamento de Mantenimiento tiene una desviación estándar de ₡ 7.600.000 al mes, agregando que el porcentaje más alto en pagos a terceros es de 48% de los costos totales de mantenimiento, lo que nos permite conocer la inversión designada a la tercerización.

Para el 2020 se tiene estipulado un CAPEX (es una inversión inmovilizada fija que realiza una compañía para mejorar o adquirir un activo no corriente), en donde se muestra los detalles en los cuales se va a realizar la inversión, los montos designados y las fechas en las destinadas para realizar las compras de los mismos, el fondo de inversión equivale a \$ 245.000.

Detalle	Total	Consumido	Restante	FECHAS											
				Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre				
Totani extra control	\$70.000		\$70.000				X (T2) -45k				X (Z1C) -25k				
Ahorro energético	\$50.000		\$50.000					X							
Upgrade SW (IT) (AutoCAD, Scanner, etc.)	\$19.000	\$12.000	\$7.000		X (SW)	X (Zebra400)	X (Tablet + TV)								
Station for Seal Control (caps & spouts) (cambiar por 1 llenadora)	\$18.000		\$18.000							X					
Proyecto Total Torno	\$17.000	\$13.893	\$3.107	X (faltante)											
Cámara código barras Straw (5-1)	\$14.500	\$2.766	\$11.734	X (1)		X (1)			X (1)			X (1)			
Cámara para boquillas Straw (5)	\$10.500		\$10.500	X (1)	X (1)	X (1)	X (1)	X (1)							
Equipos de protección	\$9.000		\$9.000	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Proyecto Segunda Etapa Racks en bodega	\$9.000		\$9.000							X					
Accesorio para dinamómetro para medición del COF	\$8.000		\$8.000		X										
Arreglo piso Bodega (junto con demarcación)	\$6.000		\$6.000		X										
Bomba vacío nueva (cambió por el variador frecuencia manejadora)	\$4.000	\$3.992	\$8												
Demarcación Bodega (junto con arreglo)	\$4.000		\$4.000		X										
Reposición Herramienta	\$3.000		\$3.000			X (1K)	X (1K)	X (1K)							
Extintores	\$2.000		\$2.000	X	X	X									
Construcción de pared de laboratorio	\$1.000		\$1.000					X							

Fuente: Gualapack Costa Rica S.A.

Figura 49. CAPEX 2020

## **19.Recomendaciones**

Con base en las actividades anteriores y durante el desarrollo de la práctica profesional en el Departamento de Mantenimiento de Gualapack Costa Rica, nacen las siguientes recomendaciones generales con el ideal de mejorar la gestión.

- a) Realizar una auditoría de calidad en la gestión del mantenimiento de manera periódica, para evidenciar las mejoras y detectar oportunidades de mejora.
- b) Analizar de manera periódica las fallas existentes de los diferentes tipos de mantenimiento realizados y los ajustes de las máquinas, debido a que se cuenta con una metodología de recolección de la información, pero no es valiosa sino se procesa y se maneja el conocimiento real del estado de los equipos.
- c) Tomar en consideración las intervenciones de ajustes a las máquinas, ya que representan más del doble de los mantenimientos realizados en las máquinas Straw
- d) Buscar la posición de colocación más adecuada de la bolsa semi-elaborada en el apilador de la Straw y realizar una capacitación y estandarización del colocado de las bolsas en el apilador, debido a que esto representa un 36% de las fallas en todas las máquinas Straw, que desencadena los demás problemas como es el ajuste del brazo de la primera toma y ajuste sensor posición de bolsa.
- e) Incorporar un indicador de mantenimiento económico, debido a que no se tiene un control de los gastos realizados a causa de los mantenimientos y es necesario para cumplir con los objetivos de mantenimiento.
- f) Concientizar a los miembros del Departamento de Mantenimiento en el uso del software de mantenimiento PROMAT y la incorporación del modelo de gestión para la



recolección de información para los indicadores de calidad, administración de los materiales e inventario existente y la mejora del mantenimiento.

- g) Reducir el inventario de la bodega, a los repuestos con mayor criticidad de la planta, mayor renovación o utilización y tiempo de adquisición del activo, debido a que hay stock's que no se utilizan desde que se dio la apertura de la empresa, por lo que se pueden eliminar por obsolescencia o buscar una alternativa de venta.
- h) Realizar concordancia del inventario digital con el físico y viceversa, en por lo menos veinte artículos seleccionados al azar donde concuerde tipo y cantidad, con una periodicidad de un mes y en caso de que los resultados sean satisfactorios (menos de 4 fallos) aumentar la regularidad.
- i) Solicitar un documento a las empresas externas sobre el tipo de falla que presentaba el equipo y lo que realizaron para solucionarlo, para no perder el control de la tercerización.
- j) Incentivar al personal a generar conocimiento por medio de la documentación, para desarrollar capital intelectual y fortalecer el manejo el recurso humano.
- k) Tomar en consideración la experticia de cada departamento para la toma de decisiones en la organización, debido a que la falta de consideración de las partes involucradas llevaría a la toma de decisiones sin criterio y con un solo enfoque.
- l) Dar seguimiento a los aspectos financieros del Departamento de Mantenimiento, para tener el conocimiento de lo que se invierte y los gastos asociados para la toma de decisiones.

## 20. Conclusiones

- a) El enfoque de la implementación de la gestión del mantenimiento con respecto a la situación actual es aprovechar el capital intelectual humano, por medio de la incorporación de las partes interesadas, la toma de decisiones en conjunto, la estandarización de actividades, el trabajo en equipo y el conocimiento de la información actual para el fortalecimiento del departamento de mantenimiento.
- b) Se determinó que la Gestión de Mantenimiento en el Departamento de Mantenimiento de Gualapack Costa Rica S.A. es buena con un índice de conformidad del 66%, donde las áreas con resultados más bajos son la administración de los materiales y método de trabajo.
- c) Se recomendó la incorporación de un indicador económico específico para cumplir con los objetivos del Departamento de Mantenimiento y con los indicadores técnicos y organizacionales (ya existentes) se recomienda seguir garantizando la confiabilidad de la información utilizada para la validación los indicadores de calidad.
- d) La sustentabilidad de la gestión se mantiene por medio del modelo de gestión, las políticas empresariales, estandarización de acciones, designación de responsabilidad, coordinación, auditorias, impacto ambiental y desempeño de la organización.

## 21. Bibliografía

Beltrán, B. (2016). *Minería de datos*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla de Zaragoza. Recuperado de <https://www.cs.buap.mx/~bbeltran/NotasMD.pdf>

Berenguer, J. (2016). Estrategias de comunicación en la empresa. Recuperado de: <https://resolving.es/comunicacion-en-la-empresa/>

Parra, C. y Crespo, A. (2015). Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la gestión de Activos. Ingeman.

Cárcel, F. (2015). Factores para la introducción de la gestión del conocimiento en las áreas de mantenimiento de las empresas industriales. *3C Empresa*, 4(2).

Carro, J., Reyes, B., Rosano, G., Garnica, J. y Pérez, B. (2017). Modelo de desarrollo sustentable para la industria de recubrimiento cerámicos. Scielo. Vol. 33.

Chacón, V. & Quesada, L. (2018). Zonas francas reactivan la economía. *La nación*. Recuperado de <https://www.nacion.com/opinion/foros/zonas-francas-reactivan-la-economia/QAS4OWUA4RGRRKAXK3MVVOPF3A/story/>

Cuatrecasas, L. (2012). *Gestión del Mantenimiento de los equipos productivos*. Madrid.

García, S. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento. España. Ediciones Díaz de Santos S.A.

Gómez, L. (2017). *Indicadores de gestión de mantenimiento*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. Recuperado de [https://tecdigital.tec.ac.cr/dotlrn/classes/MI/MI4305/S-2-2017.CA.MI4305.1/file-storage/view/presentaciones-de-clase%2FSemana\\_9\\_Indicadores\\_de\\_gesti%C3%B3n\\_de\\_mantenimiento.pdf](https://tecdigital.tec.ac.cr/dotlrn/classes/MI/MI4305/S-2-2017.CA.MI4305.1/file-storage/view/presentaciones-de-clase%2FSemana_9_Indicadores_de_gesti%C3%B3n_de_mantenimiento.pdf)

Gómez, L.(2017). *Análisis de problemas Diagramas de Pareto*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.

Gordon, D. (2014). Competencia empresarial. Corporación Educativa Colegio Británico de Cartagena. Recuperada de [http://www.colbritanico.edu.co/CBCStudents/Proyectos%20de%20metodologia/Economia\\_C\\_ompetencia%20empresarial.pdf](http://www.colbritanico.edu.co/CBCStudents/Proyectos%20de%20metodologia/Economia_C_ompetencia%20empresarial.pdf)

- Gualapack. (2019). Recuperado de <https://gualapackgroup.com/es/empresa-global/>
- Herrera, M. y Duany, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, 37(1). Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362016000100002&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362016000100002&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Ibarra, M., González, L. y Demuner, M. (2017). Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufacturera de Baja California. *Estudios fronterizos*, 18(35), 107-130.
- ISOTools. (2019). Normas ISO. Recuperado de <https://www.isotools.com.co/iso-9001-2008-requisitos-sistema-gestion-calidad/#:~:targetText=ISO%209001,a%20la%20familia%20ISO%209000>.
- Jofré, E. (2002). *Modelo de diseño y ejecución de estrategias de negocios*. Universidad de Chile, Chile. Recuperado de: <http://www.dii.uchile.cl/~ceges/publicaciones/ceges35.pdf>
- Martínez, M. (2018). *Industria 4.0: la era de la ciberfísica*. Recuperado de <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/08/13/industria-4-0-la-era-de-la-ciberfisica.html>
- Mena, J. (2018). *Diseño de un modelo de Gestión de Mantenimiento para la empresa Lanco & Harris Manufacturing*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. Recuperado de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10456/disen%C3%B3\\_modelo\\_gestion\\_mantenimiento\\_empresa\\_lanco\\_%26\\_harris\\_manufacturing.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10456/disen%C3%B3_modelo_gestion_mantenimiento_empresa_lanco_%26_harris_manufacturing.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Norma española UNE-EN 15341. (2008). *Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento*. Recuperado de [https://kupdf.net/download/une-en-15341-2008\\_5b37c532e2b6f5052aa11722\\_pdf](https://kupdf.net/download/une-en-15341-2008_5b37c532e2b6f5052aa11722_pdf)
- Palma, J. y Jiménez, H. (2013). *Modelo de Gestión del Conocimiento Basado en la Estructura de Modelo de Sistema Viable*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. Recuperado de: <http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/StudentPapers/SP003.pdf>
- Parra, A. (2019). *Descubre qué es el diagrama de Pareto y sus múltiples utilidades*. Recuperado de: <https://rockcontent.com/es/blog/diagrama-de-pareto/>
- Pistarelli, A. (2010). *Manual de Mantenimiento: ingeniería, gestión y organización*. Buenos Aires: Talleres Gráficos R y C.

Quesada, M. (2015). *Plan piloto de implementación de TPM en la empresa Gualapack Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago. Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6240>

Renovatec. (2012). Tipos de mantenimiento. Recuperado de: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tiposdemantenimiento.html>

Romro, J. (2012). *Modelo de gestión y seguridad en el mantenimiento*. Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/17192/Modelo+de+gesti%F3n+y+seguridad+en+el+mantenimiento.pdf;jsessionid=EA62F2DF08F71137B653C140DCB170FF?sequence=1>

Tecsa Energy expertise. (2020). *¿Qué es el mantenimiento correctivo?* Recuperado de: <http://www.tecsagro.com.mx/blog/mantenimiento-correctivo/>

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L. y Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138.

## 22. Anexos

### 22.1. Anexo 1

#### CUESTIONARIO DE AUDITORÍA

#	Criterio	Desf.	1	2	Fav.	PTS OB.	PTS MÁX	PTS OB
		0			3			
<b>MANO DE OBRA</b>								
1	¿La planta tiene el personal que necesita?	En absoluto	>20% exceso o defecto	Entre 10-20% de exceso o defecto	Exactamente lo que se necesita	2		
2	¿El personal tiene la formación adecuada?	En absoluto	Carencia Importantes	Casi todos	Sí	2		
3	¿Hay una parte del personal polivalente?	0% Polivalente	<10% Polivalente	10-40% Polivalente	>40% Polivalente	3		
4	¿Hay personal Imprescindible?	>25%	Entre 25- 15%	<15%	0	3		
5	¿Hay un Plan de Formación para el personal?	No hay ningún plan	Hay un plan pero escaso e incompleto	Se observan deficiencias subsanables	Sí	2		
6	¿El Plan de Formación resulta adecuado, y se lleva a cabo ?	No a las dos preguntas	No a una de las dos preguntas	Se observan deficiencias subsanables	Sí a las dos preguntas	2		
7	¿Se respeta el horario de entrada?	>30% min de pérdida	10-30 min de pérdida	<10 min de pérdida	Sí	3		
8	¿Se respeta el horario de salida?	>30% min de pérdida	10-30 min de pérdida	<10 min de pérdida	Sí	2		
9	¿Se respeta el horario en los descansos?	>30% min de pérdida	10-30 min de pérdida	<10 min de pérdida	Sí	2		

10	¿El nivel de absentismo es bajo?	>5%	3-5%	1-3%	<1%	3
11	¿Los operarios están dispuestos a prolongar su jornada, acudir en festivos, noches, fuera de turno, etc. En caso de necesidad?	En absoluto	Problemático	Habitualmente sí	Siempre	1
12	¿En general, las O.T. se resuelven cumpliendo el programa de mantenimiento?	No hay programación o no se cumple	Más de un 50% de diferencia	Se cumple en más de un 80%	La programación se cumple exactamente	2
13	¿El tiempo de intervención está de acuerdo con las tablas de tiempo normales?	>del doble de tiempo del normal	30-100% de diferencia	10-30% de diferencia	<10% de diferencia	3
14	¿La media de tiempos muertos no productivos es la adecuada?	>40%	30-40%	20-30%	<20%	3
15	¿El personal cumplimenta correctamente la O.T.?	No, nunca	Siempre incompletas	Habitualmente, Sí	Sí, siempre	2
16	¿El organigrama resulta adecuado?	No se ajusta en absoluto a las necesidades	Deficiencias en el organigrama	Falta o sobra algún puesto	Sí	2
17	¿El personal indirecto está en número adecuado?	Exceso de personal	Deficiencias importantes	Optimizable	Sí	3
18	¿El personal indirecto tiene la formación adecuada?	No conocen mantenimiento	Carencias Importantes	Tienen alguna carencias	Sí	3
19	¿Los mandos intermedios (encargados y jefes de equipo) intervienen en la resolución de órdenes de trabajo?	Solo organizan el trabajo	Raramente intervienen	Habitualmente lo hacen	50% de su tiempo intervienen	2

20	¿El organigrama general del departamento es adecuado?	Le faltan o le sobran funciones claves	Le falta o le sobra alguna función importante	Mejorable	Perfecto	2	60	47
<b>MEDIOS TÉCNICOS</b>								
21	¿Los equipos de medida están calibrados?	Ninguno	Muy pocos	Casi todos	Sí	3		
22	¿Las herramientas para el mantenimiento mecánico se corresponden con lo que se necesita?	En absoluto	Carencias Importantes	Falta algo	Sí	3		
23	¿Las herramientas para el mantenimiento eléctrico se corresponden con lo que se necesita ?	En absoluto	Carencias Importantes	Falta algo	Sí	3		
24	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita ?	En absoluto	Carencias Importantes	Falta algo	Sí	3		
25	¿Existe un intervalo de las herramientas que se usan en el departamento?	No	Muchas diferencias con lo que hay	Sí, pero no es completo	Sí	0		
26	¿Los equipos están limpios y en buen estado?	No	Preocupante	Mejorable	Sí	2		
27	¿Los equipos están colocados adecuadamente en el taller y debidamente señalizada?	No	Preocupante	Mejorable	Sí	2		
28	¿El software de gestión o el sistema o el sistema de información de mantenimiento	En absoluto	Carencias Importantes	Mejorable	Sí	1		



	es el adecuado?								
29	¿El sistema aporta información fiable?	No	Preocupante	Mejorable	Sí		1		
30	¿Los operarios consultan alguna vez los datos contenidos en el sistema de información?	Nunca, no les es útil	Rara vez	A veces, pero no mucho	Muy a menudo		2		
31	¿El número de horas invertido en introducir datos al sistema es bajo?	Muy alto	Alto	Adecuado	Muy bajo		1		
32	¿El taller de mantenimiento parece limpio y ordenado?	No	Preocupante	Mejorable	Sí		2		
33	¿Está bien señalizado e identificado su interior?	No	Preocupante	Mejorable	Sí		2		
34	¿Está situado en el lugar adecuado?	No	Preocupante	Mejorable	Sí		3		
35	¿El taller cuenta con los medios adecuados al tipo de trabajo que se realiza?	En absoluto	Carencias Importantes	Falta algo	Sí		3		
36	¿Las oficinas parecen limpias y ordenadas?	No	Preocupante	Mejorable	Sí		2		
37	¿Se cuenta con los medios adecuados en la oficina (ordenadores, impresoras, teléfonos, etc.)?	No	Preocupante	Mejorable	Sí		3	51 36	
<b>MÉTODOS DE TRABAJO</b>									
38	¿Se ha realizado un análisis de equipos?	Nunca se ha estudiado			Sí		0		

39	¿Ese análisis establece el nivel de criticidad de cada equipo?	Nunca se ha estudiado	Sí, pero con criterios incorrectos	Sí, pero hay que reestudiarlo	Sí, y está bien hecho	0
40	¿En ese análisis se determina el modelo de mantenimiento más adecuado para cada equipo?	Nunca se ha estudiado	Sí, pero con criterios incorrectos	Sí, pero hay que reestudiarlo	Sí, y está bien hecho	0
41	¿Se ha realizado un Plan de Mantenimiento Programado?	No	Abarca pocos equipos	Sí, pero no es completo	Sí	2
42	¿Este plan resulta adecuado?	No	Preocupante	Mejorable	Sí	2
43	¿Hay una planificación de mantenimiento?	No			Sí	3
44	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?	No	Sí, pero es inadecuado	Sí, pero es mejorable	Sí	3
45	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?	No	Muy poca utilidad	Es mejorable	Sí	3
46	¿Existe un plan de Formación?	No			Sí	3
47	¿Ese plan resulta adecuado?	No	Poco adecuado	Es mejorable	Sí	1
48	¿El plan de Formación se lleva a cabo?	No	Muy poco	Se intenta Cumplir	Rigurosamente	2
49	¿La proporción entre mantenimiento programado y no programado es la adecuada?	>20%	20-50%	50-70%	<70%	
50	¿Se trabaja con Órdenes de Trabajo o sistemas similares?	Nunca	Raras ocasiones	No siempre	Sí	3

51	¿Existe un sistema establecido para asignar prioridades a las O.T.?	No	Existe pero sin criterio	Sí, pero los criterios no están muy claros	Sí	3			
52	¿Las Órdenes de Trabajo se recopilan y analizan?	Nunca	Raras ocasiones	No siempre	Sí	2			
53	¿Existen procedimientos para las intervenciones más habituales?	No	Muy pocos	Muchos	Casi toda sí	1			
54	¿Los operarios usan esos procedimientos?	Nunca	Raras ocasiones	No siempre	Sí	0			
55	¿Se proponen mejoras desde el área de mantenimiento?	Nunca	Raras ocasiones	No siempre	Sí	2			
56	¿Se recogen y analizan las mejoras que proponen los operarios?	Nunca	Raras ocasiones	No siempre	Sí	2	54	32	
<b>MATERIALES</b>									
57	¿Existe una lista de repuesto mínimo a mantener en stock?	No	Sí, pero no es válida	Sí, pero es incompleta	Sí	2			
58	¿Los criterios para seleccionar ese repuesto mínimo son coherente?	No	Existe pero sin criterio	Sí, pero los criterios no están muy claros	Sí	1			
59	¿Esa lista se actualiza y se mejora periódicamente?	No			Sí	2			
60	¿Se comprueba que los repuestos contenidos en la lista están realmente en la planta?	Nunca	Raras ocasiones	No siempre	Sí	2			

61	¿Existe un sistema de registro de entradas y salidas del almacén que permita conocer los movimientos del almacén en un periodo determinado?	No	Sí, pero es inadecuado	Sí, pero es mejorable	Sí	1			
62	¿Los materiales del almacén están colocados adecuadamente?	Es muy difícil encontrar algo	Es preocupante	Es mejorable	Es muy fácil encontrar lo que se busca	0			
63	¿La ubicación del almacén es la adecuada?	No	Poco adecuado	Es mejorable	Sí	3			
64	¿Existe algún sistema para realizar inventarios periódicos?	No	Poco adecuado	Es mejorable	Sí	2			
65	¿Lo que se cree que se tiene coincide con lo que se tiene realmente?	Más de 25% de desviación	15-25% de desviación	Menos de un 15% de desviaciones	Coincide perfectamente	0			
66	¿Hay indicadores para medir la eficacia del almacén ?	No	Son insuficientes	Sí, pero es mejorable	Sí, y resultan adecuados	0			
67	¿El sistema de compras es ágil?	Demasiado lento	Lento	Sí, pero es mejorable	Sistema muy ágil	1			
68	¿Existen indicadores para evaluar la eficiencia del sistema de compras?	No	Son insuficientes	Sí, pero es mejorable	Sí, y resultan adecuados	0			
69	¿Los materiales siempre alcanzan la calidad que se necesita?	No	Son insuficientes	Sí, pero es mejorable	Sí, y resultan adecuados	2	39	16	
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>									
70	La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada	Mala	Se aleja del óptimo	Pequeñas desviaciones	Buenas	3			

71	La evolución de la disponibilidad es buena	Está disminuyendo	Tendencia a disminuir	Está estabilizada	Está aumentando	3
72	Tiempo medio entre fallos en equipos significativos	Malo	Se aleja del óptimo	Pequeñas desviaciones	Buenas	2
73	Evolución del tiempo medio entre fallos	Está aumentando	Tendencia a aumentar	Está estabilizada	Está disminuyendo	3
74	Nº de O.T de Emergencia o de prioridad máxima	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo	3
75	Evolución de las O.T de Emergencia	Está aumentando	Tendencia a aumentar	Está estabilizada	Está disminuyendo	3
76	Tiempo medio de reparación	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo	3
77	Evolución del tiempo medio de reparación	Está aumentando	Tendencia a aumentar	Está estabilizada	Está disminuyendo	3
78	Número de averías repetitivas	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo	1
79	Evolución del número de averías repetitivas	Está aumentando	Tendencia a aumentar	Está estabilizada	Está disminuyendo	2
80	Nº de horas/hombre invertido en mantenimiento	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo	1
81	Evolución de las horas en los últimos 4 años	Está aumentando	Tendencia a aumentar	Está estabilizada	Está disminuyendo	3
82	Coste de Mantenimiento contratado a fabricantes	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo	1
83	Evolución del coste de mantenimiento contratado a fabricantes	Está aumentando	Tendencia a aumentar	Está estabilizada	Está disminuyendo	2
84	Gasto en repuesto	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo	0
85	Evolución del gasto en repuestos	Está aumentando	Tendencia a aumentar	Está estabilizada	Está disminuyendo	2

86	Coste total de mantenimiento	Muy alto	Alto	Bajo	Muy bajo	1		
87	Evolución del coste	Está aumentando	Tendencia a aumentar	Está estabilizada	Está disminuyendo	2		
88	¿El resto de los indicadores que se usan son adecuados?	No	Grandes dudas	Algunos no	Sí	1		
89	¿La evolución de todos ellos es positiva?	Todos van mal	Algunos están empeorando	Casi todos van bien	Todos van bien	2	60	41
<b>SEGURIDAD</b>								
90	¿Se ha efectuado la evaluación de riesgos?	No	Sí, pero está mal hecha	Sí, aunque es mejorable	Sí	2		
91	¿Hay un Plan de Seguridad?	No	Sí, pero está mal hecha	Sí, aunque es mejorable	Sí	2		
92	¿El plan resulta adecuado?	No	Poco adecuado	Es mejorable	Sí	2		
93	¿La inspección visual de la planta hace pensar que se trata de una instalación segura?	No	Ofrece dudas	Es mejorable	Sí	2		
94	¿Los trabajadores reciben de forma periódica formación de seguridad?	No, nunca	Rara vez	Hay que aumentar la frecuencia	Muy a menudo	2		
95	¿Los trabajadores usan habitualmente los medios de protección individual ?	No, nunca	A veces	No siempre	Siempre	3		
96	¿El nivel de accidentalidad es bajo?	No, nunca	Preocupante	Mejorable	Muy bajo	3	21	16
<b>MEDIO AMBIENTE</b>								
97	¿Existe un Plan Medioambiental?	No	Sí, pero está mal hecha	Sí, aunque es mejorable	Sí	3		

98	¿En este plan se analizan adecuadamente los aspectos medioambientales y su asignación?	No	Sí, pero está mal hecha	Sí, aunque es mejorable	Sí	3		
99	¿Este plan se lleva a cabo correctamente?	No, nunca	A veces	Casi siempre	Siempre	3		
100	¿El personal está mentalizado y actúa de acuerdo con el Plan Medioambiental?	En absoluto	Le dan poca importancia	Sí, aunque a veces no	Siempre	2	12	11

Criterio	0	1	2	3
# de casillas marcadas con esa puntuación	10	14	40	35

<b>Puntos obtenidos</b>	<b>199</b>
<b>Máxima puntuación posible</b>	<b>300</b>

ÍNDICE DE CONFPRMIDAD (IC )=	66%
------------------------------	-----

## 23. Apéndice

### 23.1. Apéndice 1

#### 6.2 Indicadores clave económicos

##### 6.2.1 NIVEL 1

E1	$\frac{\text{Coste total del mantenimiento}}{\text{Valor de sustitución de los activos}}$	× 100
E2	$\frac{\text{Coste total del mantenimiento}}{\text{Valor añadido más costes externos de mantenimiento}}$	× 100
E3	$\frac{\text{Coste total del mantenimiento}}{\text{Cantidad producida}}$	
E4	$\frac{\text{Coste total del mantenimiento}}{\text{Coste de transformación de la producción}}$	× 100
E5	$\frac{\text{Coste total del mantenimiento + costes de indisponibilidad ligados al mantenimiento}}{\text{Cantidad producida}}$	
E6	$\frac{\text{Disponibilidad ligada al mantenimiento}}{\text{Coste total del mantenimiento}}$	

##### 6.2.2 NIVEL 2

E7	$\frac{\text{Valor medio de inventario de los artículos de mantenimiento}}{\text{Valor de sustitución de los activos}}$	× 100
E8	$\frac{\text{Coste total de personal interno empleado en mantenimiento}}{\text{Coste total del mantenimiento}}$	× 100



E9	$\frac{\text{Coste total de personal externo empleado en mantenimiento}}{\text{Coste total del mantenimiento}}$	× 100
E10	$\frac{\text{Coste total de contratación}}{\text{Coste total del mantenimiento}}$	× 100
E11	$\frac{\text{Coste total de los artículos de mantenimiento}}{\text{Coste total del mantenimiento}}$	× 100
E12	$\frac{\text{Coste total de los artículos de mantenimiento}}{\text{Valor medio de inventario de los artículos de mantenimiento}}$	= renovación del almacén
E13	$\frac{\text{Coste por personal indirecto de mantenimiento}}{\text{Coste total del mantenimiento}}$	× 100
E14	$\frac{\text{Coste total del mantenimiento}}{\text{Energía total utilizada}}$	

### 6.2.3 NIVEL 3

E15	$\frac{\text{Coste del mantenimiento correctivo}}{\text{Coste total del mantenimiento}}$	× 100
E16	$\frac{\text{Coste del mantenimiento preventivo}}{\text{Coste total del mantenimiento}}$	× 100
E17	$\frac{\text{Coste del mantenimiento basado en la condición}}{\text{Coste total del mantenimiento}}$	× 100
E18	$\frac{\text{Coste del mantenimiento sistemático}}{\text{Coste total del mantenimiento}}$	× 100
E19	$\frac{\text{Coste del mantenimiento de mejora}}{\text{Coste total del mantenimiento}}$	× 100
E20	$\frac{\text{Coste de paradas programadas para mantenimiento}}{\text{Coste total del mantenimiento}}$	× 100
E21	$\frac{\text{Coste de formación del personal de mantenimiento}}{\text{Efectivo del personal de mantenimiento}}$	Valor unitario/persona
E22	$\frac{\text{Costes totales de contratación del mantenimiento mecánico}}{\text{Costes totales de contratación del mantenimiento}}$	× 100
E23	$\frac{\text{Costes totales de contratación del mantenimiento eléctrico}}{\text{Costes totales de contratación del mantenimiento}}$	× 100
E24	$\frac{\text{Costes totales de contratación del mantenimiento de la instrumentación}}{\text{Costes totales de contratación del mantenimiento}}$	× 100

### 6.3 Indicadores clave técnicos

#### 6.3.1 NIVEL 1

T1	$\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Tiempo total de funcionamiento} + \text{tiempo de indisponibilidad por mantenimiento}}$	× 100 (disponibilidad relacionada con mantenimiento)
T2	$\frac{\text{Tiempo de disponibilidad conseguido durante el tiempo requerido}}{\text{Tiempo requerido}}$	× 100 (disponibilidad operacional)
T3	$\frac{\text{Número de fallos debidos a mantenimiento que generan daño ambiental}}{\text{Tiempo de calendario}}$	
T4	$\frac{\text{Volumen anual de residuos o efectos nocivos relacionados con mantenimiento}}{\text{Tiempo de calendario}}$	
T5	$\frac{\text{Número de lesiones del personal debidas al mantenimiento}}{\text{Tiempo de trabajo}}$	

#### 6.3.2 NIVEL 2

T6	$\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{(\text{Tiempo total de funcionamiento} + \text{tiempo de indisponibilidad por fallos})}$	× 100
T7	$\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{(\text{Tiempo total de funcionamiento} + \text{tiempo de indisponibilidad por mantenimiento planificado y programado})}$	× 100

#### 6.3.3 NIVEL 3

T8	$\frac{\text{Tiempo de mantenimiento preventivo que origina tiempo de indisponibilidad}}{\text{Tiempo total de indisponibilidad por mantenimiento}}$	× 100
T9	$\frac{\text{Tiempo de mantenimiento sistemático que origina tiempo de indisponibilidad}}{\text{Tiempo total de indisponibilidad por mantenimiento}}$	× 100
T10	$\frac{\text{Tiempo de mantenimiento basado en la condición que origina tiempo de indisponibilidad}}{\text{Tiempo total de indisponibilidad por mantenimiento}}$	× 100
T11	$\frac{\text{Número de fallos que causan lesiones al personal}}{\text{Número total de fallos}}$	× 100

T12	$\frac{\text{Número de fallos que pueden causar lesiones al personal}}{\text{Número total de fallos}}$	× 100
T13	$\frac{\text{Número de fallos que causan daños al medio ambiente}}{\text{Número total de fallos}}$	× 100
T14	$\frac{\text{Número de fallos que pueden causar daños al medio ambiente}}{\text{Número total de fallos}}$	× 100
T15	$\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número de órdenes de trabajo de mantenimiento que causan tiempo de indisponibilidad}}$	
T16	$\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número de órdenes de trabajo de mantenimiento}}$	
T17	$\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número de fallos}}$	= MTBF
T18	$\frac{\text{Número de sistemas cubiertos por un análisis de criticidad}}{\text{Número total de sistemas}}$	× 100
T19	$\frac{\text{Horas-hombre usadas para planificar en un proceso de planificación de mantenimiento sistemático}}{\text{Horas hombre totales de personal interno de mantenimiento}}$	× 100
T20	$\frac{\text{Tiempo de mantenimiento planificado y programado que causa tiempo de indisponibilidad en la producción}}{\text{Tiempo total de mantenimiento planificado y programado que requiere tiempo de indisponibilidad}}$	× 100
T21	$\frac{\text{Tiempo total de recuperación}}{\text{Número de fallos}}$	= MTTR

## 6.4 Indicadores organizacionales

### 6.4.1 NIVEL 1

O1	$\frac{\text{Efectivo de personal interno de mantenimiento}}{\text{Efectivo total de empleados internos}}$	× 100
O2	$\frac{\text{Efectivo de personal indirecto de mantenimiento}}{\text{Efectivo de personal interno de mantenimiento}}$	× 100
O3	$\frac{\text{Efectivo de personal indirecto de mantenimiento}}{\text{Efectivo de personal directo de mantenimiento}}$	× 100
O4	$\frac{\text{Horas-hombre de mantenimiento por operario de producción}}{\text{Horas hombre totales de personal directo de mantenimiento}}$	× 100
O5	$\frac{\text{Horas-hombre de mantenimiento planificado y programado}}{\text{Horas-hombre totales de mantenimiento disponibles}}$	× 100
O6	$\frac{\text{Número de lesiones del personal de mantenimiento}}{\text{Efectivo total de personal de mantenimiento}}$	× 10000 (índice de frecuencia)
O7	$\frac{\text{Horas-hombre pérdidas por lesiones del personal de mantenimiento}}{\text{Horas-hombre totales trabajadas por el personal de mantenimiento}}$	× 10000 (índice de severidad)
O8	$\frac{\text{Horas-hombre empleadas en mejoramiento continuo}}{\text{Horas-hombre totales de personal de mantenimiento}}$	× 100

#### 6.4.2 NIVEL 2

O9	<u>Horas-hombre de mantenimiento por operario de producción</u> Horas-hombre totales de los operarios de producción	× 100
O10	<u>Personal directo de mantenimiento que trabaja en turnos</u> Efectivo total de personal directo de mantenimiento	× 100

#### 6.4.3 NIVEL 3

O11	<u>Tiempo empleado en mantenimiento correctivo de urgencia</u> Tiempo total de indisponibilidad ligado a mantenimiento	× 100
O12	<u>Horas-hombre de personal interno de mantenimiento mecánico</u> Horas-hombre totales de personal interno directo de mantenimiento	× 100
O13	<u>Horas-hombre de personal interno de mantenimiento eléctrico</u> Horas-hombre totales de personal interno directo de mantenimiento	× 100
O14	<u>Horas-hombre de personal interno de mantenimiento de instrumentación</u> Horas-hombre totales de personal interno directo de mantenimiento	× 100
O15	<u>Efectivo de personal interno de mantenimiento con varias actividades</u> Efectivo de personal interno de mantenimiento	× 100
O16	<u>Horas-hombre de mantenimiento correctivo</u> Horas-hombre totales de mantenimiento	× 100
O17	<u>Horas-hombre de mantenimiento correctivo de urgencia</u> Horas-hombre totales de mantenimiento	× 100
O18	<u>Horas-hombre de mantenimiento preventivo</u> Horas-hombre totales de mantenimiento	× 100
O19	<u>Horas-hombre de mantenimiento basado en la condición</u> Horas-hombre totales de mantenimiento	× 100
O20	<u>Horas-hombre de mantenimiento sistemático</u> Horas-hombre totales de mantenimiento	× 100
O21	<u>Horas-hombre suplementarias de mantenimiento interno</u> Horas-hombre totales de mantenimiento interno	× 100
O22	<u>Número de órdenes de trabajo realizadas según la programación</u> Número total de órdenes de trabajo programadas	× 100
O23	<u>Número de horas-hombre para formación del personal interno de mantenimiento</u> Horas-hombre totales de mantenimiento interno	× 100

O24	<u>Efectivo de personal interno directo de mantenimiento que usa ordenador</u> Efectivo de personal interno directo de mantenimiento	× 100
O25	<u>Horas-hombre totales trabajadas por personal directo en actividades planificadas y programadas</u> Horas-hombre totales planificadas y programadas para personal directo	× 100
O26	<u>Número de piezas de repuesto suministradas por el almacén según peticiones</u> Número total de piezas de repuesto requeridas por mantenimiento	× 100

## 23.2. Apéndice 2

MATRIZ DE CRITICIDAD MÁQUINA STRAW						
Factor	Peso	Impacto			P x I	
1. Seguridad y Medio Ambiente	10	Si hay riesgo=10		Si no hay riesgo=0	0	
2. Producción	7	Alto= 10	Medio= 5	Bajo= 0	70	
3. Calidad	7	Alto= 10	Medio= 5	Bajo= 0	70	
4. Pérdidas/ Daños	5	Alto= 10	Medio= 5	Bajo= 0	25	
5. Equipos Redundantes (Stand-by)	4	Si existe=0		Si no existe=10	20*	
6. Régimen de Marcha	3	Continuo=10		No Continuo=0	30	
7. Frecuencia de Fallas	3	> 6 fallas/año=10	>2 fallas/año= 5	< 2 fallas/ año=0	30	
8. Equipos de Reserva	2	Si existe=0		Si no existe=10	20	
9. Tiempo Medio de Reparación (MTTR)	2	< 2 horas=1	2 a 4 horas=4	4 a 8 horas=7	>8 horas=10	2
<b>CRITICIDAD= Sumatoria (Peso x Impacto)</b>					<b>Σ 267</b>	
Mayor o igual a 160=A	* Se decidió una valoración intermedia en el impacto del punto 5 ya que en algunas ocasiones alguno de los nueve equipos STRAW puede estar detenido porque la producción se puede obtener con ocho o siete equipos.					
De 100 a 159= B						
Hasta 99=C						

MATRIZ DE CRITICIDAD PROCESO BAG						
Factor	Peso	Impacto			P x I	
1. Seguridad y Medio Ambiente	10	Si hay riesgo=10		Si no hay riesgo=0	0	
2. Producción	7	Alto= 10	Medio= 5	Bajo= 0	70	
3. Calidad	7	Alto= 10	Medio= 5	Bajo= 0	70	
4. Pérdidas/ Daños	5	Alto= 10	Medio= 5	Bajo= 0	50	
5. Equipos Redundantes (Stand-by)	4	Si existe=0		Si no existe=10	40	
6. Régimen de Marcha	3	Continuo=10		No Continuo=0	30	
7. Frecuencia de Fallas	3	> 6 fallas/año=10	>2 fallas/año= 5	< 2 fallas/ año=0	30	
8. Equipos de Reserva	2	Si existe=0		Si no existe=10	20	
9. Tiempo Medio de Reparación (MTTR)	2	< 2 horas=1	2 a 4 horas=4	4 a 8 horas=7	>8 horas=10	8
<b>CRITICIDAD= Sumatoria (Peso x Impacto)</b>					<b>Σ 318</b>	
Mayor o igual a 160=A						
De 100 a 159= B						
Hasta 99=C						