

**PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
PALETIZADORA DE CAJAS EN LA PLANTA DE EMBOTELLADORA COCA-
COLA FEMSA LÍNEA 2 DE PRODUCCIÓN.**

**STEVEN MARTINEZ OLMOS
STIVEN LEONIDAS FUENTES DIAZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2019**

**PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
PALETIZADORA DE CAJAS EN LA PLANTA DE EMBOTELLADORA COCA-
COLA FEMSA LÍNEA 2 DE PRODUCCIÓN.**

**STEVEN MARTINEZ OLMOS
STIVEN LEONIDAS FUENTES DIAZ**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**DIRECTOR
NESTOR JAVIER ROMERO CASSIANI
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2019**

DEDICATORIA

Esta dedicatoria está dirigida principalmente a dios por permitirme cumplir con mis metas planteadas en mi vida, a mis padres Leonidas Fuentes y Rocio Diaz, que con esfuerzo y dedicación me educaron un hombre de bien, mi esposa que siempre está conmigo, ayudándome y comprendiéndome en el transcurso de esta etapa de mi vida.

Stiven Leonidas Fuentes Diaz

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento en la elaboración de esta monografía:

- A la empresa Coca-Cola Femsa donde laboro actualmente por el apoyo condicional de este proceso de estudios.
- A la universidad CUC por el uso de sus instalaciones y el personal de planta.
- A la universidad UNAD por su grupo de docentes bien formados.
- A mis compañeros de estudios por la amistad ganada durante todo este tiempo.

Stiven Leonidas Fuentes Díaz

DEDICATORIA

A mi madre Dalis Olmos quien con su amor, paciencia y esfuerzo me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi hija Gabriella Martinez por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Steven Martínez Olmos

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todo el personal administrativo de la Universidad Industrial de Santander por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme hacer parte de esta maravillosa institución.

De igual manera mis agradecimientos a todo el personal de la Corporación Universitaria de la Costa, por facilitarnos sus Instalaciones y hacer que todo fuera más ameno, en especial a la Sra. que de una forma muy atenta y alegre nos suministraba la hidratación y café durante esas largas horas de estudio.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a nuestros docentes, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y consejos a lo largo de la preparación de nuestra especialización.

Steven Martínez Olmos

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	21
1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRES.....	22
1.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA COCA-COLA FEMSA.....	22
1.1.1 Nuestra Misión.	23
1.1.2 Nuestros Valores	24
1.1.3 Nuestra Visión.....	24
1.2 IDENTIFICACIÓN, FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	25
1.2.1 Descripción problemática.....	25
1.2.1.1 Formulación del problema.....	25
1.2.1.2 Sistematización del problema	25
2.1 OBJETIVO GENERAL	26
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	27
4. MARCO CONCEPTUAL	28
4.1 PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO	28
4.1.1 ¿Qué es el mantenimiento?	28
4.1.2 ¿Para qué se necesita hacer mantenimiento?	28
4.1.3 Principio de Pareto.....	28
4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	29
4.2.1.1 ventajas.....	30
4.2.1.2 Desventajas.	30
4.2.2 Frecuencia optima de mantenimiento preventivo.....	30
4.2.3 Ciclo de mantenimiento preventivo.	31
4.2.4 Diagrama de flujo del mantenimiento preventivo.	31

4.2.5 Consecuencias de frecuencias inadecuadas en el mantenimiento preventivo.	32
4.2.5.1 Sobre mantenimiento.	32
4.2.5.2 Bajo-Mantenimiento.	32
4.2.6 Metodología para determinar la frecuencia optima de mantenimiento en un programa de mantenimiento preventivo/predictivo.	32
4.2.7 Características del comportamiento de las fallas.	33
4.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	35
4.3.1 Definición.	35
4.3.2 Ciclo Del Mantenimiento Predictivo	35
4.3.3 Monitoreo Por Condición.	35
4.3.3.1 Objetivos.	35
4.3.4 Técnicas Predictivas.	36
4.3.4.1 La Boroscopia.	36
4.3.4.2 Análisis De La Lubricación (Tribología).	36
4.3.4.3 El Análisis Infrarrojo (Termografía).	36
4.3.4.4 Análisis De Vibraciones.	39
4.4 MANTENIMIENTO REACTIVO	39
4.4.1 Ventajas:	40
4.5 MANTENIMIENTO CENTRADO CONFIABILIDAD (RCM)	40
4.5.1 Metodología Para R.C.M.	41
4.5.2 Características Del R.C.M.	41
4.5.3 Términos Utilizados En (RCM).	42
4.5.4 Evaluación de probabilidades de fallas	43
4.5.5 Pasos Para La Identificación De Modos Dominantes De Falla Y Efectos.	43
4.6 PASOS DEL MANTENIMIENTO	44
4.6.1 Planeación Y Programación.	44
4.6.2 Administración De Recursos.	44
4.6.3 Ejecución.	44
4.6.4 Control.	44

4.6.5 Evaluación.	45
4.7 INDICADORES DE MANTENIMIENTO	45
4.8 ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN	46
4.8.1 Parámetros De Producción.	46
4.8.2 Formulas.	46
4.9 FACTOR DE UTILIZACIÓN	47
4.10 PALETIZADO.....	48
4.10.1 Máquina paletizadora o Estibadora.....	48
4.10.2 Sistemas de paletizado automático	49
4.10.3 Sistemas de transporte previos y posteriores al paletizado automático.	52
 5. COMPONENTE CENTRAL SAP ERP (SAP ECC)	 54
5.1 ¿QUÉ ES EL COMPONENTE CENTRAL SAP DE ERP?	54
5.1.1.1 Contabilidad financiera (FI).	55
5.1.1.2 Controlling (CO).	55
5.1.1.3 Ventas y Distribución (SD).	55
5.1.1.4 Gestión de materiales (MM).	56
5.1.1.5 Planificación de producción (PP).	56
5.1.1.6 Gestión de calidad (QM).	56
5.1.1.7 Mantenimiento de planta (PM).	56
5.1.1.8 Servicio al cliente (CS).....	57
5.1.1.9 Sistema de proyectos (PS).	57
5.1.1.10 Gestión del capital humano (HCM).	57
5.1.2 Componentes técnicos de SAP ECC.....	58
5.1.3 Paquetes de mejora.....	59
5.1.4 Implementación SAP ECC	59
5.2 SAP PM MANTENIMIENTO DE PLANTA.....	59
5.2.1 Datos maestros.....	61
5.2.2 Flujos de mantenimiento.	61
5.2.2.1 Mantenimiento correctivo.	61

5.2.2.2 Mantenimiento preventivo.	61
5.2.2.3 Informes	61
 6. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO RECOMENDADO PARA LA PALETIZADORA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN 2 DE LA EMPRESA COCA- COLA FEMSA.....	 62
6.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA COCACOLA-FEMSA	62
6.1.2 Diagrama de flujo del proceso de la Paletizadora línea 2.	64
6.2 EQUIPOS PALETIZADORES	69
6.2.3 Disponibilidad de los equipos.....	70
6.3 COMPONENTES DEL EQUIPO PALETIZADOR LÍNEA 2	71
6.3.1 Datos técnicos del equipo	72
6.3.2 Sistemas de la paletizadora Austral.....	73
6.3.2.1 Partes del sistema cabezal paletizadora Austral.....	73
6.3.2.2 Partes del sistema estructura principal de la paletizadora Austral.	86
6.3.2.3 Partes del sistema fuerza y control paletizadora Austral.....	88
6.3.2.4 Puntos del sistema lubricación paletizadora Austral	90
6.3.2.5 Partes del sistema mesa de descarga paletizadora Austral.....	92
6.3.2.6 Partes del sistema mesa de entrada paletizadora Austral.	94
6.3.2.7 Partes del sistema mesa formadora paletizadora Austral	96
6.3.2.8 Partes del sistema circuito neumático paletizadora Austral	102
6.4 ADQUISICIÓN Y MANEJO DE DATOS OBTENIDOS.....	108
6.4.1 Definición de los sistemas más críticos y sus elementos.....	110
6.4.2 Cálculos de MTBF y MTTR con los datos obtenidos.	113
6.5 PLAN DE MANTENIMIENTO RECOMENDADO PARA EL SISTEMA MÁS CRÍTICO	 119
6.5.1 Mantenimiento recomendado al sistema eléctrico.	119
6.5.2 Mantenimiento recomendado al sistema mesa de entrada / bastidor	121
6.5.3 Mantenimiento recomendado al sistema cabezal de apriete.	122
6.5.4 Mantenimiento recomendado al sistema cabezal de apriete.	123

7. CONCLUSION	124
BIBLIOGRAFÍA	126

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Probabilidades de fallas.	43
Tabla 2. Equipos críticos son los que de acuerdo a la tabla anterior su factor de utilización.	47
Tabla 3 Categorización de equipos en líneas	70
Tabla 4. Datos técnicos del equipo paletizadora Austral.	72
Tabla 5. Sistemas del equipo paletizadora Austral.	73
Tabla 6. Componentes del cabezal de uñas.	75
Tabla 7. Componentes del marco centrador.	77
Tabla 8. Componentes bastidor-SB	79
Tabla 9. Componentes rodadura horizontal-RH.....	81
Tabla 10. Componentes transversas-TV.	83
Tabla 11. Componentes carro horizontal-CH.....	84
Tabla 12. Componentes carros central-CC.....	85
Tabla 13. Componentes estructura principal.....	87
Tabla 14. Componentes tablero eléctrico.	89
Tabla 15.. Puntos de lubricación.....	91
Tabla 16. Tabla de lubricantes. (SEW EURODRIVE, 2000)	92
Tabla 17. Componente transportador mesa de descarga.	93
Tabla 18. Componente transportador mesa de entrada.	95
Tabla 19. Componente transportador mesa formadora.	97
Tabla 20. Componente volteador de cajas.	99
Tabla 21. Componente empujador.....	101
Tabla 22. Componente neumático marcha progreso Festo.	103
Tabla 23. Componente neumático volteador de cajas.	104
Tabla 24. Componente neumático marco centrador.	105
Tabla 25. Componente neumático cabezal de uñas.	107
Tabla 26. Tiempos perdidos en paletizadora por sistema y su acumulado.....	108
Tabla 27. Fallo de elementos en sistema de instalación eléctrica	111

Tabla 28. Fallo de elementos en sistema mesa de entrada.....	111
Tabla 29. Fallo de elementos en sistema de cabezal.	112
Tabla 30. Fallo de elementos en sistema mesa formadora.	113
Tabla 31. Plan mantenimiento sistema eléctrico.....	119
Tabla 32. Plan mantenimiento sistema mesa de entrada.	121
Tabla 33. Plan mantenimiento sistema cabezal de apriete.....	122
Tabla 34. Plan mantenimiento sistema mesa de salida.	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Logo Coca cola Femsa.....	23
Figura 2. Ciclo de mantenimiento preventivo.....	31
Figura 3. Diagrama de flujo del mantenimiento preventivo.....	31
Figura 4. Determinación de frecuencia optima de mantenimiento.....	33
Figura 5. Curvas de probabilidad de falla.....	34
Figura 6. Ciclo del mantenimiento predictivo.....	35
Figura 7. Detección de problema en interruptor magnético.....	37
Figura 8. Motor Con Problemas De alineación.....	38
Figura 9. Determinación de nivel en esfera de LPG.....	38
Figura 10. Porcentaje de vibración permisible en máquinas rotatorias.....	39
Figura 11. Medidas de estiba.....	49
Figura 12. Paletizado con Robot.....	51
Figura 13 Módulos SAP ECC.....	58
Figura 14. SAP PM recolección de datos maestros.....	60
Figura 15. Proceso de producción Coca-Cola Femsa.....	62
Figura 16. Planos de la línea 2 de producción.....	63
Figura 17. Diagrama de flujo del proceso de paletizado.....	64
Figura 18. Entrada de cajas y enfiladas.....	65
Figura 19. Cajas enfiladas y empujadas.....	66
Figura 20. Capa armada.....	66
Figura 21. Capas recogidas por el sistema cabezal.....	67
Figura 22. Armado de estibas por capas.....	68
Figura 23. estibas armadas y recogidas por un montacarga.....	68
Figura 24. Captura de imagen tomada del programa SAP PM de la empresa Coca-Cola Femsa.....	70
Figura 25. Equipo paletizadora Austral.....	71
Figura 26. Subsistema Cabezal.....	74
Figura 27. Subsistema Cabezal de uñas.....	74

Figura 28. Subsistemas Marco Centrador.	76
Figura 29. Subsistema Bastidor.	78
Figura 30. subsistema bastidor-SB.	79
Figura 31. Subsistema de rodadura horizontal-RH.	81
Figura 32. Subsistema de travesa-TV.	82
Figura 33. Subsistema carro horizontal-CH.	84
Figura 34. Subsistema carro central-CC.	85
Figura 35. Sistema estructura principal.	86
Figura 36. Sistema fuerza y control.	88
Figura 37. Sistema puntos de lubricación.	90
Figura 38.. Sistema mesa de descarga.	93
Figura 39. Sistema mesa de entrada.	95
Figura 40. Sistema mesa formadora.	97
Figura 41. Sistema volteador.	99
Figura 42. Sistema introductor.	100
Figura 43. Subsistema neumático marcha progreso Festo.	103
Figura 44. Sistema neumático volteador.	104
Figura 45. Subsistema neumático marco centrador.	105
Figura 46. Subsistema neumático cabezal de uñas.	107
Figura 47. Diagrama de Pareto sistemas mayor tiempo de fallas.	110

RESUMEN

TITULO:

Propuesta del plan de mantenimiento preventivo para la paletizadora de cajas en la planta de embotelladora Coca-Cola Femsa línea 2 de producción.*

AUTOR:

Steven Martínez Olmos**

Stiven Leonidas Fuentes Díaz**

PALABRAS CLAVE:

PALETIZADORA, MANTENIMIENTO, FALLAS, PLAN DE MANTENIMIENTO, CRITICIDAD, MECANISMO, PRODUCCION, PRINCIPIO DE PARETO, DIAGRAMA DE PARETO.

CONTENIDO:

En este trabajo de grado se observa la forma como se emplea la técnica del principio de Pareto con el fin plantear una propuesta de solución a la necesidad de la empresa COCACOLA FEMSA S.A con respecto a las paradas inesperadas de la paletizadora de cajas de la línea de producción número 2, buscando con esto aumentar la confiabilidad del equipo y de la línea, disminuir considerablemente tiempos muertos de la línea, aumento de la producción, disminución de costos y ayudar a un área de trabajo más segura.

El desarrollo inicia con una breve reseña de la empresa COCACOLA FEMSA, continua con identificación del problema y la definición de los objetivos que se esperan alcanzar en la implementación de esta propuesta de plan de mantenimiento a la paletizadora de cajas, se definen conceptos actuales sobre la gestión del mantenimiento industrial (Conceptos relevantes sobre mantenimiento, RCM y SAP entre otros), se recopila información real sobre el equipo en la línea numero 2 incluyendo fallas más recurrentes y tiempos muertos por sistemas, esto apoyándonos en la base de datos del programa de mantenimiento SAP PM. Se analiza la información recolectada y se trata utilizando el principio de Pareto y una mezcla de metodologías y técnicas sobre de la siguiente manera:

Se definen indicadores a tener en cuenta , se verifica la correcta codificación de equipos del equipo, se realiza diagrama de Pareto con el fin de identificar el 20% de fallas que representarían el 80% del problema, a este 20% que define los elementos críticos se le realiza un RCA, con el fin de establecer la causas reales de los fallos, para atacarlos y mitigar la reaparición de estas, Finalmente se propone plan de actividades de mantenimiento y se exponen las conclusiones del trabajo.

*Monografía de grado

**Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.

Director: Nestor Javier Romero Cassiani, Especialista en Gerencia de Mantenimiento.

ABSTRACT

TITLE:

Proposed preventive maintenance plan for palletizing boxes at the Coca-Cola Femsa bottling plant production line 2.*

AUTHOR:

Steven Martínez Olmos**

Stiven Leonidas Fuentes Diaz**

KEYWORDS:

PALLETIZING, MAINTENANCE, FAILURES, MAINTENANCE PLAN, CRITICITY, MECHANISM, PRODUCTION, PARETO PRINCIPLE, PARETO DIAGRAM.

CONTENT:

In this degree work we can observe the way the Pareto principle technique is used in order to propose a solution to the need of the company COCACOLA FEMSA SA with respect to the unexpected stops of the palletizer of boxes of the line of production number 2, looking with this to increase the reliability of the equipment and the line, significantly reduce downtime of the line, increased production, lower costs and help a safer work area.

The development begins with a brief review of the company COCACOLA FEMSA, continues with identification of the problem and the definition of the objectives that are expected to be achieved in the implementation of this proposal of maintenance plan to the palletizer of boxes, current concepts on the management of industrial maintenance (relevant concepts on maintenance, RCM and SAP among others), real information on the equipment is collected on line number 2 including more recurring failures and downtimes by systems, based on the maintenance program database SAP PM. The collected information is analyzed and treated using the Pareto principle and a mixture of methodologies and techniques in the following way:

Indicators to be taken into account are defined, the correct coding of equipment is verified, a diagram is made Pareto in order to identify 20% of failures that would represent 80% of the problem, to this 20% that defines the critical elements is made an RCA, in order to establish the real causes of failures, to attack and mitigate The reappearance of these, Finally, a plan of maintenance activities is proposed and the conclusions of the work are exposed.

*Monograph

**Physical – Mechanical Faculty. Maintenance Management Specialization.

Director: Nestor Javier Romero Cassiani, Maintenance Management Specialist

INTRODUCCIÓN

En el mundo actual se evidencia que tanto la tecnología como la gestión del mantenimiento han tenido un auge o crecimiento de gran manera durante los últimos años, con el tratado de libre comercio muchas de las empresas en este caso colombianas han tenido que evolucionar casi obligatoriamente y así además de ser eficientes, han apuntado a ser eficaces, para lograr cumplir metas u objetivos corporativos, buscando ser competitivas a nivel mundial.

Hace muchos años atrás, las empresas no le daban la importancia del caso a la gestión del mantenimiento, trabajando prácticamente a falla la mayoría de sus equipos, sin embargo, el día de hoy se observa que muchos, se han concientizado del gran rol que cumple el mantenimiento dentro de la estructura productiva de una empresa y en general.

Es importante resaltar que un plan de mantenimiento bien diseñado e implementado traerá consigo muchos beneficios tanto a la empresa como a sus empleados, dentro de estos beneficios se pueden observar: Disminución del costo de mantenimiento, Gestión optima del recurso humano, Identificación de áreas o equipos críticos, aumento de la producción, aumento de la disponibilidad de los equipos, ambientes de trabajos más seguros, motivación de los trabajadores al sentirse parte del proceso. El resultado de ejecutar estas tareas de mantenimiento es asegurar que los activos físicos continúen haciendo lo que sus usuarios quieren que haga¹

¹ MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM II ed. Español. Asheville: Aladon, 2004. Pág. 7

1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

A continuación, se mostrará la descripción de la empresa Coca-Cola Femsa planta barranquilla.

1.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA COCA-COLA FEMSA

El impulso de nuestra empresa está basado en una filosofía empresarial cuyo deseo principal es atraer y satisfacer la demanda de los consumidores, generando consistentemente valor económico para los accionistas, así como un mayor desarrollo social.

En cada una de nuestras distintas etapas históricas hemos partido de un principio fundamental: el respeto a la dignidad humana está por encima de cualquier consideración económica.

A lo largo de más de 127 años, nos hemos diversificado y participamos en los mercados mundiales de distintas formas.

Creamos Coca-Cola FEMSA, el embotellador público más grande de productos Coca-Cola en el mundo, con presencia en 10 países de América Latina y en las Filipinas.

Nos convertimos en el segundo accionista más importante de Heineken, una de las cerveceras líderes en el mundo con presencia en más de 70 países, con una participación accionaria de 14.8%.

Desarrollamos FEMSA Comercio, que comprende una División Comercial que opera diferentes cadenas de formato pequeño, destacando OXXO; una División Combustibles operando la cadena de estaciones de servicio OXXO GAS; y una División Salud que incluye farmacias y operaciones relacionadas.

Establecimos FEMSA Negocios Estratégicos, conjunto de empresas conformado por FEMSA Logística, Imbera y PTM®, que ofrece servicios de logística,

soluciones de refrigeración en el punto de venta y soluciones en plásticos a las empresas FEMSA y a clientes externos.

Actualmente, operamos en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Filipinas, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá y Venezuela, comercializando marcas reconocidas de refrescos, jugos, agua embotellada y bebidas energizantes como Coca-Cola, Sprite, Ciel, Powerade y andatti, donde atendemos a más de 381 millones de consumidores.²

Figura 1. Logo Coca cola Femsa



Fuente:https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Coca-Cola_Femsa_Logo.png,
revisado 08 febrero de 2018

1.1.1 Nuestra Misión. Define el objetivo de Coca-Cola a largo plazo como empresa, y es el criterio de peso de sus actuaciones y de las decisiones que toma para lograr tres metas fundamentales:

² FEMSA. Quienes somos. [En línea]. [Recuperado en 28 de Julio 2018]. Disponible en <http://www.femsa.com/es/conoce-femsa/nuestro-origen/quienes-somos/>

- Refrescar al mundo.
- Inspirar momentos de optimismo y felicidad.
- Crear valor y marcar la diferencia.

1.1.2 Nuestros Valores. Guían las acciones y el comportamiento de Coca-Cola en el mundo, y son:

- Liderazgo: esforzarse en dar forma a un futuro mejor.
- Colaboración: potenciar el talento colectivo.
- Integridad: ser transparentes.
- Rendir cuentas: ser responsables.
- Pasión: estar comprometidos con el corazón y con la mente.
- Diversidad: contar con un amplio abanico de marcas y ser tan inclusivos como ellas.
- Calidad: búsqueda de la excelencia.

1.1.3 Nuestra Visión. Es el marco del plan de trabajo y describe lo que se necesita lograr para conseguir la máxima sostenibilidad, calidad y crecimiento. Con ella, se pretenden alcanzar unos objetivos adaptados a diferentes ámbitos:

- Personas: Ser un buen lugar donde trabajar, que las personas se sientan inspiradas para dar cada día lo mejor de sí mismas.
- Bebidas: Ofrecer una variada cartera de productos de calidad que se anticipen y satisfagan los deseos y necesidades de los consumidores.
- Socios: Desarrollar una red de trabajo para crear un valor común y duradero.
- Planeta: Ser un ciudadano responsable que marque la diferencia al ayudar a construir y apoyar comunidades sostenibles.
- Beneficio: Maximizar el rendimiento para los accionistas al tiempo que se tienen presentes las responsabilidades generales de la compañía.
- Productividad: Ser una organización eficaz y dinámica.

1.2 IDENTIFICACIÓN, FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

A continuación, se mostrará la descripción del problema del proyecto.

1.2.1 Descripción problemática. En los últimos años se ha evidenciado paros en la línea de producción por daños generalizados en la paletizadora de cajas en la línea de producción numero 2 donde se ha obtenido tiempo muerto considerable del equipo, esto es debido a la falta de mantenimiento del mismo. En la actualidad esta máquina no posee un plan de manteamiento estipulado para prevenir daños solo se está interviniendo con los correctivos del mismo en plena producción.

1.2.1.1 Formulación del problema. Después del análisis del problema presentado surge la pregunta: ¿De qué forma y que nivel de incidencia tendrá el plan de mantenimiento preventivo para la paletizadora de cajas en la planta embotelladora Coca-Cola FEMSAA?

1.2.1.2 Sistematización del problema. A continuación, se realizarán las preguntas relacionadas en este proyecto:

- ¿Qué actividades se llevarán a cabo para la recolección de información sobre tiempos muertos de la maquina paletizadora austral?
- ¿Qué acciones son necesarias para el diseño del plan de mantenimiento una vez obtenida la información recopilada?
- ¿Cuál es la disponibilidad y confiabilidad del equipo paletizadora austral?

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se mostrará los objetivos del proyecto.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer el plan de mantenimiento preventivo para la paletizadora austral de cajas en la planta de embotelladora Coca-Cola Femsa línea 2 de producción.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información sobre tiempos muertos del equipo
- Aplicar el principio de Pareto con la información recopilada para determinar las prioridades en los sistemas más críticos de la Paletizadora para el plan del mantenimiento.
- Aplicar fórmulas de gestión de mantenimiento a la información recopilada tales como MTTR, MTBF, tasa de falla, disponibilidad y confiabilidad.
- Diseñar plan de mantenimiento preventivo para el 20% de sistemas críticos obtenido luego de aplicar el principio de Pareto a los datos recopilados de SAP PM.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Dada la importancia que representa la implementación de este proyecto, a continuación, se presentan los factores que motivan el avance del presente proyecto:

Coca-Cola Femsa es una empresa productora de gaseosa envasadas en donde la producción es de alta velocidad (500 botellas por minuto) lo cual poco tiempo de paro de línea genera grandes pérdidas para la compañía ya el equipo que en la actualidad está generando la mayor parte de paro de línea, no solo afecta el tiempo sin producir, sino que también existen normas que los envases lavados no pueden estar detenidos por más de 15 minutos porque son evacuados del área de llenado y los equipos implicados al llenado tienen que ser lavados por inocuidad, este proceso demora un tiempo aproximado de 30 minutos sumándole el tiempo de paro de la paletizadora de cajas.

Como podemos ver las pérdidas son considerables a partir de solo un equipo crítico que en la actualidad el plan de mantenimiento preventivo no está bien diseñado en todos los sistemas, por este motivo se propone el plan de mantenimiento preventivo en los sistemas críticos para disminuir el tiempo muerto en la línea de producción y la máquina sea más confiable y dando también una mejor vida útil de la misma.

4. MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se definen los elementos claves para el mantenimiento esta información es citada de autor propio de la tesis PLAN DE MANTENIMEINTO PREVENTIVO APLICADO A LA EMPRESA INDUSTRIAS PLASTICAS DEL NORTE, por el autor Steven Martínez Olmos, para la universidad tecnológica de bolívar facultad de Ingeniería Mecánica Cartagena de Indias D.T. y C. noviembre del 2006

4.1 PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO

4.1.1 ¿Qué es el mantenimiento? es una combinación de acciones técnicas destinadas a retener o restaurar un activo en un estado en el que pueda desempeñar su función dentro de unos parámetros permitidos de eficiencia, costo, seguridad y ambiental.

4.1.2 ¿Para qué se necesita hacer mantenimiento? Se necesita hacer mantenimiento:

- Para preservar los requerimientos funcionales
- Para prevenir fallas prematuras
- Para mitigar las consecuencias

4.1.3 Principio de Pareto. fue descrito por el economista y sociólogo Vilfredo Pareto, que especifica una relación desigual entre entradas y salidas. El principio establece que el 20% de la lo que entra o se invierte es responsable del 80% de los resultados obtenidos. Dicho de otra manera, el 80% de las consecuencias se derivan de 20% de las causas; esto también se conoce como la “regla de Pareto” o la “regla 80/20.”

De manera más general, el Principio de Pareto es la observación (no ley) que la mayoría de las cosas en la vida no se distribuyen de manera uniforme. Por ejemplo:

- El 20% de las consecuencias derivan del 80% de las causas
- El 20% de los trabajadores producen el 80% de los resultados
- El 20% de los clientes a crean el 80% de los ingresos
- El 20% de los errores de software causan el 80% de los fallos del software.
- El 20% de los inversores se quedan con el 80% de las ganancias obtenidas en Bolsa, y esto a su vez tiene su origen en el 20% de los valores de una cartera individual.

Y así sucesivamente...

El principio no estipula que todas las situaciones vayan a mostrar exactamente esta relación, se refiere a una distribución típica. De forma general el principio se puede interpretar como que una minoría de causas derivan en la mayoría de los resultados.³

4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Mantenimiento preventivo consiste en una serie de acciones que se ejecutan en un programa basado en el tiempo transcurrido o basado en el tiempo de servicio del equipo. Estas acciones se realizan para descubrir, evitar, o mitigar la degradación de un sistema (o sus componentes). La meta de un mantenimiento preventivo es minimizar la degradación del sistema y de sus componentes y así sostener la vida útil del equipo.

Realizando el mantenimiento preventivo en el equipo tal y como lo recomienda su fabricante, se garantiza el ciclo de vida del equipo en parámetros originales. Esto se traduce en economía.

³ Guerri, Marta. Psicoactiva. . [En línea][Recuperado el 10 de Enero de 2019], Disponible en: <https://www.psicoactiva.com/blog/principio-pareto-la-regla-del-8020/>

Por sí sólo el mantenimiento preventivo no es la estrategia de mantenimiento óptima, pero tiene varias ventajas encima de un programa completamente reactivo.

4.2.1 Ventajas Y Desventajas. A continuación, se describe las ventajas y desventajas.

4.2.1.1 ventajas.

- Minimiza costos de mantenimiento.
- Permite flexibilidad en el ajuste de la periodicidad de mantenimiento.
- Aumenta el ciclo de vida de los componentes y del equipo.
- Genera ahorros de energía.
- Reduce las fallas del equipo y/o fallas en el proceso.
- 12% a 18% de ahorro en el costo Vs. En un programa de mantenimiento Reactivo.

4.2.1.2 Desventajas.

- No elimina las fallas catastróficas
- Se requiere de una mano de obra más calificada
- Incluye desarrollo de actividades de mantenimiento innecesarias que tienen el potencial de daño a los componentes

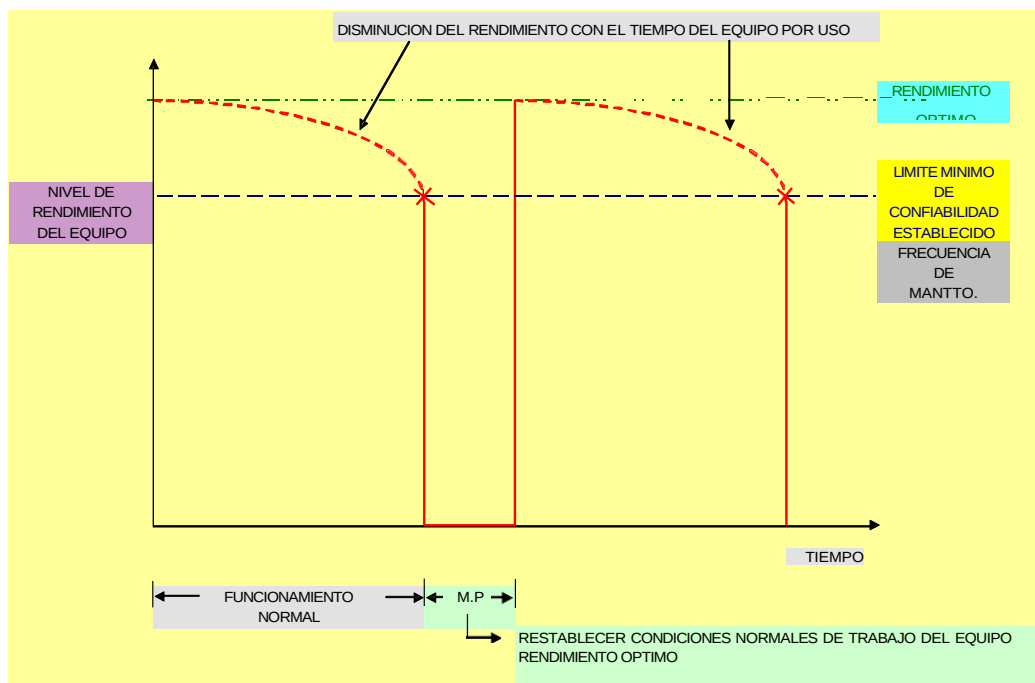
4.2.2 Frecuencia optima de mantenimiento preventivo. Los programas de mantenimiento, inicialmente fueron realizados en base a recomendaciones de los fabricantes del equipo, donde de antemano, se aseguraban en muchas ocasiones, de no correr ningún riesgo de falla, protegiendo la garantía, a costa de incrementar la frecuencia de mantenimiento.

Con el tiempo se han mejorado en algunos casos con la experiencia del personal dichos programas, se han mejorado también los métodos de trabajo, el personal tiene mayor experiencia, se han sustituido o modernizado los equipos, el

desempeño del equipo es satisfactorio y los objetivos en los índices de mantenimiento son ya fácilmente alcanzables, por lo tanto, adecuar las frecuencias de mantenimiento del equipo a las condiciones actuales es ya requerido.

4.2.3 Ciclo de mantenimiento preventivo.

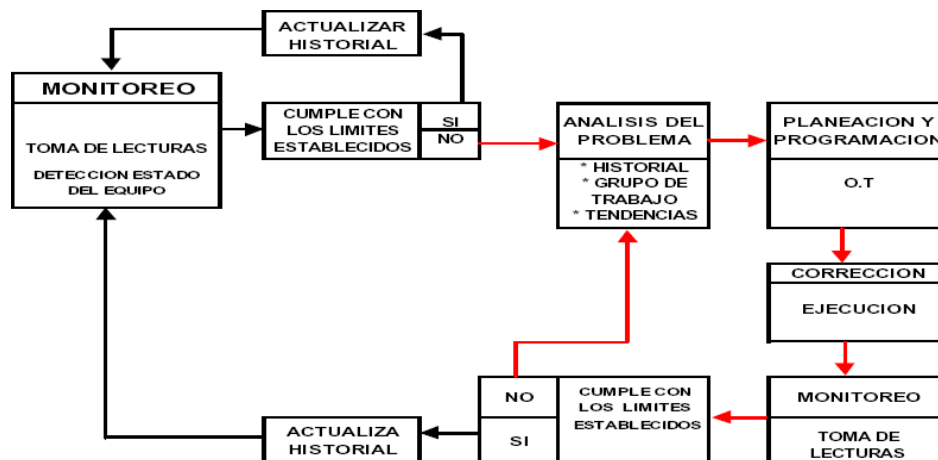
Figura 2. Ciclo de mantenimiento preventivo.



Fuente: MARTINEZ, Steven. Plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa indutrias plasticas del NORTE Ltda. Pag. 27 revisado: 28 de junio del 2018.

4.2.4 Diagrama de flujo del mantenimiento preventivo.

Figura 3. Diagrama de flujo del mantenimiento preventivo.



Fuente: MARTINEZ, Steven. Plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa indutrias plasticas del NORTE Ltda. Pag. 28 revisado: 28 de junio del 2018.

4.2.5 Consecuencias de frecuencias inadecuadas enel mantenimiento preventivo.

4.2.5.1 Sobre mantenimiento.

- Alto costo de Mantenimiento Preventivo.
- Bajo costo de Mantenimiento Correctivo.
- Perdidas productivas por baja disponibilidad debido al exceso de paros programados de mantenimiento al equipo.
- Alto costo por consumo e inventario de refacciones.

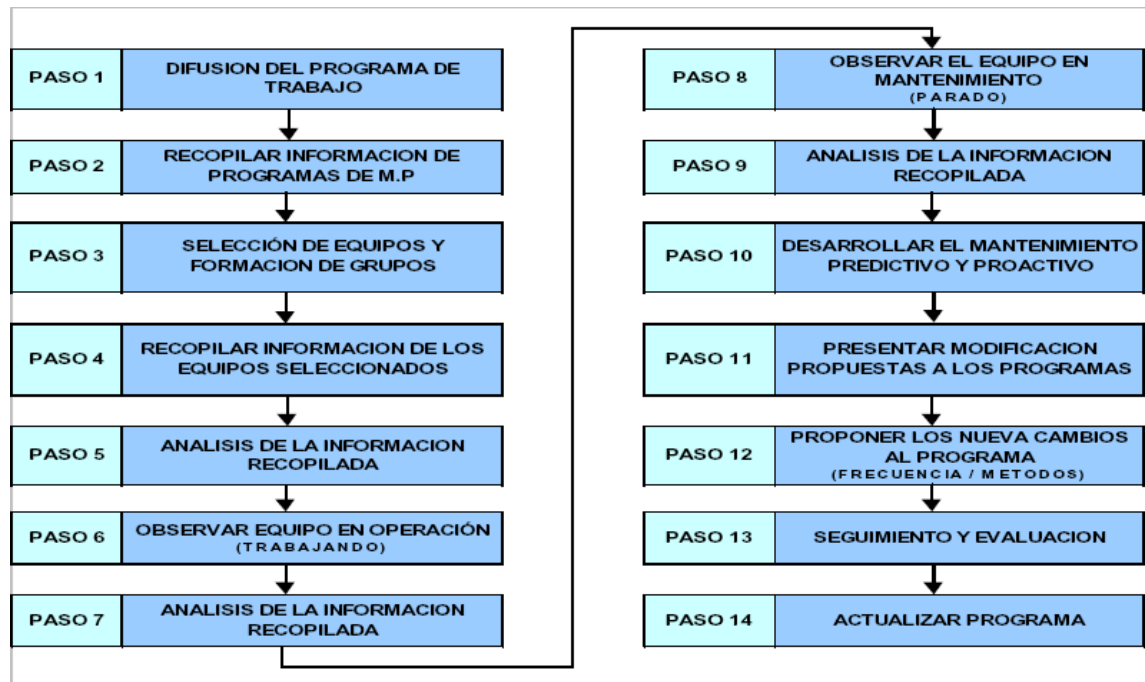
4.2.5.2 Bajo-Mantenimiento.

- Bajo costo de Mantenimiento Preventivo.
- Alto costo de Mantenimiento Correctivo.
- Perdidas productivas por baja disponibilidad a causa de fallas en el equipo
- Alto costo por consumo e inventario de refacciones.

4.2.6 Metodología para determinar la frecuencia optima de mantenimiento en un

programa de mantenimiento preventivo/predictivo.

Figura 4. Determinación de frecuencia optima de mantenimiento.



Fuente: MARTINEZ, Steven. Plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa indutrias plasticas del NORTE Ltda. Pag. 30 revisado: 28 de junio del 2018.

4.2.7 Características del comportamiento de las fallas. Se describen: La curva Tipo E. Conocida coma la bañera, comienza con una alta probabilidad de falla (Mortandad infantil), decrece a un periodo de baja probabilidad de falla en forma constante y va incrementando gradualmente la probabilidad de que se presente una falla.

La curva Tipo A. El equipo trabaja por un periodo de tiempo en forma confiable (Baja probabilidad de falla) y con el tiempo va disminuyendo su desempeño con lo cual la probabilidad de falla aumenta en forma gradual.

La curva Tipo F. Indica una probabilidad de incremento de falla constante

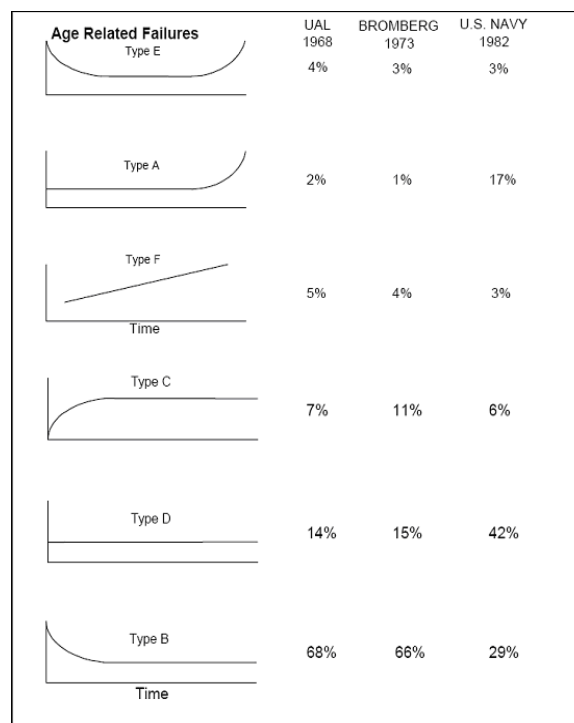
La curva Tipo C. Indica una baja probabilidad de falla inicial y luego un incremento gradual para permanecer constante la probabilidad de falla.

La curva Tipo D. Muestra una probabilidad constante de falla en cualquier tiempo.

La curva Tipo B. Comienza con una alta probabilidad de falla (Mortandad infantil) para decaer a una probabilidad baja y constante de falla.

Se puede interpretar lo antes explicado en la siguiente figura.

Figura 5. Curvas de probabilidad de falla.



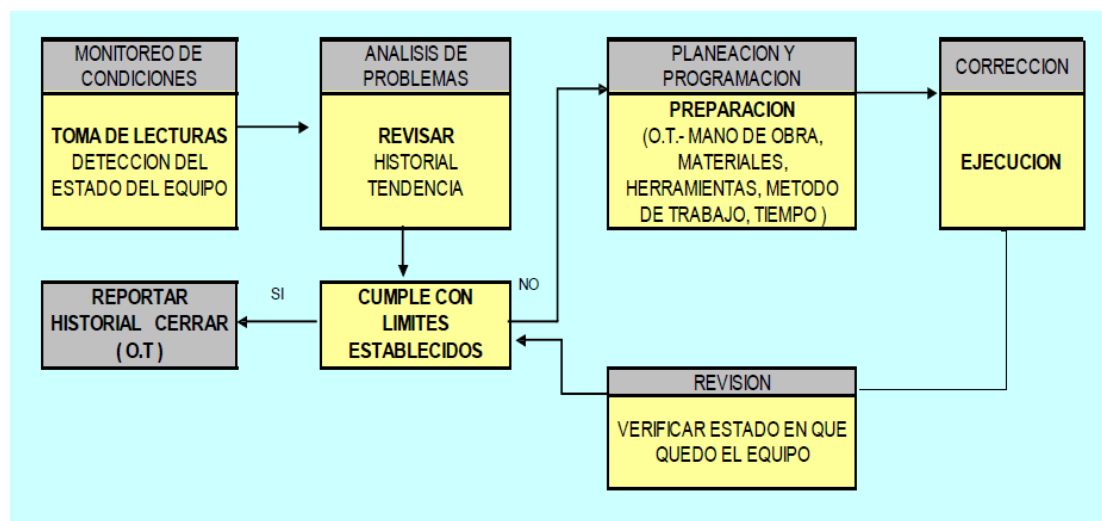
Fuente: MARTINEZ, Steven. Plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa industrias plásticas del NORTE Ltda. Pág. 32 revisado: 28 de junio del 2018.

4.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

4.3.1 Definición. Es la aplicación de la tecnología en el proceso de detección temprana para verificar y detectar cambios de condiciones lo que permite intervenciones más oportunas y precisas.

4.3.2 Ciclo Del Mantenimiento Predictivo

Figura 6. Ciclo del mantenimiento predictivo.



Fuente: MARTINEZ, Steven. Plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa industrias plásticas del NORTE Ltda. Pág. 33 revisado: 28 de junio del 2018.

4.3.3 Monitoreo Por Condición.

4.3.3.1 Objetivos.

➤ Vigilancia de máquinas. Indicar cuándo existe un problema. Debe distinguir entre condición buena y mala, y si es mala indicar cuán mala es.

- Protección de máquinas. Evitar fallas catastróficas. Una máquina está protegida, si cuando los valores que indican su condición llegan a valores considerados peligrosos, la máquina se detiene automáticamente.
- Diagnóstico de fallos. Definir cuál es el problema específico.

4.3.4 Técnicas Predictivas.

4.3.4.1 La Boroscopia. Se enfoca en la ampliación de las imágenes que podemos visualizar para alcanzar espacios diminutos durante cualquier inspección.

Entre una lista de técnicas para el mantenimiento predictivo las antes mencionadas son las más importantes, aunque los estudios seguirán arrojando muchas mas de estas.

4.3.4.2 Análisis De La Lubricación (Tribología). El estudio de los lubricantes es muy complejo debido a esto, los especialistas analizan e interpretan los resultados de varias pruebas de lubricantes. Estos análisis incluyen la viscosidad, punto de llama, ácido total y números bajos y la cantidad de partículas en el lubricante.

La cantidad de partículas en el lubricante probablemente es la medida más importante, pero sólo unas pruebas se han desarrollado para determinarlo. El método más sofisticado usa los sistemas de visión para coleccionar los datos, y computadoras para comparar las imágenes fotográficas digitalizadas con las imágenes "aceptables." Las desviaciones de la imagen normal son graficadas para el análisis de la tendencia e interpretación.

4.3.4.3 El Análisis Infrarrojo (Termografía). Todo el equipo tiene un rango de temperatura normal de operación Si este rango se excede, se debe corregir. Hay maneras más sofisticadas de monitorear la temperatura que las termocuplas de un automóvil: las cámaras infrarrojas pueden tomar una "foto del calor del equipo", mostrando las bandas de temperatura coloreadas en forma diferente. Cualquier

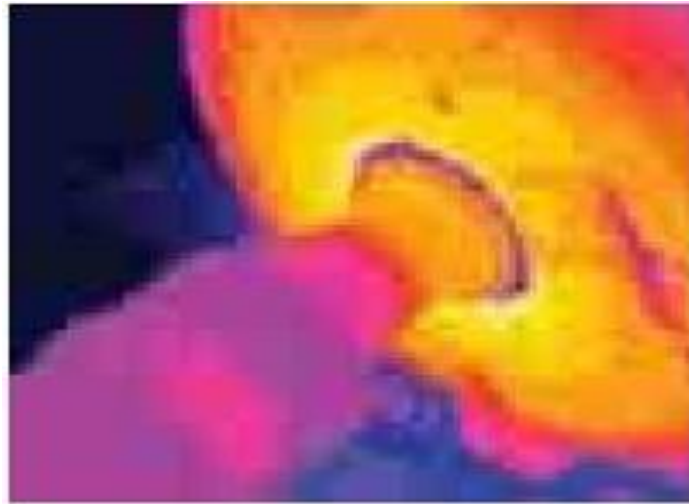
patrón de calor anormal, tendencias o la temperatura cuantitativa (las manchas calientes) debe analizarse e interpretarse. Problemas comunes descubiertos por esta técnica: fricción excesiva al girar el equipo, escapes en trampas de vapor, incineradores dañados u hornos y situaciones de la sobrecarga eléctricas.

Figura 7. Detección de problema en interruptor magnético.



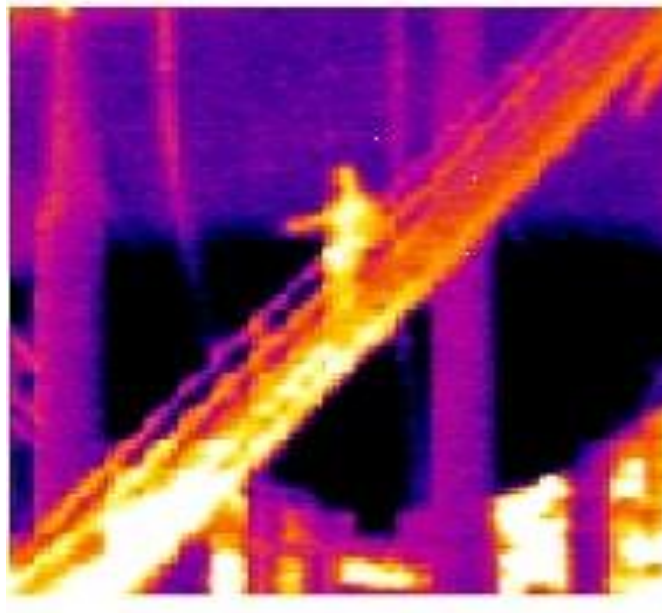
Fuente: MARTINEZ, Steven. Plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa industrias plásticas del NORTE Ltda. Pág. 36 revisado: 28 de junio del 2018.

Figura 8. Motor Con Problemas De alineación.



Fuente: MARTINEZ, Steven. Plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa industrias plásticas del NORTE Ltda. Pág. 36 revisado: 28 de junio del 2018.

Figura 9. Determinación de nivel en esfera de LPG.



Fuente: MARTINEZ, Steven. Plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa industrias plásticas del NORTE Ltda. Pág. 36 revisado: 28 de junio del 2018.

4.3.4.4 Análisis De Vibraciones. La vibración excesiva es una de las maneras más comunes de predecir la falla de un equipo. Algunos expertos afirman que simplemente escuchando el zumbido o sintiendo el pulso del equipo cada día, se puede descubrir los problemas mecánicos inminentes. Un acercamiento más sofisticado es comparar las lecturas actuales con los valores óptimos de frecuencia, amplitud y fase para determinar qué problemas están ocurriendo. El análisis de vibración se usa principalmente en el equipo rotativo, tales como motores y turbinas, para determinar el desalineamiento de un eje y el estado de rodamientos. También se utiliza en compresores, sopladores y bombas.

Figura 10. Porcentaje de vibración permisible en máquinas rotatorias.

Rotating Machinery Ratings		
Rating	Vibration Level	Necessary Action
Good	Less than .15 ips	Continue to Trend
Fair	.15 ips to .30 ips	Continue to Trend
Poor	.30 ips & above	Analyze & Correct

Fuente: MARTINEZ, Steven. Plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa industrias plásticas del NORTE Ltda. Pág. 37 revisado: 28 de junio del 2018.

4.4 MANTENIMIENTO REACTIVO

El mantenimiento reactivo es básicamente el “funcionamiento hasta que rompe” modo de mantenimiento. No se toma ningunas acciones o esfuerzos de mantener el equipo como el diseñador se prepuso originalmente, prevenir falta o asegurarse

de que la vida diseñada del equipo esté alcanzada. Los estudios hechos como el invierno de 2000 indican tan recientemente que el mantenimiento reactivo sigue siendo el modo predominante del mantenimiento en los estados unidos y en muchas empresas del mundo. El estudio referido analiza el programa de mantenimiento medio como sigue: observar que más los de 55% de recursos del mantenimiento y de actividades de una facilidad media siguen siendo reactivos en naturaleza.

4.4.1 Ventajas:

- Tiene costes iniciales más bajos.
- Requiere a poco personal.

4.4.2 Desventajas:

- Aumenta los costes debido al tiempo muerto imprevisto del equipo.
- Aumenta costes de trabajo, especialmente si el tiempo suplementario es necesario para las reparaciones o el reemplazo de algunos elementos.
- Él es un uso ineficaz de los recursos del personal.

4.5 MANTENIMIENTO CENTRADO CONFIABILIDAD (RCM)

Es un procedimiento sistemático y estructurado para determinarlos requerimientos de mantenimiento de los activos en su contexto de operación.

El mantenimiento centrado confiabilidad (RCM) es el acercamiento del mantenimiento usado al seguir un proceso que determine la condición del equipo y determine los requisitos de mantenimiento de cualquier activo físico en su contexto de funcionamiento.

Básicamente, la metodología de RCM trata las cuestiones claves no ocupadas por de otros programas de mantenimiento.

El centrarse en la confiabilidad del equipo significa el reconocimiento de que diferencian el diseño y las operaciones del equipo, y de que cada pedazo de equipo tendrá una diversa probabilidad de experimentar falla por degradación diferentes a los otros. Un acercamiento confiabilidad-enfocado significará la estructuración de un programa de mantenimiento basado sobre la comprensión de las necesidades y de las prioridades del equipo, así como recursos financieros y del personal limitados, de planear actividades tales que el mantenimiento de equipo está dado teniendo en cuenta la prioridad De los equipos mientras que se optimizan las operaciones.

Puesto simplemente, (RCM) es un acercamiento sistemático para evaluar el equipo y los recursos. Esto da lugar a un alto grado de confiabilidad y de rentabilidad de los equipos. Sin embargo, también reconoce que las actividades del mantenimiento en el equipo que es barato y menos importante para la confiabilidad total de la empresa resultan mejor hacerle mantenimiento reactivo (a falla), centrándose ambos recursos de trabajo y financieros en una prioridad más alta y un equipo más costoso.

4.5.1 Metodología Para R.C.M. Para cada equipo (TAG) a ser analizado:

- Identificar los modos de falla dominantes a analizar y sus características.
- Identificar los efectos de la falla.
- Identificar la categoría de falla (No revelada, Revelada).
- Evaluar la criticidad (opción cero mantenimientos).
- Repetir este proceso para todos los modos dominantes de falla a analizar.

4.5.2 Características Del R.C.M

- Enfoque en la preservación de la función.
- Modos de falla dominantes (fallas creíbles).
- Análisis de características de falla.
- La opción de mantenimiento base cero.

- Efectos de falla en HSE.
- Consecuencias al negocio.
- Justificación mediante un análisis costo-beneficio.

4.5.3 Términos Utilizados En (RCM). Modos de Falla: descripción de la falla en términos simples.

Ejemplo:

Falla de rodamiento, taponamiento en línea de impulso, pérdida por tubos.

Modos Dominantes de Falla:

- Modo de falla si no se efectúa mantenimiento (razón de ser de la tarea de mantenimiento).
- modos de falla encontrados en equipos similares.
- Modos de falla todavía no experimentados pero que se consideran creíbles y con la suficiente probabilidad de ocurrencia.

ETBF/ETBC: son conceptos teóricos usados para evaluar la probabilidad de falla.

ETBF: tiempo estimado entre fallas (en riesgo base); probabilidad de falla en un escenario de cero mantenimientos.

ETBC: tiempo estimado entre consecuencias (en riesgo remanente); probabilidad de falla en un escenario de “equipo mantenido”. Refleja la efectividad del plan de (MP) en la prevención de la ocurrencia (inesperada) de la falla.

4.5.4 Evaluación de probabilidades de fallas

Tabla 1. Probabilidades de fallas.

Ocorre varias veces	
por año en el sitio	0 - 0.5 años
Ocorre varias veces	
por año en la Compañía	0.5 - 4 años
Ha ocurrido en la Compañía	
4 - 20 años	
Ocurrió en la industria	
> 20 años	

Fuente: MARTINEZ, Steven. Plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa industrias plásticas del NORTE Ltda. Pág. 42 revisado: 28 de junio del 2018.

4.5.5 Pasos Para La Identificación De Modos Dominantes De Falla Y Efectos

- Fuentes.
- Experiencia con el equipo.
- Experiencia similar en el grupo.
- Experiencia en la industria.
- Creíbles y con probabilidad de ocurrencia.
- Dependencia del diseño y las condiciones de operación.

4.6 PASOS DEL MANTENIMIENTO

Para realizar un mantenimiento se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Planeación y programación.
2. Administración de recursos.
3. Ejecución.
4. Control.
5. Evaluación.

4.6.1 Planeación Y Programación. La planeación es la forma de un plan para realizar un mantenimiento determinado, preparando todos los elementos, equipos, herramientas que se requieren para realizar una tarea antes de comenzar el trabajo. La programación es un proceso cuyo objetivo es el de acoplar o unir todos los trabajos con los recursos y se les asigna una frecuencia para ser realizados, tiempo.

4.6.2 Administración De Recursos. Podemos definir los recursos como todos los bienes o medios que posee una empresa para efectuar un trabajo o tarea.

Los recursos se pueden dividir en:

- Mano de obra, se puede definir cantidad y especialidad
- Disponibilidad
- Materiales
- Equipos

4.6.3 Ejecución. En la fase de ejecución se pone en marcha el proceso programado, se realizan todas las tareas, formando grupos de trabajo. Cuando el proceso de planeación ha sido bien diseñado la fase de ejecución es muy sencilla.

4.6.4 Control. El proceso de control se basa en la medición de los resultados mediante indicadores claramente definidos. Debido a esto en la fase de planeación debe ser definido como se evaluará cada actividad.

Es la inspección, comprobación y registro entre lo programado y ejecutado. La meta de la fase del control es evaluar si se han cumplido los objetivos.

4.6.5 Evaluación. En esta fase se estima o calcula el rendimiento del plan de mantenimiento puesto en marcha. Esta se debe hacer permanentemente, con el fin de mejorar los procedimientos, ayuda a identificar cuando es necesario cambiar el plan periódico de mantenimiento.

4.7 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Es una cifra que representa la situación del mantenimiento en una empresa, en un periodo determinado de tiempo. El gerente de mantenimiento debe escoger los indicadores más significativos, reconocidos por todos y tomados sobre bases idénticas.

Un índice o indicador de mantenimiento sirve para:

- Controlar objetivos.
- Medir funcionamiento

Indicadores de clase mundial:

- TPEF = tiempo promedio entre falla.
- TPPR = tiempo promedio de reparación.
- TPPF = tiempo promedio para falla.
- DISP = disponibilidad.
- CMPF = costo de mantenimiento por facturación.
- CMVR = costo de mantenimiento por valor de reposición.
- MATRIZ RAM (factores de riesgo).
- RELACION DE COSTOS (costo de mantenimiento vs. costo del mantenimiento del equipo).

4.8 ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN

Para hacer esto se debe tener en cuenta:

- Qué consecuencias económicas genera la parada funcional de un equipo.
- Que tanto produce el equipo.
- Cuanto se gasta la compañía.
- Vale la pena invertir capital en ese equipo.

4.8.1 Parámetros De Producción. Para analizar la producción en una empresa se deben conocer los siguientes parámetros de producción:

- VHE = valor hora equipo.
- VHH = valor hora hombre.
- NHD = número de horas diarias.
- NDS = número de días por semana.
- BE = utilidades brutas de equipos.
- Utilidades brutas en venta.
- Costos hora d equipos.
- CM = costos de mantenimiento.
- CMA = costos de mantenimiento anual.
- CMS = costos de mantenimiento semanal.
- NSA = número de semanas al año.
- NHD = horas de trabajo promedio del equipo.
- NDS = días de trabajo promedio del equipo en una semana.

4.8.2 Formulas.

- Utilidad Semanal (US) = $VHH * NHD * NDS$
- Costo Semanal (CS) = $VHH * NHD * NOS + CMS$
- Costo De Mantenimiento Semanal (CMS)= CMA / NSA
- CMA = materiales + repuestos + valor de reparaciones

Disponibilidad. Con este indicador se evalúa tanto a los equipos como a los recursos humanos en el proceso de producción. Que tanto están disponibles los equipos para realizar alguna función.

$$disp = \frac{TPPF}{(TPPF + TPPR)} * 100$$

4.9 FACTOR DE UTILIZACIÓN

Este mide el tiempo efectivo de operación de un equipo durante un periodo determinado.

Tabla 2. Equipos críticos son los que de acuerdo a la tabla anterior su factor de utilización.

DENOMINACIÓN DE UTILIZACION		
DENOMINACION		TIEMPO EN HORAS SEMANALES
A	ALTO	44 a 25
M	MEDIO	24 a 10
B	BAJO	9 a 0

Fuente: MARTINEZ, Steven. Plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa industrias plásticas del NORTE Ltda. Pág. 48 revisado: 28 de junio del 2018.

4.10 PALETIZADO

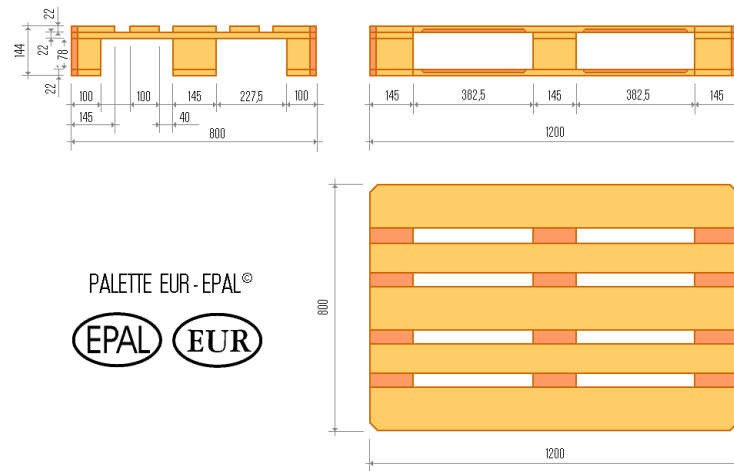
El paletizado o paletización es la acción y efecto de disponer mercancía sobre un palé para su almacenaje y transporte. Las cargas se paletizan para conseguir uniformidad y facilidad de manipulación; así se ahorra espacio y se rentabiliza el tiempo de carga, descarga y manipulación.

Se puede paletizar casi cualquier tipo de mercancía; encima de los palés se suelen colocar cajas y otros embalajes agrupados de forma que se aproveche el espacio del palé y que la carga se mantenga estable. El paletizado es imprescindible en almacenes automatizados, capaces de manipular todo tipo de embalajes (bidón, barril, sacos...) mientras estén paletizados.

La carga de un palé se puede realizar a mano, si bien no es el sistema más usual. En muchos países el peso máximo de un paquete que puede ser manipulado a mano es de 25 kg y está, cada vez más, limitado a 15 kg para adaptarse a las limitaciones femeninas y prevenir las paradas de trabajo por dolores de espalda y otras dolencias, etc. Lo más habitual es manipular las cargas mecánicamente.

4.10.1 Máquina paletizadora o Estibadora. Se trata de una máquina que combina componentes mecánicos y eléctricos con la finalidad de colocar productos generalmente almacenados en cajas, sacos, tambores, entre otros, sobre un palé, que puede ser de madera, metal o plástico para la conformación de una estiba.

Figura 11. Medidas de estiba.



Fuente: <https://madepal.com/productos/estibas-de-madera-pallets>

En sustitución del palé, existen también las hojas deslizables (también conocidas como "slip sheets"), que pueden ser de cartón o plástico. Para poder colocar las estibas una encima de la otra usando estas hojas, hay que instalar en los montacargas un aparato especial que tiene por nombre "push and pull".

Las paletizadoras de sacos de 25 kg actuales pueden paletizar desde 600 sacos por hora (con robot o brazo mecánico) hasta 4500 sacos por hora (generalmente máquinas un poco más complejas utilizadas en la industria del cemento).⁴

4.10.2 Sistemas de paletizado automático. Robot Paletizador multireferencia de ULMA, paletiza independientemente de la morfología de los productos.

Proyecto de paletizado automático

⁴ WIKIPEDIA. Paletizado. [En línea][Recuperado el 14 de Febrero de 2019], Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Paletizado>

Célula de paletizado con robot articulado y robot tecno-840

Sistemas de paletizado automático mediante robots o células de paletizado automático.

Se considera final de línea a la interacción, modificación o terminación de los productos en la parte final de su proceso productivo. Tras la producción de un producto, este debe ser comercializado y distribuido. Al día de hoy se han estandarizado las dimensiones y pesos una vez que el producto ha sido terminado y empaquetado, con el fin de facilitar su transporte y almacenaje, además de homogeneizar su tratamiento y reducir costes productivos, de distribución o logísticos.

En este entorno surgen los sistemas de paletizado automático mediante robots, que sirven para la paletización automática en aquellas producciones con altas cadencias o bien cuando las condiciones de trabajo, ergonomía, peso de los productos, condiciones ambientales o de higiene, requieren que el trabajo no sea realizado directamente con la manipulación o intervención del hombre. La implantación de un sistema de paletizado automático lleva a cabo la ingeniería del producto, palet final, procesos de producción y logísticos, así como se estudia que la instalación de un robot y transportadores accesorios sea una inversión amortizable en relación a la realización de paletizado manual.

Según las unidades producidas y número de referencias que se desea paletizar, se puede elegir entre diferentes tipos de sistemas. Los robots más innovadores son los paletizadores multireferencia,¹ los cuales desarrollan el paletizado independientemente de la morfología de los productos, pudiendo paletizar productos con una esbeltez alta, como son las botellas. Por otro lado, es determinante el sistema de toma de los productos, ya que una toma del producto individual o de varios productos, o de la capa completa, va a determinar la

cadencia final del sistema de paletizado automático. De esta forma debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Los robots articulados o antropomórficos están indicados para manipular un número de referencias más reducido, en un menor espacio, en comparación con el tipo pórtico. La configuración de los palets se desarrolla alrededor del robot, no siendo lineal como ocurre en el pórtico. La cadencia alcanzada con un robot antropomórfico suele ser mayor, en cuanto que los recorridos son menores y están más optimizados.

Un robot pórtico ofrece un movimiento lineal en 3 ejes (x,y,z definidos como ancho, ancho y alto). Esta configuración permite disponer de un mayor número de estaciones de paletizado en línea, por lo que permite paletizar más referencias para un mismo espacio y modernamente con un solo robot. El número de ciclos varía en función de los recorridos a realizar, dimensiones producto y mosaico, entre otros. De esta forma, el pórtico es más flexible en cuanto al espacio útil y un solo cabezal puede recorrer distancias de 30 x 5 x 2,5 metros.

Figura 12. Paletizado con Robot.



Fuente:https://es.wikipedia.org/wiki/Paletizado_autom%C3%A1tico#/media/File:Pinza_robot.jpg

La concepción de la pinza del robot depende de varios factores; mosaicos a formar, número de cajas en toma múltiple, tipo de cartón de las cajas, fragilidad del producto, distribución de su peso en el interior, calidad del precintado, etc.

De manera general, podemos clasificar los sistemas de toma en:

- Pinza de palas: Formada por la combinación de palas móviles y fijas.
- Ventosas de vacío: Cada ventosa incorpora un sensor de apertura y cierre que permite realizar vacío únicamente a las ventosas que se encuentran sobre las cajas.
- Pinza de garras: Usualmente utilizadas para la toma de palets.
- Pinzas mixtas: Basadas en la combinación entre los sistemas anteriores, según la aplicación.

4.10.3 Sistemas de transporte previos y posteriores al paletizado automático. Automatizar un proceso productivo puede tener como objeto solucionar un aumento de producción, un cambio de producto o packaging, implantación de nuevas líneas, buscar una mayor gestión y organización, hasta la conexión de diferentes zonas, creación de almacenes automáticos, organización de las mercancías según destinos.

Sistemas de transporte automático de productos ligeros: Sistemas formados por transportadores de rodillos, bandas, que se integran con sistemas de clasificación como empujadores, transferidores, sistemas de ruedas direccionales pop-up y bandas verticales o brazos desviadores, elevadores, para conformar el diseño de la instalación.

Las instalaciones automáticas se diseñan teniendo en cuenta diferentes parámetros, como las dimensiones del producto, la producción a tratar, procesos, espacio disponible, cuellos de botella, sistemas de entrada y salida del producto,

ubicación del código de barras y su lectura automática, ergonomía del operario, etc.

Los sistemas pueden incorporar un software de gestión de transporte (MFC) o bien sistemas más complejos como los softwares de gestión de almacén (WMS) que permite controlar la trazabilidad del producto, conocer en tiempo real la situación del sistema y gestionar un gran volumen de información.

Sistemas de transporte automático para palets: Sistemas automáticos para el transporte de cargas hasta 2.500 Kg., como palets, contenedores, bobinas de papel, o elementos transportados en este tipo de sistemas.

Se forman integrando transportadores de rodillos para palets, de cadenas, transferidores, mesas de giro, carros automotores “shuttle cars”, sistemas de gálibo para palets y pilas de palets. Los sistemas de gálibo para palets, así como el control de tacos y básculas, son imprescindibles en la implementación un almacén automático o situaciones similares, ya que posteriormente serán transportadas en los llamados transelevadores automáticos.⁵

⁵ WIKIPEDIA. Paletizado. [En línea][Recuperado el 14 de Febrero de 2019], Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Paletizado>

5. COMPONENTE CENTRAL SAP ERP (SAP ECC)

A continuación, se encontrará la definición de SAP ECC y su implementación en la gestión del mantenimiento.

5.1 ¿QUÉ ES EL COMPONENTE CENTRAL SAP DE ERP?

SAP ECC se implementa típicamente en medianas y grandes empresas y forma la base de SAP Business Suite, que también incluye componentes tales como SAP Customer Relationship Management y Supply Chain Management. La documentación de SAP cambió oficialmente de usar el término módulo a usar el término componente cuando pasó de R / 3 a SAP ECC. Al igual que la mayoría de las aplicaciones comerciales de nivel empresarial, los componentes ECC de SAP se pueden integrar fácilmente para trabajar juntos. En el uso general, tanto el módulo como el componente se refieren a una parte del programa que se desarrolla de forma independiente para manejar un conjunto específico de procesos comerciales, por ejemplo, adquisición o contabilidad, que luego se pueden integrar para trabajar en conjunto. ECC se compone de 10 componentes principales funcionales y dos componentes técnicos y está programado para ser reemplazado por S / 4HANA para el año 2025.⁶

5.1.1 Componentes funcionales de ECC. ECC atiende los procesos comerciales de diversas industrias, incluidas las farmacéuticas, químicas, de acero y bienes de consumo de rápido movimiento. Los componentes funcionales que las empresas suelen implementar desde el principio son contabilidad financiera, control, gestión de materiales, ventas y distribución. Cada componente debe implementarse para

⁶ EDUARDO GOMEZ. Componente central de SAP ERP (SAP ECC).[En línea][Recuperado el 10 de Enero de 2019], Disponible en: <https://www.cipherbsc.com/sap-erp-central-component-erp-ecc/>

aprovechar su funcionalidad, y las empresas pueden optar por implementar solo ciertos componentes. Por ejemplo, al trabajar con un socio de implementación de SAP, un cliente puede decidir que SAP Project System no es necesario porque la empresa no administra una gran cantidad de proyectos.

A continuación, se detallan los 10 componentes funcionales implementados frecuentemente que SAP ECC incluye y las funciones comerciales que cubren:

5.1.1.1 Contabilidad financiera (FI). El componente FI registra las transacciones financieras de una empresa, incluidas las transacciones de sus clientes y proveedores. FI maneja las cuentas por cobrar de ventas, cuentas por pagar por adquisiciones y administración de efectivo, así como los procesos de reconciliación y pagos bancarios.⁷

5.1.1.2 Controlling (CO). El componente CO gestiona la contabilidad del centro de costes, la contabilidad del centro de beneficio y los pedidos internos, y también ofrece una planificación financiera. También incluye una función de cálculo del costo del producto, que compara los costos simulados y los costos reales, y está principalmente destinada a ayudar a las organizaciones de fabricación. (Tenga en cuenta que los primeros dos componentes a menudo se denominan FICO, FI-CO o FI / CO, como si fueran un componente).

5.1.1.3 Ventas y Distribución (SD). El componente SD gestiona los principales procesos de ventas y distribución, incluida la venta de productos o servicios en los

⁷ EDUARDO GOMEZ. Modulo SAP ECC. [En línea][Recuperado el 10 de Enero de 2019], Disponible en: <http://www.cipherbsc.com/sap-ecc-modules/>

mercados nacionales e internacionales a través de ventas directas a clientes o a través de redes de distribución. SD también maneja las devoluciones de los clientes, junto con la facturación y la emisión de crédito.

5.1.1.4 Gestión de materiales (MM). El componente MM maneja las adquisiciones y el inventario. La adquisición de materiales y servicios puede ser de proveedores locales o proveedores internacionales. En la gestión de inventario, MM maneja todas las emisiones de bienes, entradas de mercancías y transferencias de un material de una planta o ubicación de almacenamiento a otra. El inventario físico de contar y reconciliar materiales también se gestiona en MM.

5.1.1.5 Planificación de producción (PP). El componente PP ayuda a las empresas a crear alineación de capacidad de fabricación y demanda para que puedan planificar la fabricación, ventas y distribución de productos. PP juega un papel crítico en la cadena de suministro del fabricante y se puede usar para fabricación discreta, de proceso o repetitiva o una combinación de más de un tipo.

5.1.1.6 Gestión de calidad (QM). El componente QM se integra ampliamente con los procesos de adquisición, producción, ventas y mantenimiento de equipos. Las funciones avanzadas incluyen la gestión de procesos de auditoría completos internos o externos de la auditoría y la búsqueda de las causas de la falla de un producto para garantizar mejoras constantes de calidad en los procesos comerciales de una empresa.

5.1.1.7 Mantenimiento de planta (PM). El componente PM supervisa las máquinas y las ubicaciones funcionales (como una sala de refrigeración o una sala de calderas) para asegurarse de que estén en buen estado de funcionamiento y

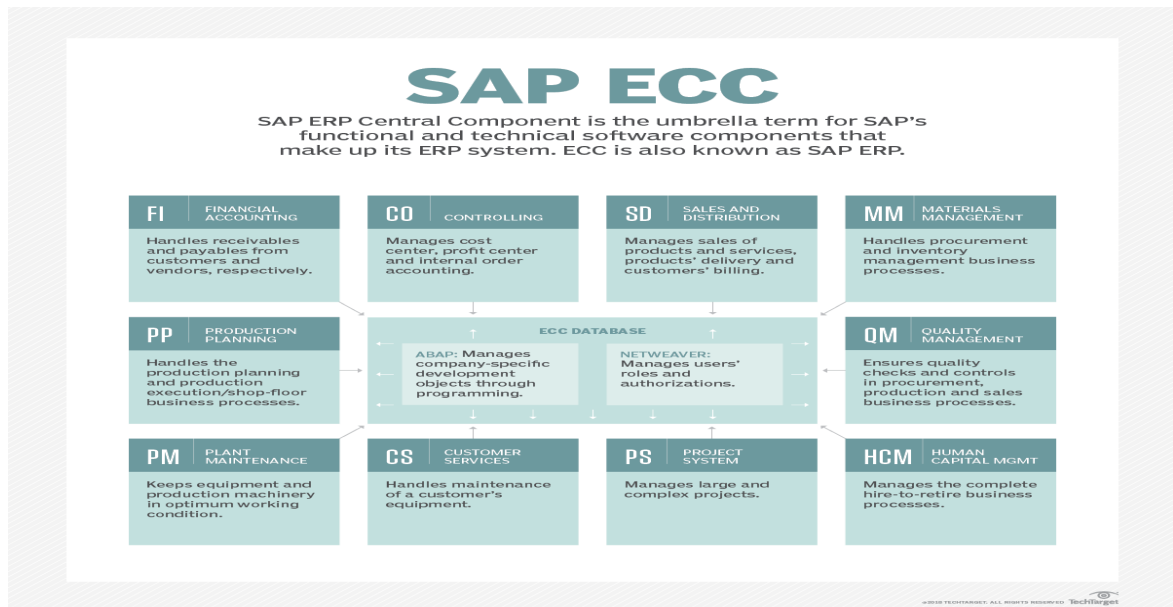
proporciona alertas cuando se detectan problemas para evitar fallas de la máquina y las interrupciones de la producción. Los procesos comerciales tales como el mantenimiento preventivo, el mantenimiento correctivo y el mantenimiento de reacondicionamiento están cubiertos en el componente SAP PM.

5.1.1.8 Servicio al cliente (CS). El componente CS maneja los procesos comerciales relacionados con una compañía que brinda servicios de mantenimiento a los equipos de los clientes. La opción de facturar a los clientes por los servicios de mantenimiento entregados también forma parte del componente de CS.

5.1.1.9 Sistema de proyectos (PS). PS tiene la intención de administrar proyectos grandes y complejos, como la instalación de una nueva planta de fabricación o la supervisión del cambio de mantenimiento de una planta. Toda la adquisición o producción específica del proyecto a través de PS garantiza que este componente sea capaz de asignar los costos de un proyecto correctamente sin salirse del presupuesto del proyecto definido.

5.1.1.10 Gestión del capital humano (HCM). El componente de HCM administra la nómina, las actividades de administración del tiempo, como la asistencia y las licencias, el desarrollo profesional, los viajes y la seguridad en el lugar de trabajo. Los módulos funcionales tienen submódulos, que se pueden implementar si se requieren para ejecutar los procesos de negocios de la empresa.

Figura 13 Módulos SAP ECC.



Fuente: <http://www.cipherbsc.com/sap-ecc-modules/>

5.1.2 Componentes técnicos de SAP ECC. Los componentes técnicos ABAP y NetWeaver son obligatorios de implementar. El componente ABAP en SAP ECC admite todos los tipos de desarrollo personalizado que son exclusivos de una empresa. Las empresas utilizan el componente ABAP para desarrollar nuevos informes personalizados o formatos de informes específicos para atender informes legales o financieros.

El componente NetWeaver asegura la administración efectiva del sistema de SAP ECC. Permite a las empresas asignar funciones y autorizaciones específicas a individuos o grupos.

Tanto ABAP como NetWeaver son componentes técnicos de SAP ECC y su implementación es obligatoria.

5.1.3 Paquetes de mejora. SAP no tiene un cronograma predefinido cuando se lanzan nuevos paquetes de mejoras. Los paquetes de mejora contienen características que una empresa puede evaluar y determinar si tiene sentido actualizar el ECC existente. ECC 8.0 es la última versión a partir de marzo de 2018.

5.1.4 Implementación SAP ECC. La implementación de SAP ECC es una empresa importante y requiere la metodología de implementación de proyectos enfocada en SAP conocida como ASAP (SAP acelerado). Incluye fases que se enfocan generalmente en estas áreas: preparación de proyectos, creación de un plan de negocios de procesos remodelados, configuración y desarrollo de ECC, preparación final, puesta en marcha y soporte.

5.2 SAP PM MANTENIMIENTO DE PLANTA

El módulo de SAP PM permite la planificación, el procesamiento y la terminación de tareas, para el mantenimiento de una planta facilitando la toma de decisiones. En este artículo hablaremos de las funcionalidades y características de SAP PM, en relación al mantenimiento de una planta.⁸

⁸ Martin, E. SAP PM: Mantenimiento de planta. [En línea][Recuperado el 24 de Enero de 2019], Disponible en: <https://orekait.com/blog/sap-pm-mantenimiento-de-planta/>

Figura 14. SAP PM recolección de datos maestros.



Fuente: <https://orekait.com/blog/sap-pm-mantenimiento-de-planta/>

Esta herramienta va a permitir:

- Racionalizar la gestión de averías.
- Obtener datos de vida útil de los componentes, para poder dimensionar un stock de repuesto.
- Desarrollar el flujo de mantenimiento planificados y no planificados en el sistema.
- Conocer la carga real de trabajo del departamento de mantenimiento para poder priorizar los trabajos.
- Disponer de informes estadísticos que faciliten la toma de decisiones.

Para ello se va a servir de las siguientes herramientas.

5.2.1 Datos maestros. Como en todos los módulos de SAP existen una serie de datos maestros que se utilizan para la gestión de los mantenimientos. En este caso, los básicos son:

- Ubicaciones técnicas, representan el lugar en el que se realiza una tarea de mantenimiento.
- Equipos, son las máquinas y componentes de los que se quiere realizar el mantenimiento y obtener informes.
- Contadores o puntos de medida, servirán para controlar determinadas magnitudes de los equipos. Por ejemplo, temperatura, kilómetros, ...
- Listas de material, listas de los componentes de un equipo o para la planificación de los materiales de recambio de una hoja de ruta o de la orden.
- Puestos de trabajo, encargados de la realización de las tareas de mantenimiento. Pueden internos o externos.

5.2.2 Flujos de mantenimiento.

5.2.2.1 Mantenimiento correctivo. Este mantenimiento se realiza cuando se detecta un mal funcionamiento en algún equipo.

5.2.2.2 Mantenimiento preventivo. Este mantenimiento se planifica y se realiza periódicamente para el correcto funcionamiento de los equipos.

5.2.2.3 Informes. SAP ofrece una diversidad de informes para la mejora de los procesos de mantenimiento, control de gastos, control de tiempos, etc.

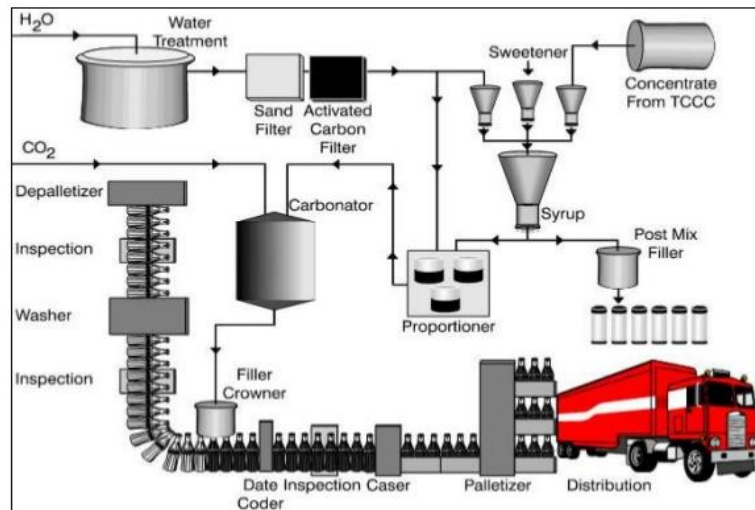
Así es cómo SAP PM permite gestionar la planificación, procesamiento y terminación de tareas para el mantenimiento de una planta.

6. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO RECOMENDADO PARA LA PALETIZADORA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN 2 DE LA EMPRESA COCA-COLA FEMSA

6.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA COCACOLA-FEMSA

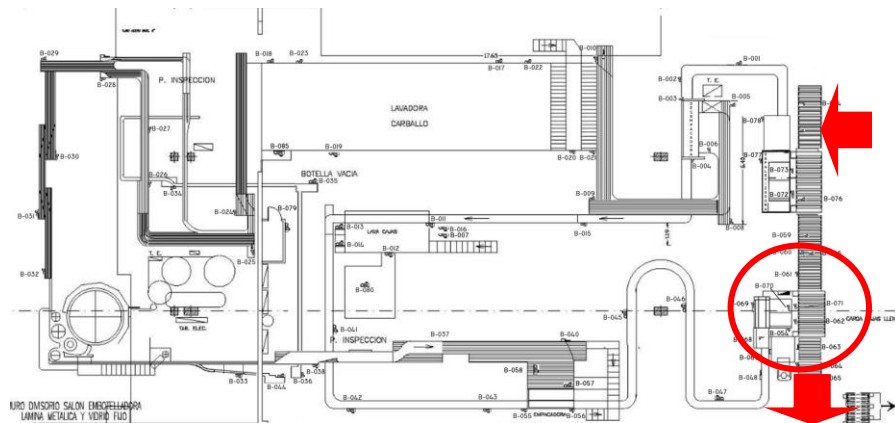
Se puede observar que el modelo de producción de la empresa COCACOLA-FEMSA es en línea por lo que el fallo de un equipo afecta drásticamente la producción. Este proceso inicia con el suministro de agua, esta se filtra por varias etapas, el agua tratada se mezcla con un edulcorante (endulzante), dando como resultado un jarabe simple, que al ser mezclado con una serie de ingredientes secretos produce un jarabe terminado, que al añadirsele carbonatador, CO₂ y agua tratada donde se obtiene la bebida terminada, posteriormente se realiza el proceso de envasado (lavado, llenado, codificado, encajonado y paletizado), en este punto el producto está listo para distribuir.

Figura 15. Proceso de producción Coca-Cola Femsa.



Fuente: <https://www.emaze.com/@AZOWZQFW>

Figura 16. Planos de la línea 2 de producción.

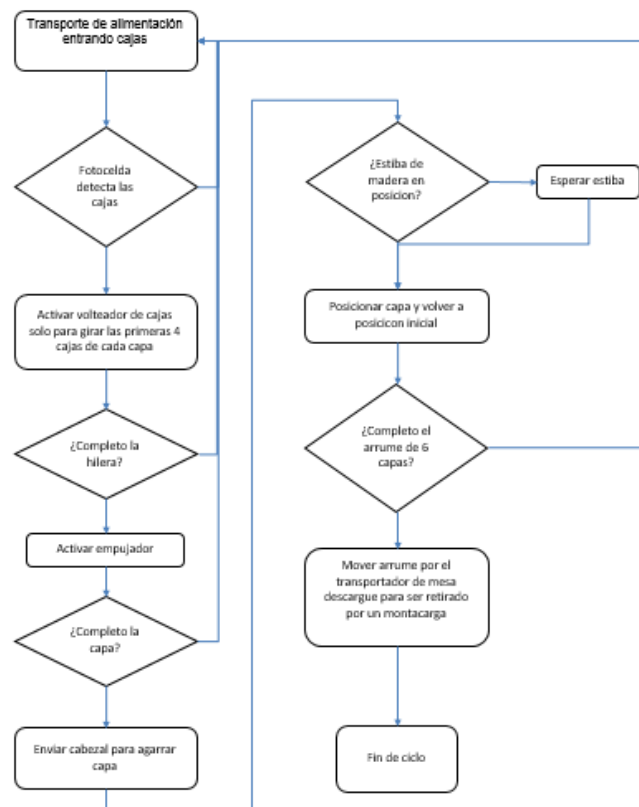


El equipó analizado esta al final de la línea de producción después de la empacadora de botellas la cual empaca las botellas en cajas y así ser entregadas a la paletizadora, donde recibe las cajas enfiladas por transportadores de rodillos que a su vez acomodada por un brazo neumático llamado volteador, en este punto las primeras cajas son giradas para poder conformar la capa de cajas y con el empujador posicionarlas, al completar la capa de 9 cajas por 12 botellas para el

tamaño 1250 ml, la maquina es capaz de detectar que está completa la capa y enviar el cabezal para agarrarla y luego ser levantada de la mesa de cargue y moverse a la mesa de descargue donde la espera una estiba de madera y aquí se formara el arrume de cajas. Este ciclo lo repetirá el equipo de forma automática hasta completar el arrume de cajas, después este arrume de cajas es transportado por una mesa de rodillos y espera ser retirada por un montacarga para luego ser despachado.

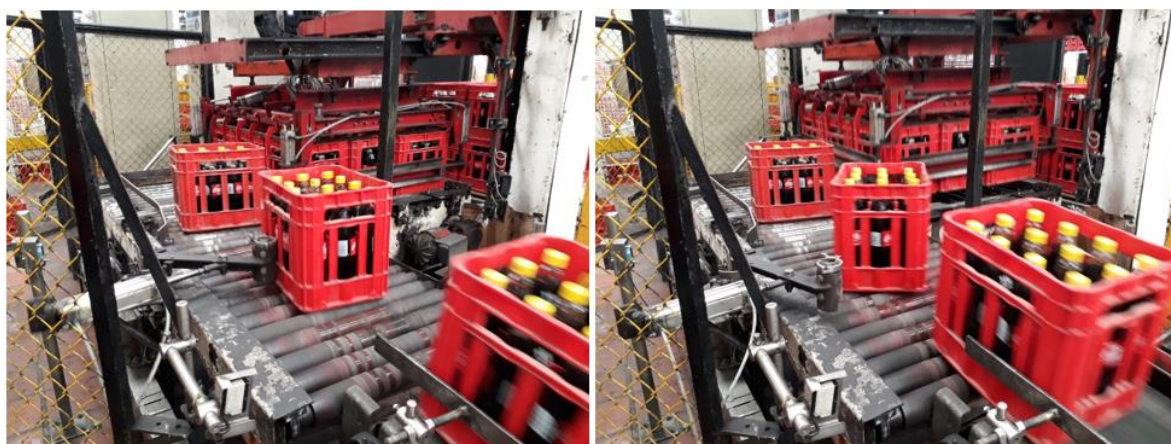
6.1.2 Diagrama de flujo del proceso de la Paletizadora línea 2.

Figura 17. Diagrama de flujo del proceso de paletizado.



6.1.3 Ilustración paso a paso de ciclo operativo de la maquina paletizadora. A continuación, se explica el paso inicial donde las cajas entran y las primeras 3 cajas de cada capa son giradas por el sistema volteador para formar una fila, como se muestra en la siguiente ilustración.

Figura 18. Entrada de cajas y enfiladas.



En este siguiente paso las cajas son enfiladas y empujadas para formar capas, como se muestra a continuación.

Figura 19. Cajas enfiladas y empujadas.

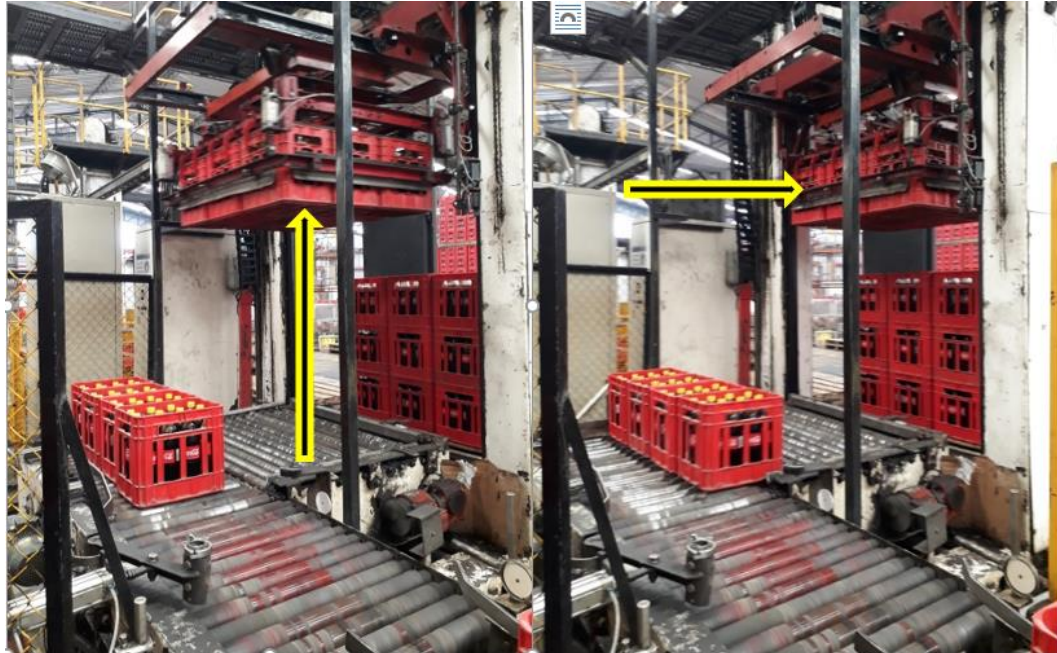


Figura 20. Capa armada.



En este paso las capas son recogidas por el sistema cabezal con los ganchos y el marco centrador para luego ser subido y trasladado hacia el lado de la mesa de estiba.

Figura 21. Capas recogidas por el sistema cabezal.



En este paso el cabezal está en el lado del armado de la estiba o arrume para dejar las capas sobre una estiba previamente colocada para luego salir y ser recogidas por un montacarga.

Figura 22. Armado de estibas por capas.

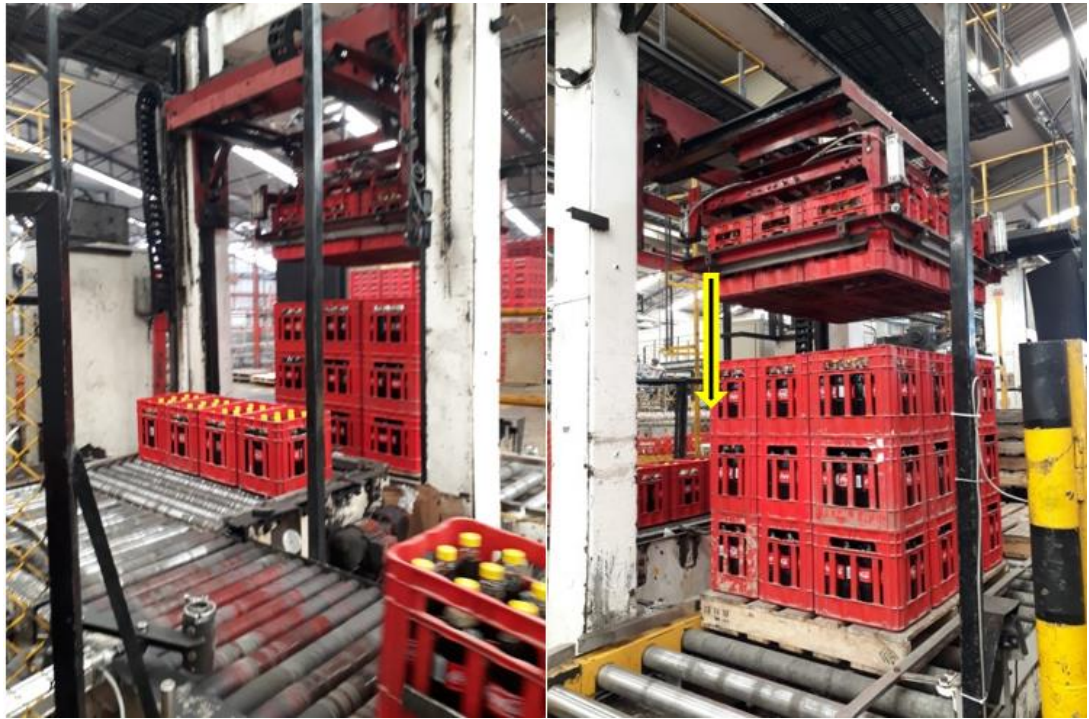


Figura 23. estibas armadas y recogidas por un montacarga



6.2 EQUIPOS PALETIZADORES

A continuación, se demuestra las partes del equipo paletizador de cajas Austral de la línea 2.

6.2.1 Inventario Línea 2. En esta línea de producción en Coca-Cola en la planta de Barranquilla cuenta con un solo equipo de paletizado.

6.2.2 Codificación de la maquina Paletizadora línea 2. El equipo paletizador de la línea de producción 2 sede barranquilla esta codificado de la siguiente manera:

- Las primeras 8 letras corresponden a la clase o tipo de equipo (PALETIZA)
- Las tres letras siguientes corresponden a la marca Austral (AUS)
- Los 3 últimos caracteres corresponden a un consecutivo teniendo en cuenta la cantidad de equipo con características similares en la línea 2.

Finalmente, la codificación del equipo paletizadora de la línea 2 sede barranquilla es PALETIZAAUS001

Figura 24. Captura de imagen tomada del programa SAP PM de la empresa Coca-Cola Femsa.

Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura				
Nivel hacia arriba Detalles completos Clases de material				
Ubic.técn.	CO1102-MI-ENV-LI02		Válido de	27.08.2018
Denominación	Linea 2 Roblecar 84 (Vidrio Pers+Fam)			
▼ PALETIZAAUS001	Paletizadora L2-Baq			
• PALETIZAAUS-CAB301	Sistema de Cabezal	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-EST301	Sistema de Estructura	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-FMO301	Sistema de Fuerza control	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-IEL301	Sistema de Inst. eléctrica	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-IME301	Sistema de Instr. De Medición	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-LUB301	Sistema de Cto. De Lubricación	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-MCA301	Sistema de Manejo de Cartón	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-MDE301	Sistema de Mesa de descarga	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-MEN301	Sistema de Mesa de Entrada	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-MFO301	Sistema de Mesa Formadora	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-NEU301	Sistema de Circuito Neumático	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-SHI301	Sistema de Hidráulico	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-SMO301	Sistema Motriz	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-TRA301	Sistema de Transporte	I	1	COJ
• PALETIZAAUS-TRT301	Sistema de Transporte de Tarima	I	1	COJ
▶ TABDISTRLOC012	Tablero De Distribución 220 L2-Baq			
▶ TABDISTRLOC013	Tablero De Distribución 440 L2-Baq			
▶ TRANSBOTLOC044	Transp Bot Desenc-Lav. Bot. L2-Baq			
▶ TRANSBOTLOC045	Transp Bot Lav Bot-Llenado L2-Baq			
▶ TRANSBOTLOC046	Transp Bot Llenado-Empacado L2-Baq			

6.2.3 Disponibilidad de los equipos.

Tabla 3 Categorización de equipos en líneas

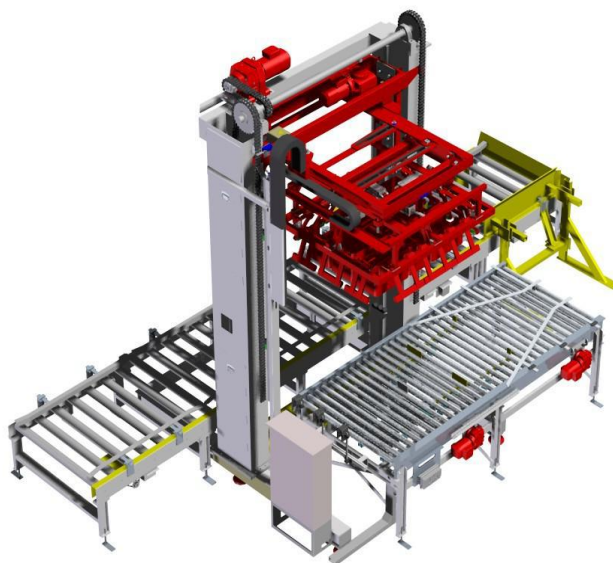
DISPONIBILIDAD	CATEGORIA
Principal	P
Stand-by	S
Único	U

Aunque en las otras líneas de la empresa COCACOLA FEMSA hay otros equipos paletizadores, en la línea 2 solo hay una sola paletizadora. Teniendo en cuenta la tabla anterior se observa que este equipo se encuentra dentro de la categoría “P”.

6.2.4 Factor de utilización. El equipo paletizador de línea 2 trabaja las 24 horas diarias, teniendo en cuenta la tabla 2 que muestra que, si un equipo trabaja entre 25 a 44 horas semanales o más, su factor de utilización es alto y por ende se considera crítico, esto se reafirma teniendo en cuenta el ítem anterior donde se observa que este equipo se encuentra en la categoría principal (P) y no tiene respaldo.

6.3 COMPONENTES DEL EQUIPO PALETIZADOR LÍNEA 2

Figura 25. Equipo paletizadora Austral.



Fuente: Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

6.3.1 Datos técnicos del equipo

Tabla 4. Datos técnicos del equipo paletizadora Austral.

MARCA	AUSTRAL
MODELO	SIRIOS MS3000
TIPO	PALETIZADORA
COMPOSICION	CONJUNTO COLUMNAS, SISTEMA DE TRANSMISION, BASTIDOR, CARRO DE TRASLADO
POSICION	SE UBICA AL FINAL DE LA Línea EN EL PROCESO
FUNCION	ARMADO DE PALLETS CAPA A CAPA
FUNCIONAMIENTO	POR MEDIO DE LOS SISTEMAS DE MOVIMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL RECOGE SOBRE LA MESA DE CARGUE LOS TENDIDOS LOS CUALES SON APILADOS PARA SER ALMACENADOS
DIMENCIONES	ALTO 4100 MMS, ANCHO 3000 MMS, LARGO 3000 MMS
VOLTAJE	220 VAC
POTENCIA	15KW

Fuente: Auto pack. Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

6.3.2 Sistemas de la paletizadora Austral.

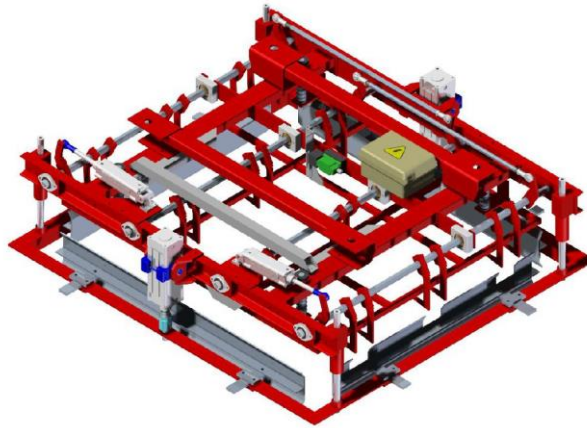
Tabla 5.Sistemas del equipo paletizadora Austral.

Equipo	Codificación del sistema	Descripción del sistema
PALETIZAAUS	CAB301	Sistema de Cabezal
	EST301	Sistema de Estructura
	FMO301	Sistema de Fuerza y control
	LUB301	Sistema de Cto. De Lubricación
	MDE301	Sistema de Mesa de descarga
	MEN301	Sistema de Mesa de Entrada
	MFO301	Sistema de Mesa Formadora
	NEU301	Sistema de Circuito Neumático

6.3.2.1 Partes del sistema cabezal paletizadora Austral.

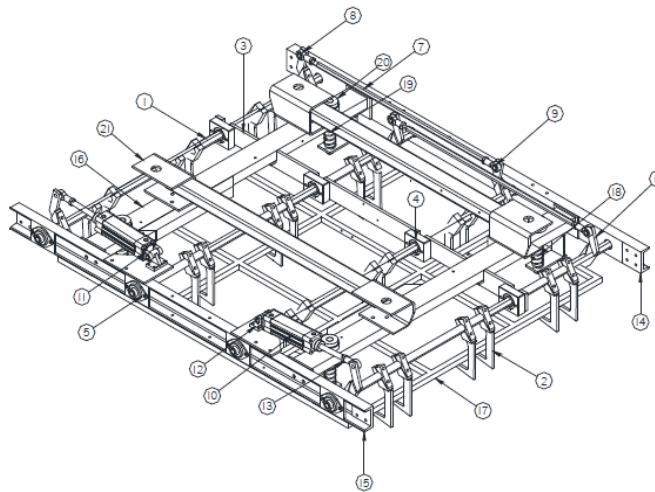
Este sistema está conformado por el cabezal y el bastidor la cual su función es sujetar la capa de cajas posicionadas previamente para ser trasladado hacia el arrume en la estiba.

Figura 26. Subsistema Cabezal.



Fuente: Auto pack. Catalogo cabezal de uñas 1.25 Litros línea 2 Coca-Cola planta Barranquilla. Bogota, 2011.

Figura 27. Subsistema Cabezal de uñas.



Fuente: Auto pack. Catalogo cabezal de uñas 1.25 Litros línea 2 Coca-Cola planta Barranquilla. Bogota, 2011.

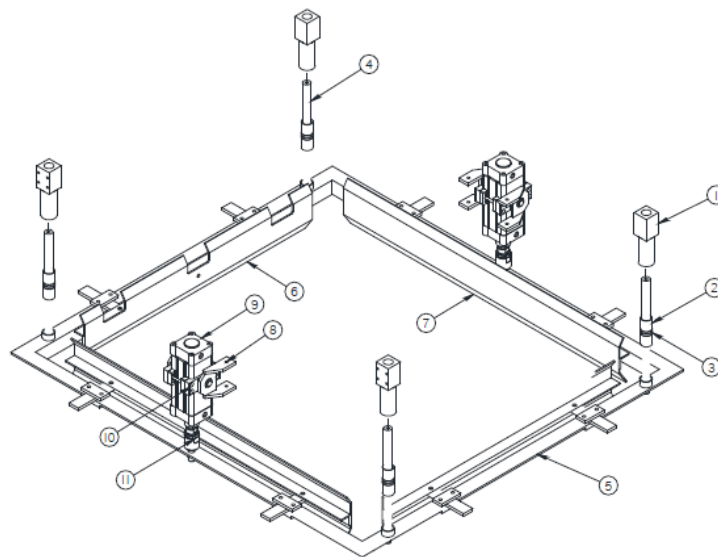
Tabla 6. Componentes del cabezal de uñas.

COMPONENTES CABEZAL DE UÑAS			
1- SUBSISTEMA ESTRUCTURA PRINCIPAL CABEZAL EP			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	1	EJE HEXAGONAL	4
2	2	UÑAS DE AGARRE	24
3	3	SOPORTE CHUMACERA CENTRAL	1
4	4	CHUMACERA TIPO A HEXAGONAL	4
5	5	CHUMACERA TIPO B LAMINAR	8
6	6	PALANCA TRANSFERENCIA	4
7	7	EJE TRANSFERENCIA	2
8	8	ROTULA TRANSFERENCIA IZQUIERDA	2
9	9	ROTULA TRANSFERENCIA DERECHA	2
10	10	CILINDRO DNC 40-90 PPVA	2
11	11	BRIDA BASCULANTE SNCB 40	2
12	12	CABALLETE LN 40	2
13	13	CABEZA DE ROTULA SGS M12 X1.25	2
14	14	LATERAL A	1
15	15	LATERAL B	1
16	16	TRAVESAÑO	2
17	17	PARRILLA	1
18	18	EJES PORTAPARRILLA	4
19	19	RESORTE	4

20	20	BUJE EJE PARRILLA	4
21	21	SOPORTE FIJACION	2

Fuente: Auto pack. Catalogo cabezal de uñas 1.25 Litros línea 2 Coca-Cola planta Barranquilla. Bogota, 2011.

Figura 28. Subsistemas Marco Centrador.



Fuente: Auto pack. Catalogo cabezal de uñas 1.25 Litros línea 2 Coca-Cola planta Barranquilla. Bogota, 2011.

Tabla 7. Componentes del marco centrador.

2- SUBSISTEMA MARCO CENTRADOR MC			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
22	1	BUJE PORTARODAMIENTO	4
23	2	RODAMIENTO LINEAL LBBR252LS	8
24	3	SEPARADOR RODAMIENTOS	4
25	4	EJE DESLIZAMIENTO	4
26	5	ESTRUCTURA MARCO CENTRADOR	1
27	6	LAMINA AJUSTADORA TIPO A	2
28	7	LAMINA AJUSTADORA TIPO B	2
29	8	SOPORTE CILINDRO CENTRADOR	4
30	9	CILINDRO DNC 80 - 125 PPVA	2
31	10	BRIDA BASCULANTE CENTRAL ZNCM 80	2
32	11	AUTOALINEADOR M16X1.5	2

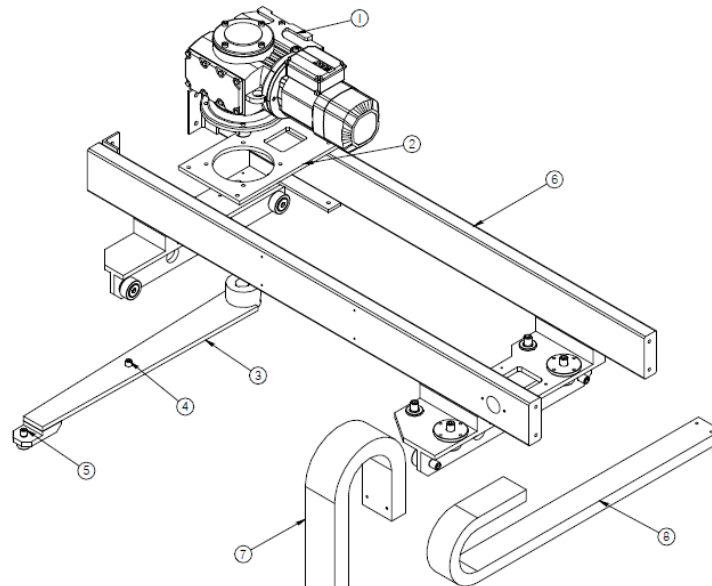
Fuente: Auto pack. Catalogo cabezal de uñas 1.25 Litros línea 2 Coca-Cola planta Barranquilla. Bogota, 2011.

Figura 29. Subsistema Bastidor.



Fuente: Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

Figura 30. subsistema bastidor-SB.



Fuente: Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

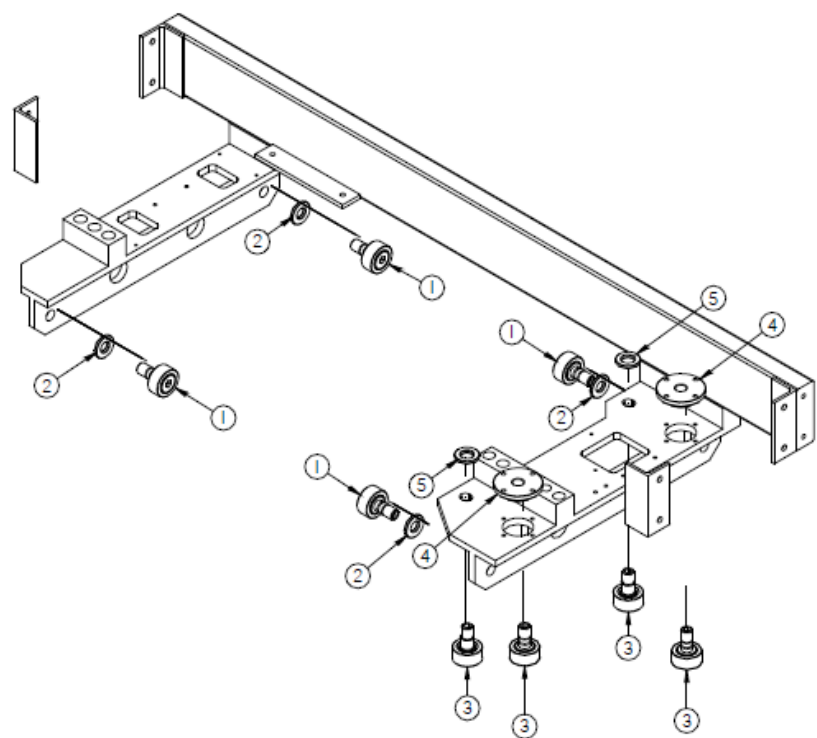
Tabla 8. Componentes bastidor-SB

COMPONENTES BASTIDOR			
1- SUBSISTEMA BASTIDOR-SB			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	1	MOTOREDUCTOR TRASLADO MARCA SEW	1
		SF77DR8S4-BE	
		POTENCIA 0.75KW	
		VELOCIDAD DE SALIDA 14RPM	
		VOLTAJE FRENO 220 Vac	

		RELACION DE REDUCCION 123:20	
		FACTOR DE SERVICIO 3.10	
		TORQUE MAXIMO 1270 Nm	
		TORQUE MAXIMO VELOCIDAD 61 Nm	
		EJE DE SALIDA 45X90	
2	2	BASE DE MOTOR	1
3	3	BRAZO DE TRASLADO	1
4	4	RODAMIENTO TRASLADO CARRO CENTRAL NUKR-40 MARCA MCGILL	1
5	5	RODAMIENTO TRASLADO CARRO HORIZONTAL NUKR-40 MARCA MCGILL	1
6	6	ESTRUCTURA BASTIDOR	1
7	7	CADENA VIAJERA VERTICAL REF: APL 0625.43	1
8	8	CADENA VIAJERA HORIZONTAL REF: APL 0450.61	1

Fuente: Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

Figura 31. Subsistema de rodadura horizontal-RH.



Fuente: Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

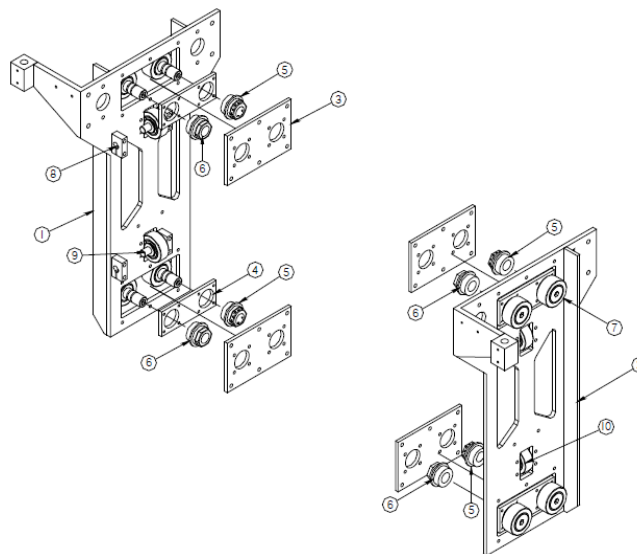
Tabla 9. Componentes rodadura horizontal-RH.

2- SUBSISTEMA DE RODADURA HORIZONTAL-RH			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
9	1	RODAMIENTO GUIA HORIZONTAL EXTERNA KR-62PP MARCA MC GILL	4
10	2	ARANDELA SEPARACION DE RODAMIENTO HORIZONTAL	4

11	3	RODAMIENTO ALINEACION HORIZONTAL KR-62PP MARCA MC GILL	4
12	4	BUJE RODAMIENTO ALINEACION EXTERNO	2
13	5	ARANDELA SEPARACION DE RODAMIENTO ALINEACION	2

Fuente: Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

Figura 32.Subsistema de travesa-TV.



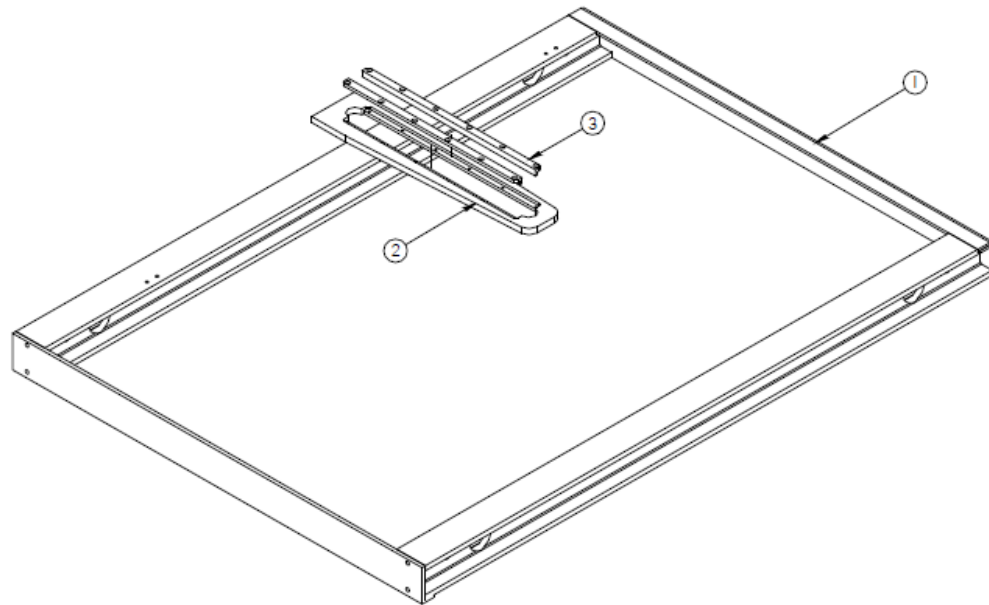
Fuente: Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

Tabla 10. Componentes traversas-TV.

3- SUBSISTEMA TRAVERSAS-TV			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
14	1	TRAVERSA IZQUIERDA	1
15	2	TRAVERSA DERECHA	1
16	3	PLACA PORTA RODAMIENTO	4
17	4	CONTRA PLACA PORTA RODAMIENTO	4
18	5	BUJE EXCENTRICO PORTA RODAMIENTO	4
19	6	BUJE CONCENTRICO PORTA RODAMIENTOS	4
20	7	RODAMIENTO VERTICAL KR-80PP MARCA MC GILL	8
21	8	SOPORTE RODAMIENTO ALINEACION VERTICAL	8
22	9	EJE RODAMIENTO ALINEACION VERTICAL	4
23	10	RODAMIENTO ALINEACION VERTICAL NATR 40PP MARCA MC GILL	4

Fuente: Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

Figura 33. Subsistema carro horizontal-CH.



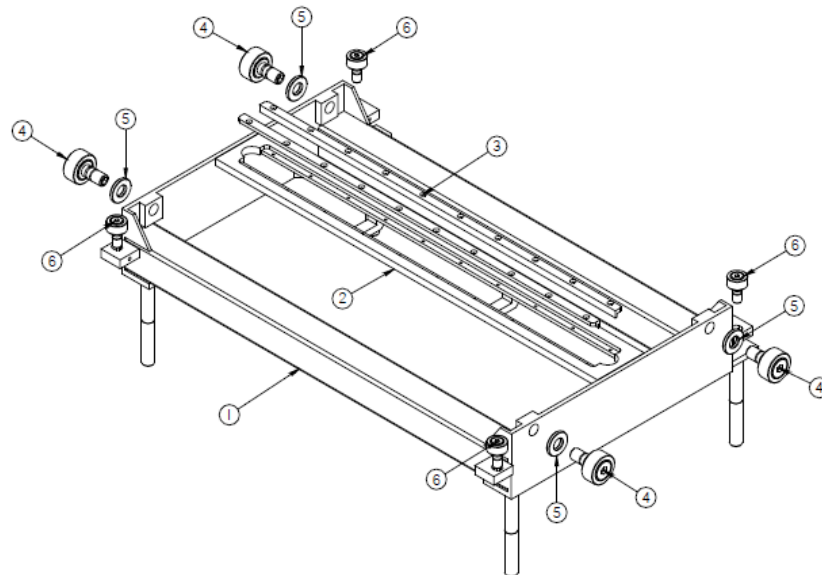
Fuente: Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

Tabla 11. Componentes carro horizontal-CH.

4- SUBSISTEMA CARRO HORIZONTAL-CH			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
24	1	ESTRUCTURA CARRO HORIZONTAL	1
25	2	SOPORTE GUIA TRASLADO CARRO HORIZONTAL	1
26	3	GUIA DESGASTE TRASLADO CARRO HORIZONTAL	2

Fuente: Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

Figura 34. Subsistema carro central-CC



Fuente: Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

Tabla 12. Componentes carros central-CC.

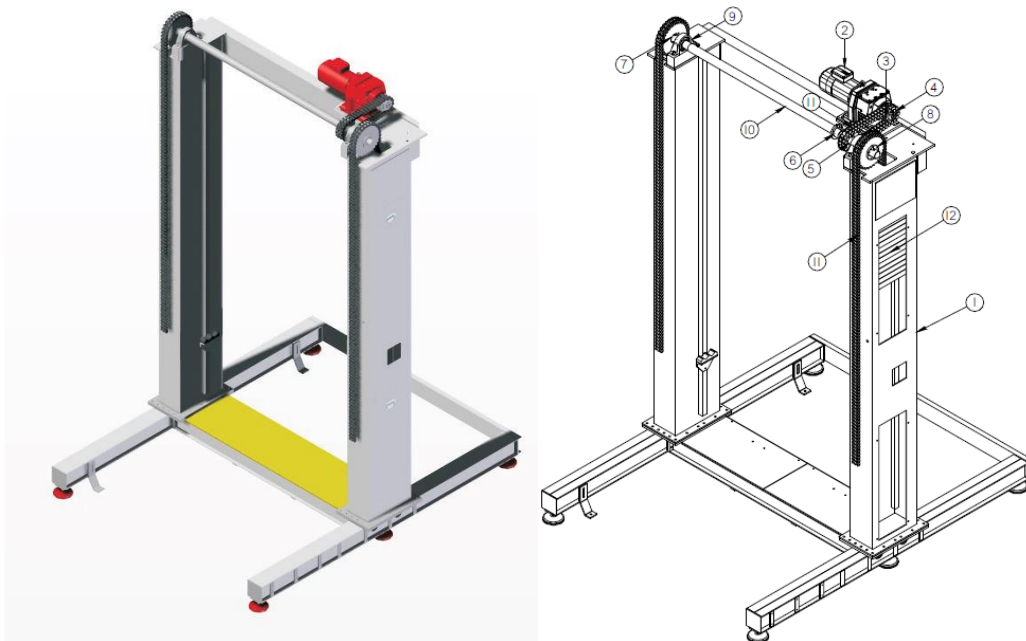
5- SUBSITEMA CARRO CENTRAL-CC			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
27	1	ESTRUCTURA CARRO CENTRAL	1
28	2	SOPORTE GUIA TRASLADO CARRO CENTRAL	1
29	3	GUIA DESGASTE TRASLADO CARRO CENTRAL	2
30	4	RODAMIENTO GUIA HORIZONTAL INTERNO KR-62PP MARCA MC GILL	4
31	5	ARANDELA DE SEPARACION RODAMIENTO	4
32	6	RODAMIENTO ALINEACION CARRO CENTRAL NUKR-	4

Fuente: Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

6.3.2.2 Partes del sistema estructura principal de la paletizadora Austral.

Este sistema es la base del equipo la cual que soporta todo el mecanismo y a su vez tiene como función el izaje del sistema de cabezal.

Figura 35. Sistema estructura principal.



Fuente: Auto pack. Catalogo Paletizadora treviso Austral Coca-Cola FEMSA - Planta Barranquilla. Bogota, 2011.

Tabla 13. Componentes estructura principal.

COMPONENTES ESTRUCTURA PALETIZADORA			
1- SUBCONJUNTO ESTRUCTURA PRINCIPAL			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	1	ESTRUCTURA PRINCIPAL	1
2	2	MOTOREDUCTOR MOVIMIENTOVERTICAL MARCA SEW	1
		REF: R87DRS100M4-BE	
		POTENCIA 3 KW	
		VELOCIDAD 42 RPM	
		VOLTAJE FRENO220 V	
		RELACION DE REDUCCION 41.74	
		FACTOR DE SERVICIO2.2	
		TORQUEMAXIMO1550 Nm	
		TORQUEMAXIMOVELOCIDAD 700 Nm	
		EJE SALIDA 50X100	
3	3	PIÑON CONDUCTOR 100 2A 13	1
4	4	QD PIÑON CONDUCTOR	1
5	5	PIÑON CONDUCTIDO100 2A 17	1
6	6	QD PIÑON CONDUCTIDO	1
7	7	PIÑON ELEVACION 100 2A 29	2
8	8	QD PIÑON ELEVACION	2
9	9	CHUMACERA PEDESTAL SY65 TF MARCA SKF	2
10	10	EJE TRANSMISION	1
11	11	CADENA TRANSMISION Y ELEVACION ANSI 100 DOBLE	1

12	12	CONTRAPESAS	2
----	----	-------------	---

Fuente: Auto pack. Catalogo Paletizadora treviso Austral Coca-Cola FEMSA - Planta Barranquilla. Bogota, 2011.

6.3.2.3 Partes del sistema fuerza y control paletizadora Austral. A continuación, se puede encontrar el sistema encargado de la parte eléctrica del equipo la cual realiza la función de alimentar los componentes de maniobra y fuerza en los elementos eléctricos.

Figura 36. Sistema fuerza y control.

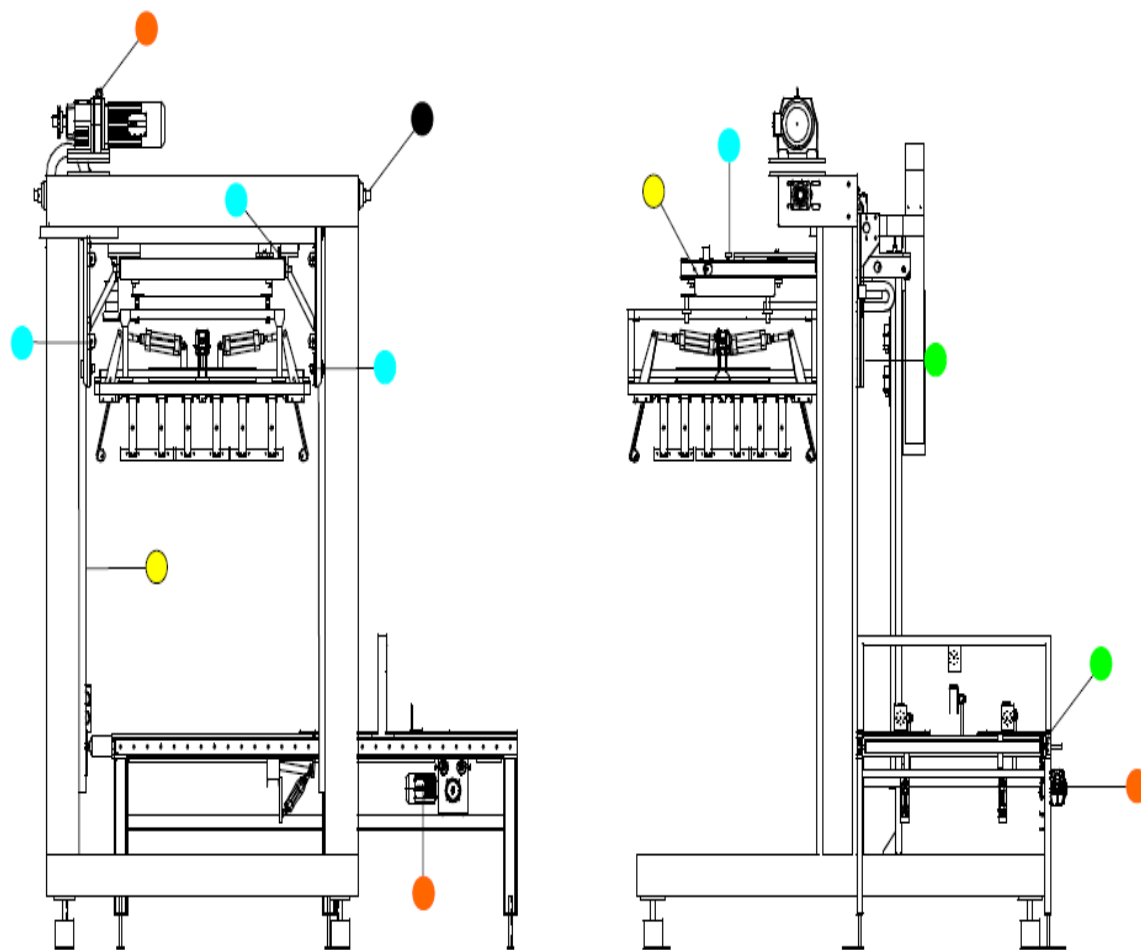


Tabla 14. Componentes tablero eléctrico.

1- SISTEMA FUERZA Y CONTROL			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	1	ARMARIO ELECTRICO 240*180	1
2	1	PLC TSXMICRO TELMECANIQUE	1
3	1	MODULO DE ENTRADAS DIGITALES TSXDMZ	2
4	1	MODULO DE SALIDAS DIGITALES TSXDMZ	2
5	1	FUENTE DE VOLTAJE 220-24VDC SIEMENS	1
6	1	BREAKER TRIPOLAR C100AMP	1
7	1	GUARDAMOTOR GV2M12	13
8	1	VARIADOR DE VELOCIDAD DANFOSS	6
9	1	BREKER MONOPOLAR	9
10	1	TRASNFORMADOR 220 A 110VAC	1
11	1	CONTACTOR LC1D09	12
12	1	BORNERA DE CABLE	40
13	1	RELEVADOR	5
14	1	SENSORES INDUCTIVO M30	15
15	1	FOTOCELDA SICK	5
16	1	PULSADOR NORMAMENTE ABIERTO	8
17	1	PULSADOR NORMALMENTE CERRADO	4
18	1	MICRO DE SEGURIDAD	5
19	1	HONGO PARA DE EMERGENCIA	3
20	1	SCANNER DE PRESENCIA	2

6.3.2.4 Puntos del sistema lubricación paletizadora Austral. A continuación, se ilustra los puntos de las partes móviles por lubricar y los tipos de lubricantes a usar.

Figura 37. Sistema puntos de lubricación.



Fuente: Auto pack. Catalogo Paletizadora treviso Austral Coca-Cola FEMSA - Planta Barranquilla. Bogota, 2011.

Tabla 15. Puntos de lubricación.

PUNTOS DE LUBRICACION		
SIMBOL O	PARTE	CARACTERISTICAS LUBRICACION
	CHUMACERAS	Grasa con hidróxido de Litio con 3% de bisulfuro molibdeno
	RODAMIENTOS Y COJINETES	Grasa con hidróxido de Litio con 3% de bisulfuro molibdeno
	GUIAS	Grasa con hidróxido de Litio con 3% de bisulfuro molibdeno
	CADENAS Y PIÑONES	Aceite lubricante grado SAE 30
	MOTOREDUCTORES	Sugerencia del fabricante (Ver tabla)

Fuente: Auto pack. Catalogo Paletizadora treviso Austral Coca-Cola FEMSA - Planta Barranquilla. Bogota, 2011.

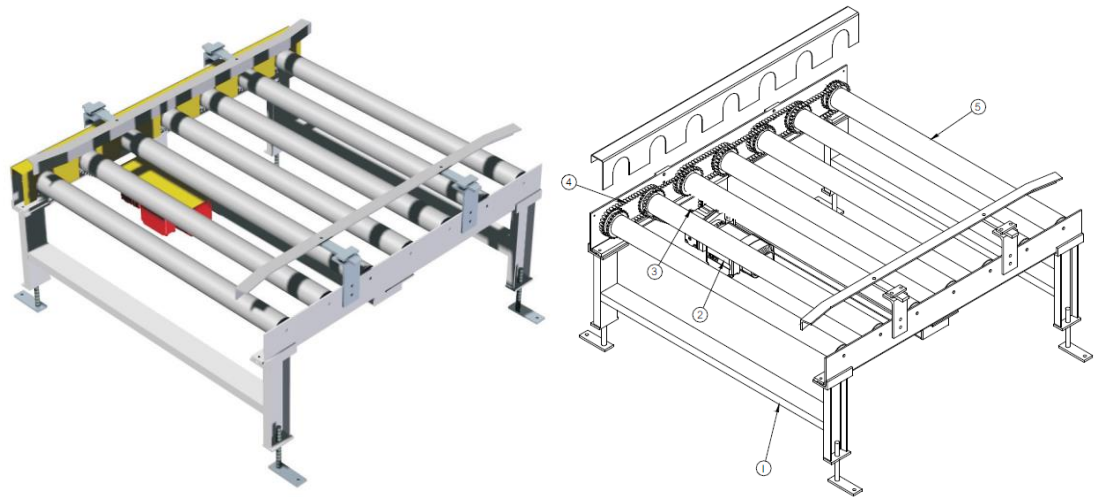
Tabla 16. Tabla de lubricantes. (SEW EURODRIVE, 2000)

			ISO NLGI	Mobil	Shell	ARAL	bp	Tribol	TEXACO	Optimol	FUCHS	TOTAL	
R...		CLP (CC)	VG 220	Mobilgear 630	Shell Omala 220	Klüberoil GEM 1-220 N	Aral Degol BG 220	BP Energol GR-XP 220	Tribol 110/0220	Meropa 220	Optigear BM 220	Renolin CLP 220	Carter EP 220
K... (HK...)		CLP PG	VG 220	Mobil Glygoyle 30	Shell Tivela S 220	Klüberynth GH 6-220	Aral Degol GS 220	BP Energol SG-XP 220	Tribol 80/0220	Synlube CLP 220	Optiflex A 220		Carter SY 220
		CLP HC	VG 220	Mobil SHC 630	Shell Omala HD 220	Klüberynth GEM 4-220 N	Aral Degol PAS 220		Tribol 1510/220	Pinnacle EP 220	Optigear Synthetic A 220	Renolin Unisyn CLP 220	
		CLP HC	VG 150	Mobil SHC 629	Shell Omala HD 150	Klüberynth GEM 4-150 N				Pinnacle EP 150			Carter SH 150
F...		CLP (CC)	VG 150	Mobilgear 627	Shell Omala 100	Klüberoil GEM 1-150 N	Aral Degol BG 100	BP Energol GR-XP 100	Tribol 110/0100	Meropa 150	Optigear BM 100	Renolin CLP 150	Carter EP 100
		HLP (HM)	VG 68-46	Mobil D.T.E. 13M	Shell Tellus T 32	Klüberoil GEM 1-68 N	Aral Degol BG 46		Tribol 110/0/68	Rando EP Ashless 46	Optigear 32	Renolin B 46 HVI	Equival ZS 46
		CLP HC	VG 32	Mobil SHC 624		Klüber-Summit HySyn PG-32		BP Energol HLP-HM 15		Cetus PAO 46			Dacnis SH 32
		HLP (HM)	VG 22	Mobil D.T.E. 11M	Shell Tellus T 15	Isotex MT 30 ROT				Rando HDZ 15			Equival ZS 15
		CLP (CC)	VG 680	Mobilgear 636	Shell Omala 680	Klüberoil GEM 1-680 N	Aral Degol BG 680	BP Energol GR-XP 680	Tribol 110/0680	Meropa 680	Optigear BM 680	Renolin CLP 680	Carter EP 680
		CLP PG	VG 680 1)		Shell Tivela S 680	Klüberynth GH 6-680		BP Energol SG-XP 680	Tribol 80/0680	Synlube CLP 680			
S... (HS...)		CLP HC	VG 460	Mobil SHC 634	Shell Omala HD 460	Klüberynth GEM 4-460 N				Pinnacle EP 460			
		CLP HC	VG 150	Mobil SHC 629	Shell Omala HD 150	Klüberynth GEM 4-150 N				Pinnacle EP 150			Carter SH 150
		CLP (CC)	VG 150	Mobilgear 627	Shell Omala 100	Klüberoil GEM 1-150 N	Aral Degol BG 100	BP Energol GR-XP 100	Tribol 110/0100	Meropa 150	Optigear BM 100	Renolin CLP 150	Carter EP 100
		CLP PG	VG 220 1)	Mobil Glygoyle 30	Shell Tivela S 220	Klüberynth GH 6-220	Aral Degol GS 220	BP Energol SG-XP 220	Tribol 80/0220	Synlube CLP 220	Optiflex A 220		Carter SY 220
		CLP HC	VG 32	Mobil SHC 624		Klüber-Summit HySyn PG-32				Cetus PAO 46			Dacnis SH 32
	R...K... (HK...)		HCE	VG 460		Shell Cassida Fluid GL 460	Klüberoil 4UH1-460 N	Aral Eural Gear 460				Optileb GT 460	
F...S... (HS...)			E	VG 460		Klüberbio CA2-460	Aral Degol BAB 460				Optisyn BS 460		
	W... (HW...)		SEW PG	VG 460 2)			Klüber SEW HT-460-5						
		API GL5	SAE 75W90 (-VG 100)	Mobilube SHC 75 W90-LS									
		CLP PG	VG 460 3)			Klüberynth UH1 6-460							
R32			00	Glygoyle Grease 00	Shell Tivela GL 00	Klüberynth GE 46-1200				Multifak 6833 EP 00			Marson SY 00
		DIN 51 818 5)	000-0	Mobilux EP 004	Shell Alvania GL 00		Aralub MFL 00	BP Energol LS-EP 00		Multifak EP 000	Longtime PD 00	Renolin SF 7-041	Multis EP 00

Fuente: SEW EURODRIVE. Manual zz. [En línea][Recuperado el 12 de Diciembre de 2018], Disponible en: <https://manualzz.com/doc/5460384/3---sew-eurodrive>

6.3.2.5 Partes del sistema mesa de descarga paletizadora Austral. A continuación, se ilustra las partes de este sistema donde es la encargada de recibir la estiba y recibir las capas de cajas ya armadas previamente para luego ser completado el arrume sea transportado a la salida siendo recogida por un montacargas.

Figura 38. Sistema mesa de descarga.



Fuente: Auto pack. Catalogo Paletizadora treviso Austral Coca-Cola FEMSA - Planta Barranquilla. Bogota, 2011.

Tabla 17. Componente transportador mesa de descarga.

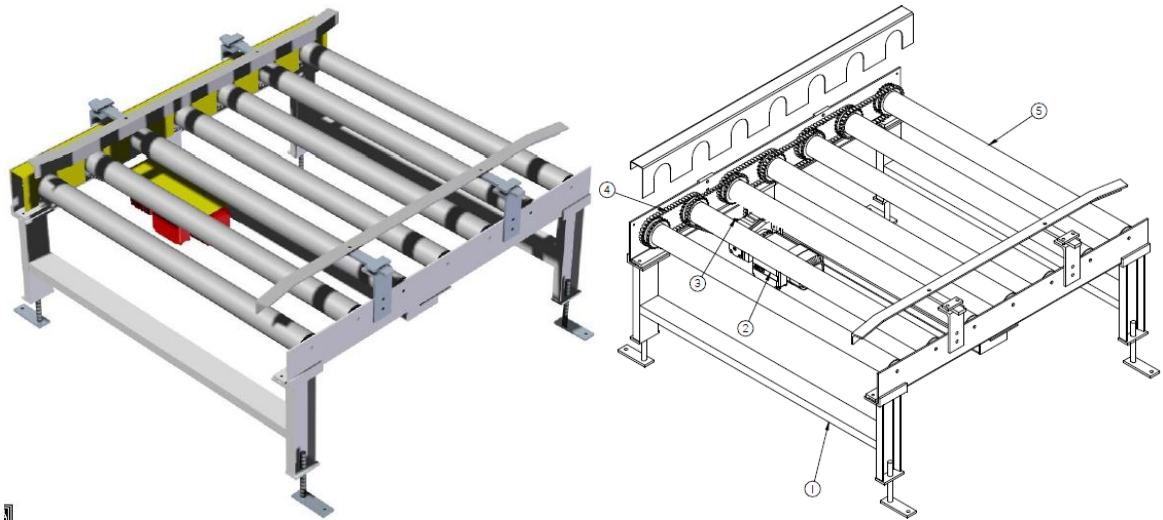
COMPONENTES TRANSPORTADOR ESTIBA			
1- SUBCONJUNTO TRANSPORTADOR ESTIBA			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	1	ESTRUCTURA PRINCIPAL	1
2	2	MOTOREDUCTOR MESA CARGA EN PALET MARCA SEW	1
		REF: R37DRS71M4-BE	
		POTENCIA 0.55KW	
		VELOCIDAD DE SALIDA 86 RPM	
		RELACION DE REDUCCION 19.31	
		FACTOR DE SERVICIO 3.3	

		VOLTAJE FRENO220V	
		TORQUEMAXIMO20Nm	
		TORQUEMAXIMOVELOCIDAD 61 Nm	
		EJE DE SALIDA 25X50	
		MOTOREDUCTOR SALIDA DE ESTIBA MARCA SEW	
		REF: R37DRS71M4-BE	
		POTENCIA 0.55KW	
		VELOCIDAD DE SALIDA 86 RPM	
		RELACION DE REDUCCION 19.32	
		FACTOR DE SERVICIO3.4	1
		VOLTAJE FRENO220V	
		TORQUEMAXIMO20Nm	
		TORQUEMAXIMOVELOCIDAD 61 Nm	
		EJE DE SALIDA 25X51	
3	3	PIÑÓN CONDUCTOR	4
4	4	CADENA TRANSMISION ANSI 50	1
5	5	RODILLOTRACCION (RODAMIENTO6204)	33

Fuente: Auto pack. Catalogo Paletizadora treviso Austral Coca-Cola FEMSA - Planta Barranquilla. Bogota, 2011.

6.3.2.6 Partes del sistema mesa de entrada paletizadora Austral. A continuación, encontraremos las partes de este sistema que es la encargada de recibir las cajas previamente ordenadas por filas hasta conformar una capa y luego entregar al cabezal para el siguiente ciclo.

Figura 39. Sistema mesa de entrada.



Fuente: Auto pack. Catalogo Paletizadora treviso Austral Coca-Cola FEMSA - Planta Barranquilla. Bogota, 2011.

Tabla 18. Componente transportador mesa de entrada.

COMPONENTES TRANSPORTADOR MESA ENTRADA			
1- SUBCONJUNTO TRANSPORTADOR MESA ENTRADA			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	1	ESTRUCTURA PRINCIPAL	1
2	2	MOTOREDUCTOR MESA CARGA EN PALET MARCA SEW	1
		REF: R37DRS71M4-BE	
		POTENCIA 0.55KW	
		VELOCIDAD DE SALIDA 86 RPM	
		RELACION DE REDUCCION 19.31	
		FACTOR DE SERVICIO 3.3	

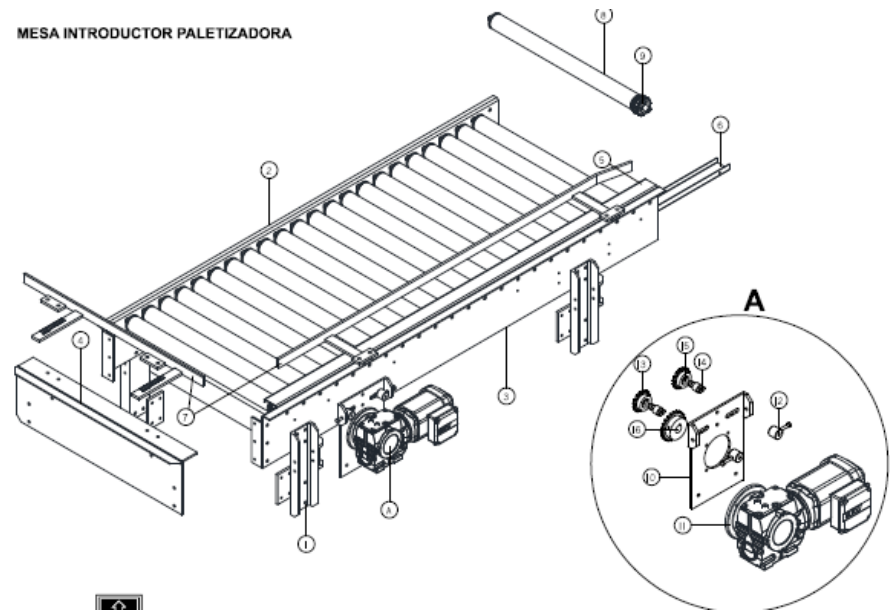
		VOLTAJE FRENO220V	
		TORQUEMAXIMO20Nm	
		TORQUEMAXIMOVELOCIDAD 61 Nm	
		EJE DE SALIDA 25X50	
		MOTOREDUCTOR SALIDA DE ESTIBA MARCA SEW	
		REF: R37DRS71M4-BE	
		POTENCIA 0.55KW	
		VELOCIDAD DE SALIDA 86 RPM	
		RELACION DE REDUCCION 19.32	
		FACTOR DE SERVICIO3.4	1
		VOLTAJE FRENO220V	
		TORQUEMAXIMO20Nm	
		TORQUEMAXIMOVELOCIDAD 61 Nm	
		EJE DE SALIDA 25X51	
3	3	PIÑON CONDUCTOR	4
4	4	CADENA TRANSMISION ANSI 50	1
5	5	RODILLOTRACCION (RODAMIENTO6204)	33

Fuente: Auto pack. Catalogo Paletizadora treviso Austral Coca-Cola FEMSA - Planta Barranquilla. Bogota, 2011.

6.3.2.7 Partes del sistema mesa formadora paletizadora Austral. A continuación, en la ilustración se muestra el transportador mesa formadora donde las cajas son acomodadas de la forma adecuada para formar filas y ser entregado a la mesa de

entrada para formar la capa, este sistema está conformado por el transportador, el volteador y el introductor.

Figura 40. Sistema mesa formadora.



ACMI. Manual de repuestos. M, Mexico D.F., Mexico, 2011.

Tabla 19. Componente transportador mesa formadora.

COMPONENTES TRANSPORTADOR MESA FORMADORA			
1- SUBCONJUNTO TRANSPORTADOR MESA FORMADORA			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	2	BASE PIE	4
2	1	MOTOREDUCTOR MARCA SEW	1
		REF:R37DRS71M4-BE	

		POTENCIA 0.55KW	
		VELOCIDAD DE SALIDA 86 RPM	
		RELACION DE REDUCCION 19.31	
		FACTOR DE SERVICIO 3.3	
		VOLTAJE FRENO 220V	
		TORQUE MAXIMO 20 Nm	
		TORQUE MAXIMO VELOCIDAD 61 Nm	
		EJE DE SALIDA 25X50	
		PIÑON CONDUCTOR	4
		CADENA TRANSMISION ANSI 50	1
		RODILLO TRACCION (RODAMIENTO 6204)	33
3	2	MARCO PRINCIPAL	1
4	1	PLACA PROTECTORA	1
5	1	GUARDA PISADOR CADENA	1
6	1	GUARDA PISADOR CADENA INFERIOR	1
7	1	BARANDALES	2
8	3	RODILLO TRACCION (RODAMIENTO 6204)	23
9	1	PIÑON CONDUCIDO	23

ACMI. Manual de repuestos. M, Mexico D.F., Mexico, 2011.

Figura 41. Sistema volteador.

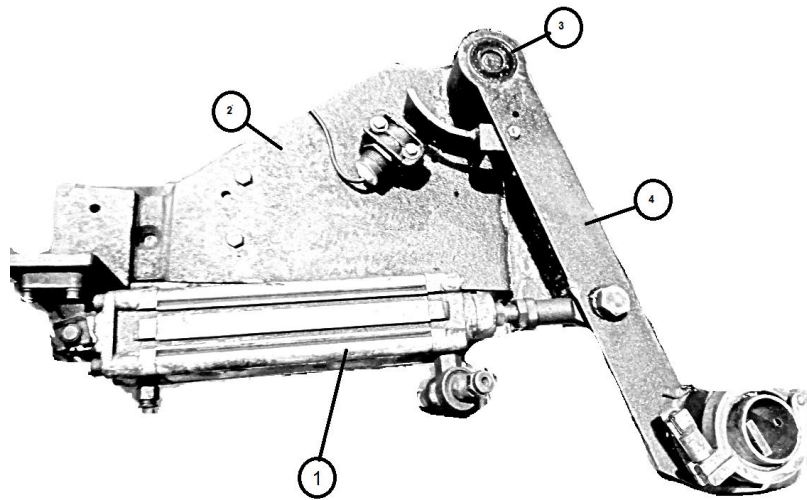
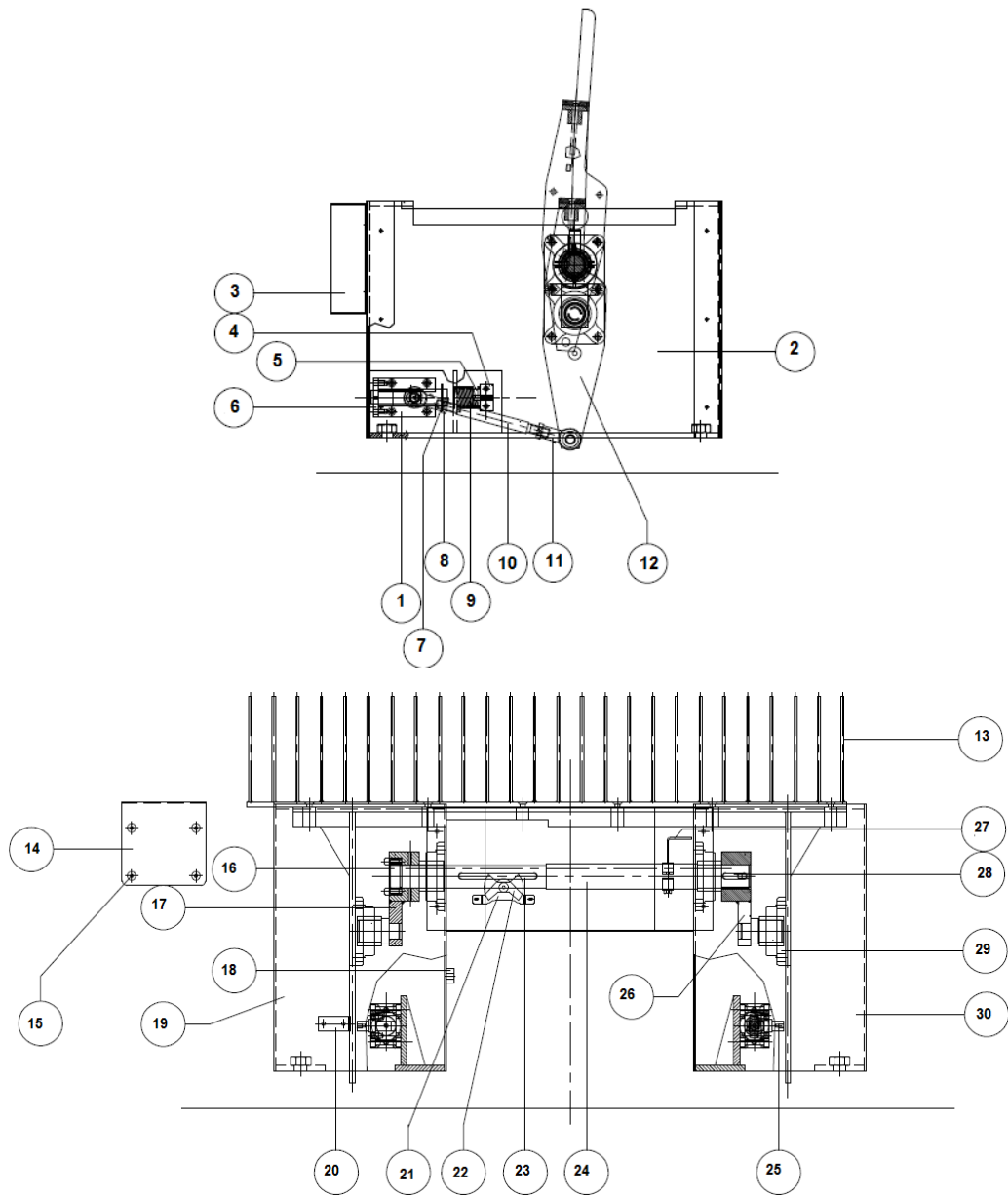


Tabla 20. Componente volteador de cajas.

2- SUBSISTEMA VOLTEADOR DE CAJAS			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
10	1	CILINDRO DNC 80 - 125 PPVA	1
11	2	ESTRUCTURA BASE CENTRAL	1
12	3	RODAMIENTO 6002	2
13	4	BRAZO EMPUJADOR	1

Figura 42. Sistema introductor.



ACMI. Manual de repuestos. M, Mexico D.F., Mexico, 2011.

Tabla 21. Componente empujador.

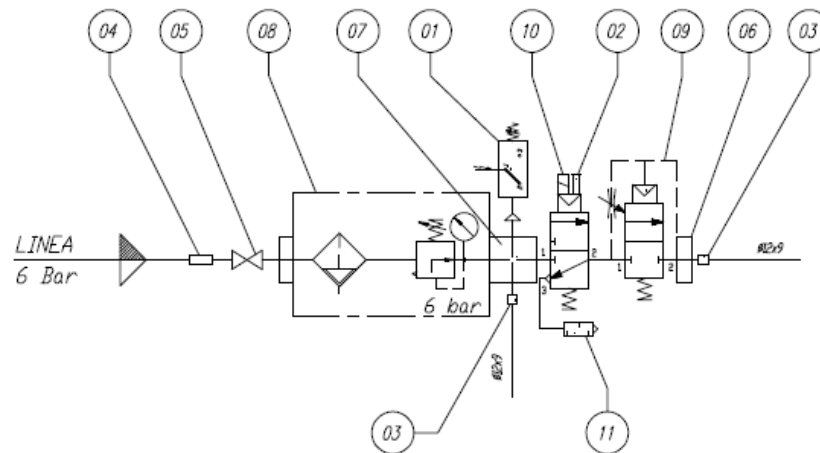
COMPONENTES EMPUJADOR			
1- SUBCONJUNTO EMPUJADOR			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	2	MOTOREDUCTOR MARCA SEW	2
		REF:R37DRS71M4-BE	
		POTENCIA 0.55KW	
		VELOCIDAD DE SALIDA 86 RPM	
		RELACION DE REDUCCION 19.31	
		FACTOR DE SERVICIO 3.3	
		VOLTAJE FRENO 220V	
		TORQUE MAXIMO 20 Nm	
		TORQUE MAXIMO VELOCIDAD 61 Nm	
		EJE DE SALIDA 25X50	
		PIÑON CONDUCTOR	2
2	1	ESTRUTURA CENTRAL	1
3	1	CHAPA SOP.CAJA SAREL 3560 A4	1
4	1	PERNO DE TORSIÓN	2
5	1	ASIENTO PARA MUELLE	1
6	1	PLANCHA PARA TOPE	1
7	1	TORNILLO AJUSTE DE BIELA	4
8	1	TUERCA AJUSTE DE BIELA	4
9	1	SOPORTE ASIENTO PARA MUELLE	1
10	1	BIELA	2
11	1	CABEZA DE RÓTULA F.A/B.D.20 M20X1.5	4
12	1	BARRA PORTA PEINE PARA CARRERA ALM.	24

13	1	PEINE H=220 L=1216	24
14	1	CHAPA SOP.CAJA SAREL 3560	1
15	1	DISTANCIADOR CAJA ELÉCTRICA	1
16	1	ENSAMBLADOR D. 40X75 S.4000	1
17	1	MANIVELA PARTE MOTORIZADA L=110	2
18	1	DISTANC. DI.11 SP.15 DE.30 FE00 A3	1
19	1	PIE DER A2R	1
20	1	SOPORTE SENSOR (PREP. DOBLE) A3	1
21	1	CHAPA ANCHA SOPORTE SENSOR	1
22	1	LEVA 4 IMPULSOS (2 DIENTES)	1
23	1	EJE CONDUCTOR	1
24	1	LENGÜETA FORMA A 14X9X160 UNI6604	1
25	1	CONEXIÓN PARA BIELA	2
26	1	MANIVELA PARTE LOCA L=110	1
27	1	COLLAR PARA SENSOR 1"-1/2 CORREDERA (GLIFO)	1
28	1	LENGÜETA FORMA A 14X9X70 UNI6604	1
29	1	SOPORTE DE BRIDA CUADR. D=45 UCF 20	4
30	1	PIE IZQ A2R	1

ACMI. Manual de repuestos. M, Mexico D.F., Mexico, 2011.

6.3.2.8 Partes del sistema circuito neumático paletizadora Austral. A continuación, se encuentra el sistema neumático que trabaja con una presión de aire comprimido de 6 bar, para dar el movimiento de los elementos neumáticos en todo el equipo y cumplir sus respectivas funciones.

Figura 43. Subsistema neumático marcha progreso Festo.



ACMI. Manual de repuestos. M, Mexico D.F., Mexico, 2011.

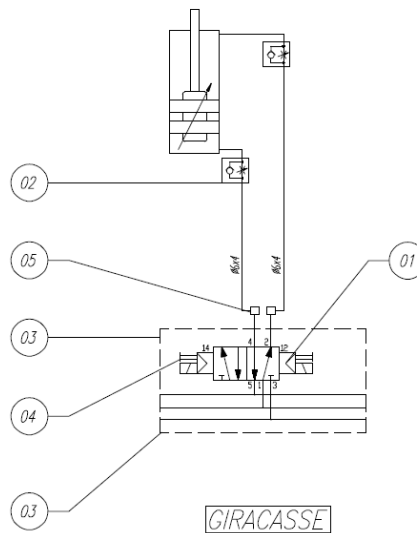
Tabla 22. Componente neumático marcha progreso Festo.

1- SUBSISTEMA NEUMATICO MARCHA PROGRESO FESTO			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	1	PRESOSTATO PEV-1/4-B 10773 FESTO	1
2	1	CONEC. ELÉCTR. FORMA"C"+LEED+VARIST.3M	1
3	1	CONECTOR REC. DE ACOPLE RÁP. M.1/2" T12	2
4	1	CONEXIÓN PARA JUNTA RÁPIDA 1/2" MACHO	1
5	1	VÁLVULA DE CORREDERA DE 1/2" H.	1
6	1	ESCUADRA HPOE D MIDI/MAXI FESTO	2
7	1	MÓDULO DERIVACIÓN FRM-D-MIDI FESTO	1

8	1	GRUPO LFR 1/2 D MIDI 159584 FESTO	1
9	1	VÁLV. INTROD. PROG. HEL-D-MIDI FESTO	1
10	1	VÁLV. INTROD. HEE-1/2-D-MIDI-24 FESTO	1
11	1	SILENCIADOR DE 1/4" SINT.BAJO	1

ACMI. Manual de repuestos. M, Mexico D.F., Mexico, 2011.

Figura 44. Sistema neumático volteador.



ACMI. Manual de repuestos. M, Mexico D.F., Mexico, 2011.

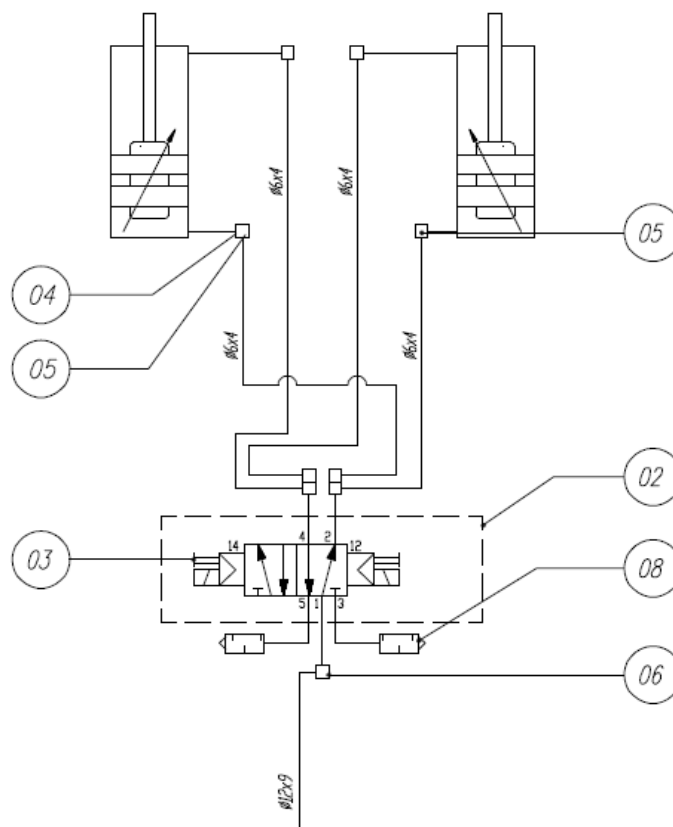
Tabla 23. Componente neumático volteador de cajas.

2- SUBSISTEMA NEUMATICO VOLTEADOR DE CAJAS			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	1	E.V. VSVA-B-B52-H-A1-1C1 FESTO	1
2	1	REGULADOR FL. UNIDIR. 1/8" TUBO 6	2

3	1	PLACA CONEX. INDIV. CINTA-1/4-01-VDMA	1
4	1	CONEC. ELÉCTR. FORMA "C"+LEED+VARIST.3M	2
5	1	RACOR GIR. "L" ACOPL. RÁP. 1/4" T 6	2

ACMI. Manual de repuestos. M, Mexico D.F., Mexico, 2011.

Figura 45. Subsistema neumático marco centrador.



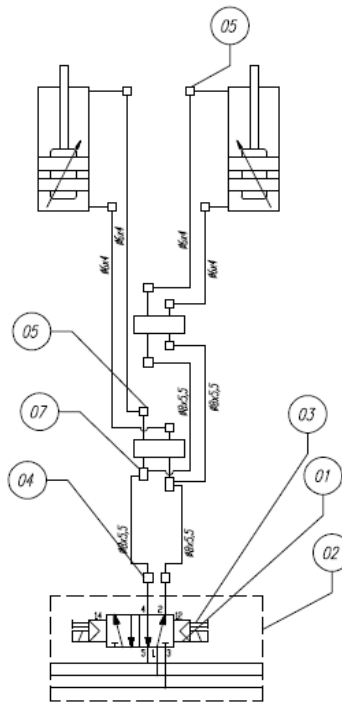
ACMI. Manual de repuestos. M, Mexico D.F., Mexico, 2011.

Tabla 24. Componente neumático marco centrador.

3- SUBSITEMA NEUMATICO MARCO CENTRADOR			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	1	E.V. VSVA-B-B52-H-A1-1C1 FESTO	1
2	1	PLACA CONEX. INDIV. CINTA-1/4-01-VDMA	1
3	1	CONEC. ELÉCTR. FORMA"C"+LED+VARIST.5M	2
4	1	REDUCCIÓN DE 3/8"M-1/8" H	4
5	1	RACOR GIR. "L" ACOPL. RÁP. 1/8" T 6	4
6	1	RACOR GIR. "L" ACOPL. RÁP. 1/4" T12	1
7	1	RACOR GIR.2"L" ACOPL. RÁP. 1/8" T 6	2
8	1	SILENCIADOR DE 1/4" SINT.BAJO	2

ACMI. Manual de repuestos. M, Mexico D.F., Mexico, 2011.

Figura 46. Subsistema neumático cabezal de uñas.



ACMI. Manual de repuestos. M, Mexico D.F., Mexico, 2011.

Tabla 25. Componente neumático cabezal de uñas.

4- SUBSISTEMA NEUMATICO CABEZAL DE UÑAS			
ITEM	PIEZA	DESCRIPCION	CANT
1	1	E.V. VSVA-B-B52-H-A1-1C1 FESTO	1
2	1	PLACA CONEX. BAT.NAW-1/4-01-VDMA	1
3	1	CONEC. ELÉCTR. FORMA"C"+LEED+VARIST.3M	2
4	1	CONECTOR REC. DE ACOUPLE RÁP. M.1/4" T 8	2
5	1	CONECTOR GIR. "L" ACOPL. RÁP. 1/4" T 6	8

6	1	CONECTOR GIR. "L" ACOPL. RÁP. 1/4" T 8	2
7	1	RACOR GIR.2"L" ACOPLE. RÁP. 1/4" T 8	2

ACMI. Manual de repuestos. M, Mexico D.F., Mexico, 2011.

6.4 ADQUISICIÓN Y MANEJO DE DATOS OBTENIDOS

En esta etapa se obtiene los datos descargados del software SAP PM del periodo comprendido de agosto 2017 hasta agosto 2018 (1 año), donde analizando los datos aplicando el diagrama de Pareto de su principio de la “regla 80/20”. Es decir que el 20% de las fallas impactan el 80% en las pérdidas de la eficiencia del equipo.

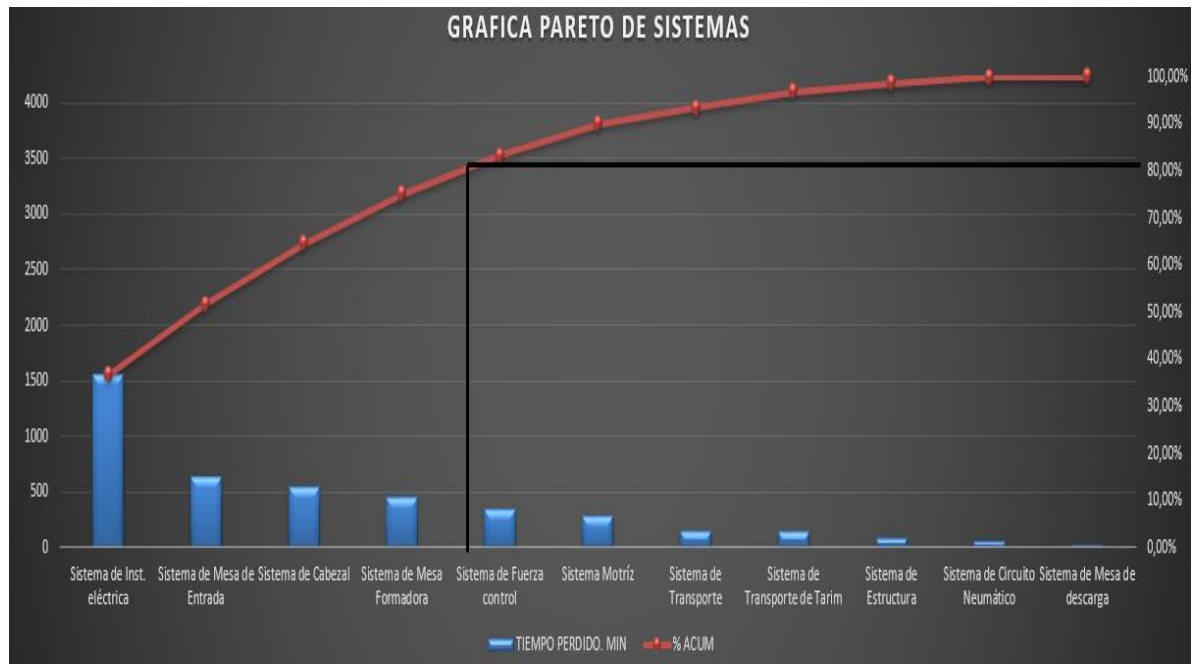
Con los datos se logró encontrar el 20% de las fallas de los sistemas que se le dará mayor importancia los cuales son sistema de instalación eléctrica, mesa de entrada, cabezal, mesa formadora. Como se muestra a continuación.

Tabla 26. Tiempos perdidos en paletizadora por sistema y su acumulado

EQUIPO	TIEMPO PERDIDO. MIN	%	ACUMULADO	% ACUM
Sistema de Inst. eléctrica	1552,77	36,65%	1552,77	36,65%
Sistema de Mesa de Entrada	635,73	15,01%	2188,5	51,66%
Sistema de Cabezal	543,9	12,84%	2732,4	64,50%
Sistema de Mesa Formadora	444,55	10,49%	3176,95	74,99%

Sistema de Fuerza control	344,54	8,13%	3521,49	83,13%
Sistema Motriz	283,11	6,68%	3804,6	89,81%
Sistema de Transporte	149,04	3,52%	3953,64	93,33%
Sistema de Transporte de Tarim	140,31	3,31%	4093,95	96,64%
Sistema de Estructura	76,99	1,82%	4170,94	98,46%
Sistema de Circuito Neumático	56,14	1,33%	4227,08	99,78%
Sistema de Mesa de descarga	9,14	0,22%	4236,22	100,00%
TOTAL, TIEMPO DE PARO POR SISTEMAS	4236,22			

Figura 47. Diagrama de Pareto sistemas mayor tiempo de fallas.



6.4.1 Definición de los sistemas más críticos y sus elementos. Con los resultados logrados por medio de diagrama de Pareto se puede concluir que los sistemas más críticos y sus elementos más importantes se encuentran a continuación.

- Sistema de instalación eléctrica
- Sistema mesa de entrada
- Sistema cabezal
- Sistema mesa formadora

Tabla 27. Fallo de elementos en sistema de instalación eléctrica

Clave 1 de Paro	Sistema de Inst. eléctrica
Etiquetas de fila	Suma de Total minutos
Sensores desajustados	573,33
Sensores dañados	318,17
Cable dañado	212,25
Perdida del ciclo de maquina	167
Reflejante desajustado	94,86
Programa desconfigurado	89,23
Panel de control dañado	50,91
Conexiones flojas	27
Falla red device net	16
Encoder desincronizado	4,02
Total, general	1552,77

Tabla 28.Fallo de elementos en sistema mesa de entrada.

Clave 1 de Paro	Sistema de Mesa de Entrada
Etiquetas de fila	Suma de Total minutos
Rodillo dañado	220,02
Cadena dañada	188,24
Piñón dañado	111,6

Emparejadores en falla	64,03
Guías dañadas	22,14
Banda dañada	20,7
Servo palos emparejadores en	5
Desincronismo de pinzas	4
Total, general	635,73

Tabla 29. Fallo de elementos en sistema de cabezal.

Clave 1 de Paro	Sistema de Cabezal
Etiquetas de fila	Suma de Total minutos
Soportes dañados	241,05
Soportes flojos	109,57
Guías dañadas	98,23
Transmisión dañada	74,54
Cadena dañada	13,8
Tornillería floja	6,71
Total, general	543,9

Tabla 30. Fallo de elementos en sistema mesa formadora.

Clave 1 de Paro	Sistema de Mesa Formadora
Etiquetas de fila	Suma de Total minutos
Empujador falla	341,67
Compactación desajustada	54,88
Pinza desincronizada	29
Desviador dañado	17
Sistema divisor falla	2
Total, general	444,55

6.4.2 Cálculos de MTBF y MTTR con los datos obtenidos. Con los datos mostrados anteriormente en la Tabla. 26 donde el tiempo total de paro del equipo paletizadora en todos sus sistemas es de 4236,22 minutos. Con este dato obtenido con el principio de Pareto se puede calcular la disponibilidad y la confiabilidad de la siguiente manera.

Tiempo de paros = 4236min= 70,60 h

Numero de paros= 283

Tiempo medio entre fallas

$$MTBF = \frac{TIEMPO TOTAL OPERACION - TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES}{CANTIDAD DE FALLAS}$$

$$= \frac{(1 * 360 * 24) - 70,60}{283} = 30,28 \frac{Horas}{Fallas}$$

Tasa de fallos.

$$\lambda_1 = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{30,28} = 0,03 \frac{Fallas}{Horas}$$

Tiempo medio de reparación.

$$MTTR = \frac{TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES}{NUMERO DE REPARACIONES} = \frac{70,60}{283} = 0,24 \frac{Horas}{Reparaciones}$$

$$= 14,4 \frac{min}{Reparaciones}$$

Disponibilidad:

$$D = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} = \frac{30,28}{(30,28 + 0,24)} = 0,9921 * 100\% = 99,21\%$$

Luego de analizar los resultados obtenidos se evidencia que a pesar de tener una disponibilidad alta ya que los tiempos medios de reparación son bajos 14,4 minutos, la Confiabilidad de la paletizadora es extremadamente baja ya que se producen gran cantidad de fallos que afectan la producción, más específicamente cada 30,2 horas.

Finalmente se observa que el Sistema más crítico de la paletizadora es el Sistema eléctrico con un 36% del total de tiempos de paros del Sistema.

Se calcula MTBF, MTTR, Tasa de fallos, Disponibilidad y confiabilidad de la paletizadora en los 4 sistemas más críticos, como sigue:

Sistema eléctrico

Tiempo de paros = 26,2 horas

Numero de paros = 152

$$MTBF = \frac{TIEMPO TOTAL OPERACION - TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES}{CANTIDAD DE FALLAS}$$

$$= \frac{(1 * 360 * 24) - 26,2}{152} = 56,66 \frac{Horas}{Fallas}$$

$$\lambda_1 = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{56,66} = 0,017 \frac{Fallas}{Horas}$$

$$MTTR = \frac{TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES}{NUMERO DE REPARACIONES} = \frac{26,2}{152} = 0,18 \frac{Horas}{Reparaciones}$$

$$= 11 \frac{min}{Reparaciones}$$

Disponibilidad:

$$D = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} = \frac{56,66}{(56,66 + 0,18)} = 0,997 * 100\% = 99,7\%$$

Sistema mesa de entrada

Tiempo de paros= 10,59 horas

Numero de paros 28

$$\begin{aligned} MTBF &= \frac{TIEMPO TOTAL OPERACION - TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES}{CANTIDAD DE FALLAS} \\ &= \frac{(1 * 360 * 24) - 10,59}{28} = 308,19 \frac{Horas}{Fallas} \end{aligned}$$

$$\lambda_1 = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{308,19} = 0,0032 \frac{Fallas}{Horas}$$

$$\begin{aligned} MTTR &= \frac{TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES}{NUMERO DE REPARACIONES} = \frac{10,59}{28} = 0,37 \frac{Horas}{Reparaciones} \\ &= 22,2 \frac{min}{Reparaciones} \end{aligned}$$

Disponibilidad:

$$D = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} = \frac{308,19}{(308,19 + 0,37)} = 0,998 * 100\% = 99,9\%$$

Sistema del cabezal

Tiempo de paros = 9 horas

Numero de paros = 55

$$MTBF = \frac{TIEMPO TOTAL OPERACION - TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES}{CANTIDAD DE FALLAS}$$
$$= \frac{(1 * 360 * 24) - 9}{55} = 156,92 \frac{Horas}{Fallas}$$

$$\lambda_1 = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{156,92} = 0,00637 \frac{Fallas}{Horas}$$

$$MTTR = \frac{TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES}{NUMERO DE REPARACIONES} = \frac{9}{55} = 0,16 \frac{Horas}{Reparaciones}$$
$$= 9,6 \frac{min}{Reparaciones}$$

Disponibilidad:

$$D = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} = \frac{156,92}{(156,92 + 0,16)} = 0.999 * 100\% = 99,98\%$$

Sistema mesa formadora

Tiempo de paros = 7,4 horas

Numero de paros = 49

$$MTBF = \frac{TIEMPO TOTAL OPERACION - TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES}{CANTIDAD DE FALLAS}$$

$$= \frac{(1 * 360 * 24) - 7,4}{49} = 176,17 \frac{Horas}{Fallas}$$

$$\lambda_1 = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{176,17} = 0,00567 \frac{Fallas}{Horas}$$

$$MTTR = \frac{TIEMPO TOTAL DE REPARACIONES}{NUMERO DE REPARACIONES} = \frac{7,4}{49} = 0,15 \frac{Horas}{Reparaciones}$$

$$= 9 \frac{min}{Reparaciones}$$

Disponibilidad:

$$D = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} = \frac{176,17}{(176,17 + 0,15)} = 0,999 * 100\% = 99,99\%$$

Luego de analizar los datos obtenidos para los 4 sistemas críticos en la paletizadora, se observa que en cuanto a la disponibilidad tienen valores muy parecidos (Altos, los tiempos medios de reparación son relativamente bajos), sin embargo, en cuanto a la confiabilidad, aunque todos los valores son bajos el sistema eléctrico tiene datos extremadamente bajos, por lo que se debe prestar mucha atención a buscar la causa real de todas las fallas presentes el este sistema.

Luego de analizar los resultados obtenidos se evidencia que los elementos que más fallan (críticos) son:

- Sensores
- Empujador
- Soportes
- Rodillos
- Cadena
- PLC

6.5 PLAN DE MANTENIMIENTO RECOMENDADO PARA EL SISTEMA MÁS CRÍTICO

A continuación, se recomienda el plan de mantenimiento a los sistemas cuales son los más críticos según el principio de Pareto, que da como resultado el 20% que impacta un 80% en los minutos perdidos de fallas del equipo.

6.5.1 Mantenimiento recomendado al sistema eléctrico.

Tabla 31. Plan mantenimiento sistema eléctrico.

QUIEN EJECUTA	FRECUENCIA	ACTIVIDAD /CONDICION	MEDICION HERRAMIENTAS ACCION
Operador / electromecánico	3 días	Verificación de ajuste y limpieza de sensores, Cambio si es necesario	Pinzas eléctricas, multímetro, pinzas, llaves en general
Operador	3 días	Verificación de buen estado de Cableado	Vista, tacto

		eléctrico	
Electromecánico	7 días	Inspección y verificación puntos de conexión del variador	Pinzas eléctricas, multímetro, pinzas, llaves en general
Electromecánico	7 días	Verificación y Ajuste de conexiones y tornillería	Pinzas eléctricas, multímetro, pinzas, llaves en general
Electromecánico	7 días	Limpieza y soplado de todo el sistema eléctrico	Waipers, soplador, limpiador eléctrico/ electrónico
Electromecánico	7 días	Verificación del correcto funcionamiento del variador	Multímetro, llaves en general
Electromecánico	7 días	Verificación de correcta conexión de electroválvulas	Destornilladores, llaves
Operador	3 días	Verificación de fugas de aire en cilindro del empujador	Vista, tacto
Operador	3 días	Verificación de nivel unidad de lubricación del sistema de aire comprimido, reponer si es necesario	Vista, tacto
operador	7 días	Verificación de alineación y ajuste de Reflejante	llaves en general
Electromecánico	15 días	Prueba del sistema de seguridad	Multímetro, llaves en general

6.5.2 Mantenimiento recomendado al sistema mesa de entrada / bastidor.

Tabla 32. Plan mantenimiento sistema mesa de entrada.

QUIEN EJECUTA	FRECUENCIA	ACTIVIDAD / CONDICION	MEDICION HERRAMIENTAS ACCION
Operador	7 días	Verificación de ajuste de tensión de cadena	pinzas, llaves en general
Operador	15 días	Verificación de desgaste en chumacera/rodamientos	Vista, tacto
Electromecánico	15 días	Verificación de estado de cadenas piñones, cambio si es necesario	Vista, tacto, llaves en general
Electromecánico	7 días	Verificación y Ajuste de tornillería	pinzas, llaves en general
Electromecánico	15 días	Verificación de nivelación respecto a los demás componentes	Nivel, herramientas en general
Electromecánico	15 días	Verificación de estado de ejes y porta rodamientos	pie de rey, micrómetro
Electromecánico	7 días	Soplado y limpieza de sistema eléctrico en general	Soplador, limpiadores eléctricos /electrónicos
Electromecánico	7 días	Lubricación de chumaceras-rodamientos elementos móviles según tabla de lubricación adjunta	Engrasadores, recipientes lubricadores

6.5.3 Mantenimiento recomendado al sistema cabezal de apriete.

Tabla 33. Plan mantenimiento sistema cabezal de apriete.

QUIEN EJECUTA	FRECUENCIA	ACTIVIDAD /CONDICION	MEDICION HERRAMIENTAS ACCION
Operador	7 días	Lubricar chumacera según tabla de lubricación	Engrasadores, waipers, liquido limpiador
Electromecánico	15 días	Verificar y controlar desgaste de chumaceras	Pie de rey, micrometro
Electromecánico	7 días	Inspeccion y Verificacion del buen estado de todos los equipos del sistema neumatico	Herramientas menores, Vista, tacto
Electromecánico	3 días	Verificacion y corrección de posibles fugas del sistema neumatico	Herramientas menores, Vista, tacto
Electromecánico	3 días	Verificacion del nivel de unidades de lubricación del sistema neumatico, reponer nivel si es necesario	Herramientas menores, vista, tacto
Electromecánico	15 días	Verificacion de nivelación respecto a los demás componentes	Nivel, herramientas en general
Electromecánico	7 días	Verificacion y ajuste de tornillería	Llaves en general
Electromecánico	7 días	Soplado y limpieza de sistema eléctrico en general	Soplador, limpiadores eléctricos /electrónicos

6.5.4 Mantenimiento recomendado al sistema cabezal de apriete.

Tabla 34. Plan mantenimiento sistema mesa de salida.

QUIEN EJECUTA	FRECUENCIA	ACTIVIDAD /CONDICION	MEDICION HERRAMIENTAS ACCION
Operador	7 días	Verificacion de ajuste de tensión de cadena	pinzas, llaves en general
Operador	15 días	Verificacion de desgaste en chumacera/rodamientos	Vista, tacto
Electromecánico	15 días	Verificacion de estado de cadenas piñones, cambio si es necesario	Vista, tacto, llaves en general
Electromecánico	7 días	Verificacion y Ajuste de tornillería	pinzas, llaves en general
Electromecánico	15 días	Verificacion de nivelación respecto a los demás componentes	Nivel, herramientas en general
Electromecánico	15 días	Verificacion de estado de ejes y porta rodamientos	pie de rey, micrometro
Electromecánico	7 días	Soplado y limpieza de sistema eléctrico en general	Soplador, limpiadores eléctricos /electrónicos
Electromecánico	7 días	Lubricación de chumaceras-rodamientos elementos móviles según tabla lubricación adjunta	Engrasadores, recipientes lubricadores

7. CONCLUSION

Al concluir este trabajo mediante el principio de Pareto, la maquina paletizadora de cajas en la línea 2 de producción en la empresa Coca-Cola FEMSA, se puede concluir lo siguiente:

- Se logro recopilar la información de los tiempos muertos del equipo paletizadora de cajas de la línea 2 en la planta barranquilla de coca cola Femsa, por medio del software de procesamiento de datos llamado SAP PM, determinados en el tiempo de un año concordado entre el 21 de agosto del 2017 al 21 de agosto del 2018.
- El documento descrito muestra herramientas como diagrama de Pareto para determinar el 20% de fallos que ocurren en la paletizadora que impacta el 80% de la eficiencia del equipo, como resultado los sistemas más críticos son: sistema de eléctrico, sistema mesa de entrada, sistema cabezal y sistema mesa formadora.
- Con los datos recopilados de SAP PM se aplicaron las fórmulas de gestión del mantenimiento y se determinó que el tiempo muerto total del equipo fue de 70,60 horas, la cantidad de fallos fueron de 283 averías, el tiempo medio de reparación de 14,4 minutos, el tiempo medio entre falla de 30,28 horas, la tasa de fallos es de 3%, la disponibilidad es de 99,21%.
- los valores calculados muestran que el impacto del equipo fuera de servicio por fallos no es tan alto, pero para la compañía como Coca-Cola cada minuto que pasa pierden 500 botellas que dejan de producir. Se identificaron los sistemas y subsistemas de la paletizadora de cajas.

➤ Se crea las actividades para la propuesta del plan de mantenimiento para el sistema eléctrico, sistema mesa de entrada, sistema cabezal y sistema mesa formadora.

BIBLIOGRAFÍA

ACMI. Manual de repuestos. M, Mexico D.F., Mexico, 2011.

Auto pack. Catalogo bastidor paletizadora carballo línea 2 planta Barranquilla. Bogota, Colombia, 2011.

Auto pack. Catalogo cabezal de uñas 1.25 Litros línea 2 Coca-Cola planta Barranquilla. Bogota, 2011.

Auto pack. Catalogo Paletizadora treviso Austral Coca-Cola FEMSA - Planta Barranquilla. Bogota, 2011.

EDUARDO GOMEZ. Componente central de SAP ERP (SAP ECC).[En línea][Recuperado el 10 de Enero de 2019], Disponible en: <https://www.cipherbsc.com/sap-erp-central-component-erp-ecc/>

EDUARDO GOMEZ. Modulo SAP ECC. [En línea][Recuperado el 10 de Enero de 2019], Disponible en: <http://www.cipherbsc.com/sap-ecc-modules/>

Coca-cola Femsa. Layout planta Coca-Cola Barranquilla línea 2. Barranquilla, Atlantico, Colombia, 2014.

FEMSA. Quienes somos. [En línea][Recuperado el 28 de Julio de 2018], Disponible en: <http://www.femsa.com/es/conoce-femsa/nuestro-origen/quienes-somos/>

Guerri, Marta. Psicoactiva. . [En línea][Recuperado el 10 de Enero de 2019], Disponible en: <https://www.psicoactiva.com/blog/principio-pareto-la-regla-del-8020/>

Martin, E. SAP PM: Mantenimiento de planta. [En línea][Recuperado el 24 de Enero de 2019], Disponible en: <https://orekait.com/blog/sap-pm-mantenimiento-de-planta/>

MARTINEZ OLMOS, Steven. Plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa Industrias Plasticas del Norte Ltda. Tesis de Ingeniero Mecanico: Universidad Tecnológica de Bolívar, 2006, p. 22-48.

MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM II ed. Español. Asheville: Aladon, 2004. Pág. 7

SEW EURODRIVE. Manual zz. [En línea][Recuperado el 12 de Diciembre de 2018], Disponible en: <https://manualzz.com/doc/5460384/3---sew-eurodrive>

WIKIPEDIA. Paletizado. [En línea][Recuperado el 14 de Febrero de 2019], Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Paletizado>

WIKIPEDIA. Paletizado. [En línea][Recuperado el 14 de Febrero de 2019], Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Paletizado_autom%C3%A1tico