

**MODELO DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)
PARA LA LLENADORA K 132 805**

**HUGO ARMANDO BENAVIDES SIERRA
CARLOS ALBERTO PEREZ MEJÍA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2018

**MODELO DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)
PARA LA LLENADORA K 132 805**

**HUGO ARMANDO BENAVIDES SIERRA
CARLOS ALBERTO PEREZ MEJÍA**

**Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de mantenimiento**

**Director
DANIEL ORTIZ RUIZ
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2018

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	14
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	16
1.1 HISTORIA	16
1.2 MISIÓN Y VISIÓN	18
1.3 SERVICIOS DE LA ORGANIZACIÓN	19
1.4 ORGANIGRAMA	20
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	21
2.1 ANTENCEDENTES	21
2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	21
2.3 JUSTIFICACIÓN	23
3. OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	24
4. MARCO TEORICO	25
4.1 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	25
4.1.1 Mantenimiento Correctivo	26
4.1.2 Mantenimiento Preventivo	27
4.1.3 Mantenimiento Predictivo	28
4.1.4 Mantenimiento Cero Horas (Over-haul)	29
4.1.5 Mantenimiento En Uso	29
4.2 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)	30
4.2.1 Beneficios del RCM	30
4.2.2 Inicios del RCM	30
4.2.3 Fallas funcionales	32
4.2.4 Modos de falla	32

4.2.5 Siete preguntas del RCM.....	33
5. ESTADO ACTUAL DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	35
5.1 EQUIPOS QUE INTERVIENE EL AREA DE MANTENIMIENTO	37
5.2 GASTOS DE MANTENIMIENTO	40
5.3 GRUPO DE TRABAJO	41
5.4 INFRAESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO.....	42
5.5 CONTROL DOCUMENTAL	43
6. LLENADORA K132 805.....	44
6.1 DESCRIPCIÓN	44
6.2 SISTEMAS DE LA LLENADORA K132 805.....	45
6.2.1 Sistema de llenado	46
6.2.2 Sistema de sujeción por el cuello.....	56
6.2.3 Sistema Tablero de potencia y control.....	58
6.3 FALLAS FUNCIONALES	59
6.3.1 Fallas funcionales del terminal de válvulas y red de tuberías.	61
6.3.2 Fallas funcionales del carrusel de llenado	65
6.3.3 Fallas funcionales Estrellas de transferencia	69
6.3.4 Fallas funcionales Tablero de potencia y control	71
6.4 MODOS DE FALLA	73
6.4.1 Modos de falla del terminal de válvulas y red de tuberías.....	74
6.4.2 Modos de falla del carrusel de llenado.....	78
6.4.3 Modos de falla Estrellas de transferencia	82
6.4.4 Modos de falla Tablero de potencia y control.....	84
6.5 HOJAS DE DECISIONES	86
6.6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	97
7. CONCLUSIÓN.....	100
BIBLIOGRAFIA.....	102
ANEXOS.....	104

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Pentágono Estratégico	18
Ilustración 2. Portafolio de productos.....	19
Ilustración 3. Organigrama.....	20
Ilustración 4. Proceso de mantenimiento	36
Ilustración 5. Flujo de trabajo	37
Ilustración 6. Organigrama área de mantenimiento maquinaria	42
Ilustración 7. Llenadora K132 805	45
Ilustración 8. Panel neumático	46
Ilustración 9. Separador de agua.....	47
Ilustración 10. Secador de aire comprimido.....	48
Ilustración 11. Filtro estéril	48
Ilustración 12. Válvula reguladora de producto.....	49
Ilustración 13. Colector de suciedad.....	50
Ilustración 14. Sistema de lubricación.....	51
Ilustración 15. Estación de llenado	53
Ilustración 16. Distribuidor de aire superior.....	54
Ilustración 17. Distribuidor de producto.....	55
Ilustración 18. Control de estaciones de llenado.....	56
Ilustración 19. Columnas con estrellas de sujeción	57
Ilustración 20. Servomotores	58
Ilustración 21. Armario eléctrico.....	59
Ilustración 22. Hoja de Decisión RCM.	87
Ilustración 23. Hoja de ruta plan de Mantenimiento	97
Ilustración 24. Formato hoja de Inspección Anterior	98

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Equipos del área de mantenimiento maquinaria	37
Tabla 2. Ejecución Presupuestal del 2013 hasta 2016	40
Tabla 3. Gastos de mantenimiento de llenadora K132 805	41
Tabla 4. Control documental	43
Tabla 5. Sistemas de llenadora.....	45
Tabla 6. Sistema de lubricación principal.....	50
Tabla 7. Componentes Cono de válvula	51
Tabla 8. Componentes Fondo de válvula	52
Tabla 9. Componentes conducto	52
Tabla 10. Componentes Bloque de válvulas.....	52
Tabla 11. Distribuidor de aire superior	53
Tabla 12. Distribuidor de producto	55
Tabla 13. Componente Columnas con estrella de sujeción	56
Tabla 14. Componente Servomotores	57
Tabla 15. Histórico de fallas.....	60
Tabla 16. Fallas funcionales colector de suciedad.....	61
Tabla 17. Fallas funcionales válvula reguladora de producto	61
Tabla 18. Fallas funcionales filtro estéril	62
Tabla 19. Fallas funcionales secador de aire comprimido	63
Tabla 20. Fallas funcionales unidad de mantenimiento/separador de agua	64
Tabla 21. Fallas funcionales estaciones de llenado	65
Tabla 22. Fallas funcionales distribuidor de aire superior	65
Tabla 23. Fallas funcionales distribuidor de producto	66
Tabla 24. Fallas funcionales control de las estaciones de llenado.....	66
Tabla 25. Fallas funcionales accionamiento principal (servomotor).....	67

Tabla 26. Fallas funcionales sistema de lubricación principal.....	68
Tabla 27. Fallas funcionales columnas con estrellas de sujeción	69
Tabla 28. Fallas funcionales servomotores.....	70
Tabla 29. Fallas funcionales Acopos	71
Tabla 30. Fallas funcionales PLC	72
Tabla 31. Fallas funcionales componentes del sistema interfaz A-SI	73
Tabla 32. Modos de falla colector de suciedad.....	74
Tabla 33. Modos de falla válvula reguladora de producto.....	75
Tabla 34. Modos de falla filtro estéril	75
Tabla 35. Modos de falla secador de aire comprimido.....	76
Tabla 36. Modos de falla unidad de mantenimiento/separador de agua.....	77
Tabla 37. Modos de falla estaciones de llenado	78
Tabla 38. Modos de falla distribuidor de aire superior	78
Tabla 39. Modos de falla distribuidor de producto	79
Tabla 40. Modos de falla control de las estaciones de llenado	79
Tabla 41. Modos de falla accionamiento principal (servomotor)	80
Tabla 42. Modos de falla sistema de lubricación principal	81
Tabla 43. Modos de falla columnas con estrellas de sujeción	82
Tabla 44. Modos de falla servomotores	83
Tabla 45. Modos de falla Acopos.....	84
Tabla 46. Modos de falla PLC.....	85
Tabla 47. Modos de falla componentes del sistema interfaz A-SI.....	86
Tabla 48. Evaluación mantenimiento para fallas en el terminal de válvulas y red de tuberías.....	89
Tabla 49. Evaluación mantenimiento para fallas en el carrusel de llenado.....	91
Tabla 50. Evaluación mantenimiento para fallas en las estrellas de transferencia	94
Tabla 51. Evaluación mantenimiento para fallas en el tablero de potencia y control	95

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. ESQUEMA DE LLENADORA K132 805	104
ANEXO B. MODULO DE MANTENIMIENTO SAP PM.....	105

RESUMEN

TITULO: MODELO DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM) PARA LA LLENADORA K132 805*

AUTORES: HUGO ARMANDO BENAVIDES SIERRA
CARLOS ALBERTO PÉREZ MEJÍA**

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento, RCM, confiabilidad, llenadora.

DESCRIPCIÓN:

Gaseosas Posada Tobón es una compañía que ha dejado huella en Colombia gracias a su innovación, visión de negocios, capacidad de adaptación y transformación, condiciones que le permiten mantener el liderazgo con compromiso, sostenibilidad y con el desarrollo del país, cuenta con la mayor participación de mercado en la industria de las bebidas no alcohólicas en Colombia y es la empresa con capital 100% colombiano más grande en ingresos en este sector.

Cuenta con varias líneas de producción que están compuestas por maquinaria de alta capacidad, siendo estas en su mayoría de fabricación alemana, marca Krones permitiéndole así cumplir con cada una de las categorías en las que participa como son: gaseosas, aguas, jugos, hidratantes, energizantes y té.

La llenadora K132 805 compone una de las fases fundamentales en el proceso de producción, llenado de envases vacíos, teniendo la necesidad de ser una etapa con alta capacidad y velocidad y además brindando una alta confiabilidad, pero actualmente las prácticas de mantenimiento arrojan una baja confiabilidad debido a que solamente se ejecutan actividades correctivas al momento de la falla de algún componente y rutinas de lubricación y limpieza periódicas.

Con el fin de brindar siempre al mercado productos con calidad e inocuidad se hace indispensable aplicar a la línea de producción específicamente a la llenadora K 132 805 un modelo de mantenimiento centrado en confiabilidad empleando nuevas prácticas de mantenimiento que darán como resultado mayor confiabilidad en el equipo y a su vez permitirá minimizar los tiempos perdidos, mejorando los tiempos medios entre reparación (MTBR) y los tiempos medios entre fallas (MTBF).

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Daniel Ortiz Plata

ABSTRACT

TITLE: RELIABILITY-CENTRIFIED MAINTENANCE MODEL (RCM) FOR THE FILLER K132 805*

AUTHORS: HUGO ARMANDO BENAVIDES SIERRA
CARLOS ALBERTO PÉREZ MEJÍA**

KEY WORDS: Maintenance, RCM, reliability, filler.

DESCRIPTION:

Gaseosas Posada Tobón is a company that has left its mark in Colombia thanks to its innovation, business vision, adaptability and transformation, conditions that allow it to maintain the leadership with commitment, sustainability and with the development of the country, has the largest participation market in the non-alcoholic beverage industry in Colombia and is the company with the largest 100% Colombian capital in revenues in this sector.

It counts on several production lines that are composed by machinery of high capacity being these in the majority of German manufacture, brand Krones allowing to him thus to fulfill each of the categories in which it participates as they are, soda, waters, hydrating, energizing and tea.

The K132 805 filler composes one of the fundamental phases in the production process, filling empty containers, having the need to be a stage with high capacity and speed and also providing a high reliability, but currently the maintenance practices show a low reliability as only corrective activities are performed at the time of component failure and periodic lubrication and cleaning routines.

In order to always provide products with quality and safety to the market, it is essential to apply to the production line specifically to the K 132 805 filler a maintenance model focused on reliability using new maintenance practices that will result in greater reliability in the equipment and in turn will allow to minimize the lost times, improving the average times between repairs (MTBR) and the time between failures (MTBF).

* Project of grade.

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Specialization in Maintenance Management. Director: Daniel Ortiz Plata

INTRODUCCION

Siendo el mantenimiento una de las áreas más importantes y con gran proyección en las industrias, debe evolucionar a la medida en que la tecnología de sus equipos avanza. En los últimos años el auge de las compañías ha crecido significativamente a tal punto que poseen equipos autómatas programables o con tecnología de punta y continuo desarrollo, para ello la importancia de la gestión de mantenimiento se hace imprescindible y se basa en mitigar todos los problemas a los cuales las empresas se enfrentan diariamente en sus equipos industriales y a las consecuencias que estos arrojan.

Hoy día para una compañía es necesario la implementación de programas de mantenimiento que brinden a sus equipos mayor fiabilidad, y seguridad tanto a la misma maquinaria como a todo el personal involucrado en su mantenimiento o manipulación. La gestión de mantenimiento, brinda políticas de mantenimiento correctivo y preventivo con el fin de solucionar desperfectos en los equipos y prevenir complicaciones a causa del deterioro o pérdidas de funcionalidad.

Esta monografía será basada en implementar una filosofía que provee justamente ese esquema de trabajo, denominada RCM o Mantenimiento centrado en la confiabilidad (Reliability Centred Maintenance) a la llenadora K 132-805, dando como resultado una transformación en la planta, el personal del área de mantenimiento maquinaria, producción y de los demás involucrados.

Se desarrollará un estudio detallado de cada uno de los sistemas y subsistemas de dicho equipo, para identificar cuáles de éstos son los que presentan mayor número de fallas, apoyados en un análisis de modo de falla y efecto AMEF, soportado en los registros históricos de las fallas y recomendaciones del

fabricante, para finalmente establecer un plan de mantenimiento confiable y sostenible en el tiempo.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1 HISTORIA¹

Un 11 de octubre de 1904 nació la sociedad Posada & Tobón, dando paso así a un camino de éxito que hoy nos permite ser la compañía líder de Colombia en bebidas. Aprovechando sus conocimientos de química y farmacéutica, los fundadores de la compañía se embarcaron en el sueño de emular la gaseosa inglesa Jewsbury & Brown, bebida importada que se comercializaba en el país. Al poco tiempo, en 1911, la Kola Champaña, primera bebida creada por Valerio Tobón se puso de moda en la ciudad, no faltó en las cantinas, los clubes, las casas, los hoteles, los bailes y las fiestas, ganándose su espacio en la vida de los colombianos.

Mil pesos y una fábrica ubicada entre las calles Colombia y Sucre, en el centro de Medellín, más sucursales dos años después (1906) en Manizales y Cali, representaron el crecimiento inicial de la compañía. En 1917, la compañía introdujo al mercado el agua Cristal. Agua embotellada, toda una novedad, más aún si se tiene en cuenta que en su proceso de producción se usaban equipos de filtración y rayos ultravioleta. Su lema resumía la esencia del producto: “Agua absolutamente pura e higiénica”. Un año más tarde nació Bretaña, un mezclador para acompañar los mejores momentos. Aún Bretaña conserva ese espíritu y se mantiene como un ícono de los productos exitosos de la compañía. Con Bretaña llegó también la tapa corona, aportándole estilo, protección y durabilidad a la bebida.

¹ POSTOBON Quienes somos [en línea] disponible en: <http://nosotrospostobon:85/Paginas/default.aspx>

En 1924, una de las bebidas de la compañía, Freskola, ganó la “Medalla de Oro Gran Cruz” en la Exposición Internacional de Roma, máxima y única distinción entregada en este certamen que captaba la atención universal. Con el tiempo, la Sociedad Posada & Tobón logró pactos comerciales con Gaseosas Colombiana y Gaseosas Lux, competidores de la época. Gracias a esos pactos, las marcas Postobón, Colombiana y Lux, podían producirse en cualquiera de las plantas de las tres compañías, permitiendo así la cobertura nacional. Así fueron los inicios de Postobón, pero la transformación de la compañía se dio de la mano de una persona trascendental no solo para la empresa, sino también para el desarrollo empresarial colombiano: Carlos Ardila Lülle.

La llegada de Carlos Ardila Lülle.

En 2009 se inauguró en Yumbo, Valle, la planta de producción de bebidas más grande y moderna del país, ubicada estratégicamente en una zona de gran proyección industrial, con una ubicación geográfica clave. Gracias a la planta de Yumbo, la logística de la compañía cambió, haciendo que la cadena de abastecimiento fuera más eficiente y estratégica.

En 2011, se inauguró la planta Hipinto Piedecuesta, ubicada en el municipio que lleva el mismo nombre en Santander, aportando un gran desarrollo al departamento cuna del doctor Ardila Lulle.

Un año después, en 2012, entró en operación la planta de Postobón Malambo.

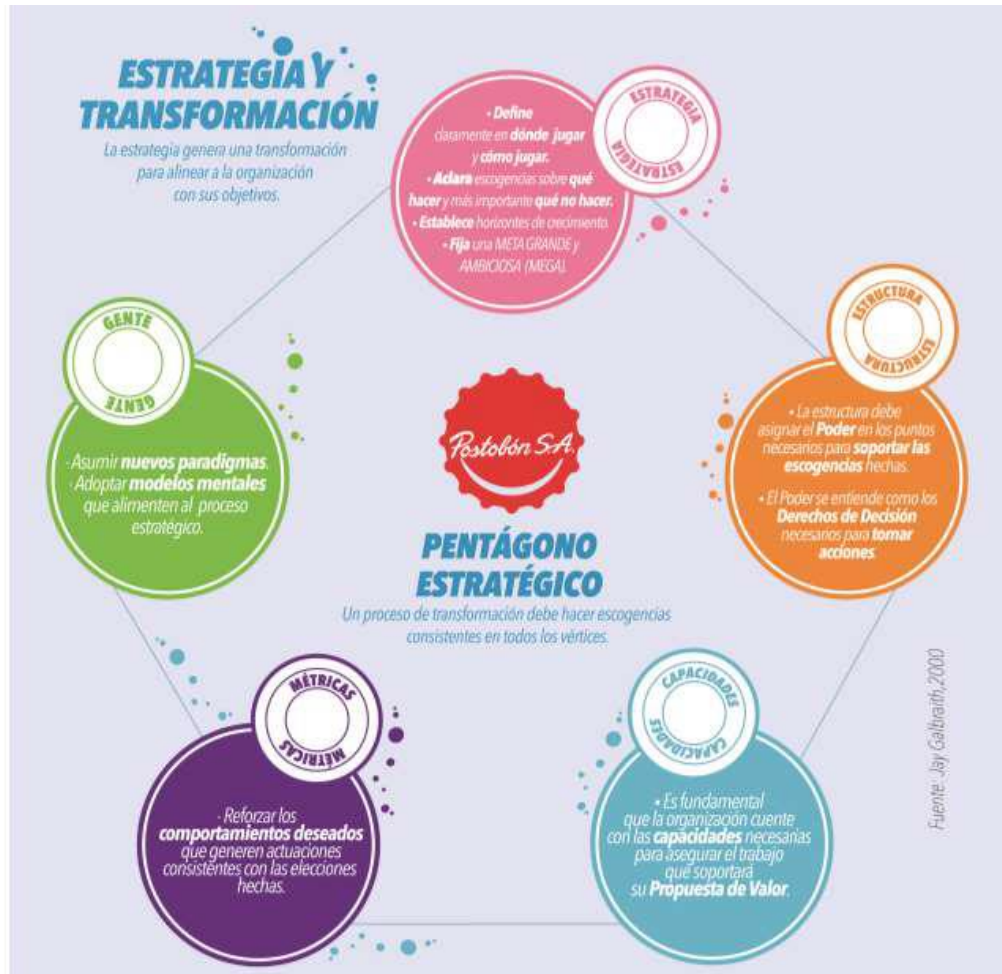
Esta triada de mega-plantas con alta capacidad de producción, sumadas a la eficiencia de los demás centros productores con los que se cuenta en el país, da la posibilidad de mantener el liderazgo y, obviamente, crecer, asumiendo una serie de retos basados en las sinergias entre las áreas y en el mejoramiento continuo de procesos, siempre teniendo un propósito en la mente: Ganar.

1.2 MISIÓN Y VISIÓN²

La misión y visión de Postobón según el direccionamiento estratégico de la compañía en una MEGA, que es una meta poderosa y retadora: “Para el 2024 cuadruplicar sus ingresos”.

El logro de la MEGA se fundamenta en el pentágono estratégico

Ilustración 1. Pentágono Estratégico



Fuente: POSTOBON Quienes somos [en línea] disponible en: <http://nosotrospostobon:85/Paginas/default.aspx>

² *Ibíd.*

1.3 SERVICIOS DE LA ORGANIZACIÓN³

Es una compañía de productos no alcohólicos, posee un extenso portafolio.

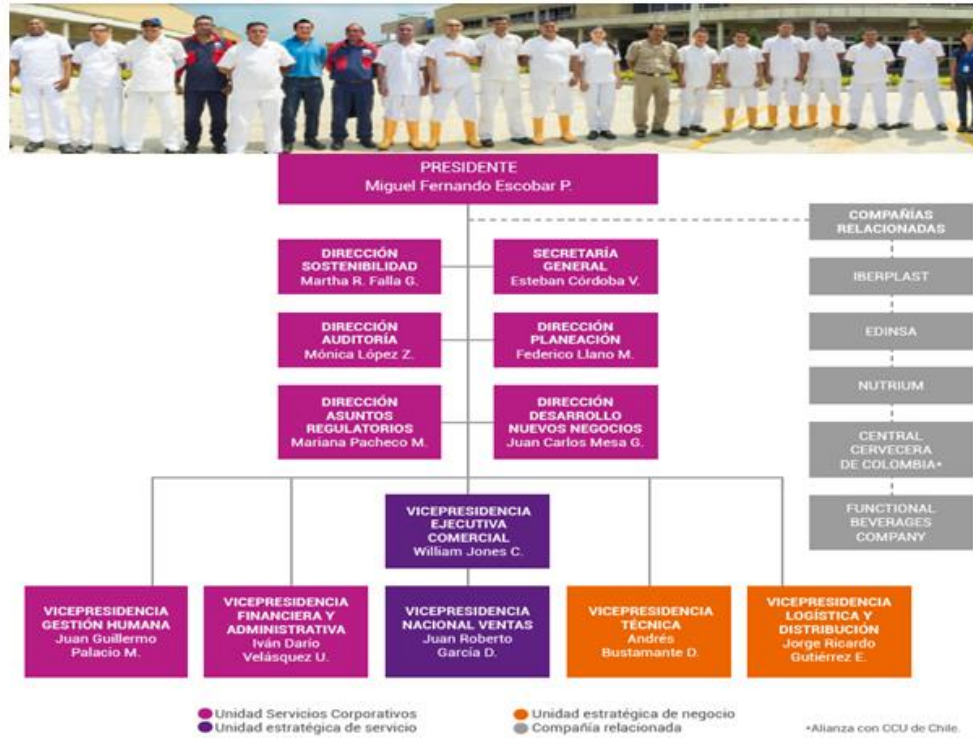
Ilustración 2. Portafolio de productos



³ Ibíd.

1.4 ORGANIGRAMA⁴

Ilustración 3. Organigrama



⁴ Ibíd.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

2.1 ANTENCEDENTES

Actualmente la compañía Gaseosas Postobón se apoya en sus operaciones utilizando el software SAP y concretamente en las labores de mantenimiento a través del módulo PM que se emplea en la programación de las actividades del día a día, con esta herramienta, se supervisa los procesos que se llevan a cabo cuyo fin es realizar trazabilidad de los recursos humanos, locativos, instrumentales y outsourcing entre otros, que se destinan en las tareas de reparación, preventivas o proactivas de un equipo; todo esto queda sintetizado a través de una orden de mantenimiento cuyo documento recopila toda la información necesaria para un análisis posterior con el propósito de retroalimentar las fortalezas y las oportunidades de mejora en el proceso.

2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

Gaseosas Postobón es una empresa líder en la producción de bebidas, cuenta con la mayor participación de mercado en la industria de las bebidas no alcohólicas en Colombia y es la empresa con capital 100% colombiano más grande en ingresos en este sector. Actualmente, participa en categorías como gaseosas, aguas, jugos, hidratantes, energizantes y té, contando con un portafolio de más de 35 marcas y 250 referencias.

La planta Postobón Malambo cuenta con 12 líneas de producción con una capacidad máxima de envasado de 90.000.000 cajas/año.

Dichas actividades se realizan con 300 personas vinculadas directamente al proceso productivo, divididas en los departamentos de Producción, Calidad y Maquinaria.

Para cumplir con el volumen total de producción diario la línea 6 de fabricación alemana, marca Krones, debe envasar 18.000.000 cajas/año, representando un 20% de la producción total de la planta, operada bajo un esquema de mantenimiento autónomo. El equipo principal y que más criticidad representa para el proceso es la llenadora K 132 805.

Ahora bien, dicha llenadora no cuenta con un modelo de mantenimiento preventivo idóneo, ocasionando continuas fallas mecánicas y eléctricas que impiden el cumplimiento del programa de producción en el tiempo estipulado. Este equipo normalmente opera siete (7) días a la semana 24 horas, incluyendo ocho (8) horas de limpieza y ocho (8) horas de mantenimiento, con una eficiencia mecánica del 80% afectando el cumplimiento del plan de producción.

El presente proyecto desarrolla un modelo de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), con el cual se espera que permita aumentar la eficiencia mecánica en un 10% para lograr el 90%; por ser un equipo de última tecnología y por el estándar establecido por la compañía el 90% es la eficiencia mecánica mínima exigida, para disminuir las paradas no programadas y los sobrecostos por reparaciones de emergencia, buscando también aumentar la disponibilidad de los equipos.

Con el desarrollo del RCM se identificarán actividades de mantenimiento que no se tenían contempladas, ya que estudiaremos la máquina funcionalmente y las posibles fallas que pueden generar la pérdida de estas funciones, al igual que realizar un AMEF.

$$Efic. Mca = \left[\frac{Producción Neta}{Velocidad \times (Tiempo Producción - Tiempo Extramecánico)} \right] \times 100$$

Tiempo extramecánico: Tiempo perdido por causas diferente a las máquinas.

2.3 JUSTIFICACIÓN

Actualmente en la llenadora K132 805 solo se ejecutan actividades correctivas al momento de la falla de algún componente, adicionalmente las rutinas de lubricación y limpieza. Esta práctica de mantenimiento conlleva a una disponibilidad de los equipos inferior al 90% y el no cumplimiento de la eficiencia mecánica y de producción, generando sobrecostos por materiales, materia prima, mano de obra y eventualmente transportar productos desde otras plantas, que pueden llegar a encarecer el producto final en un 15%. Por tal motivo se requiere un modelo de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) que permita aumentar dicha disponibilidad y cumplimiento de indicadores.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un Modelo de Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para la llenadora K132 805, buscando aumentar su disponibilidad al estándar exigido por la compañía, debido que la línea 6 en la que está instalada representa el 20% de la producción total de la planta.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar todos los sistemas y subsistemas que componen el equipo.
- Analizar cuáles son los sistemas y subsistemas que presentan mayor número de fallas en el equipo.
- Realizar un análisis de modo de falla y efecto AMEF de los sistemas y subsistemas soportado en los registros históricos de las fallas y recomendaciones del fabricante.
- Identificar potencialidades de aplicación del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) en equipos similares de la compañía.

4. MARCO TEORICO

4.1 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

La época actual, debido a las consideraciones demandadas por el mercado, se encuentra en un estado de transición en la que la Excelencia es considerada parte del producto, por ello sería inconcebible que el Mantenimiento, siendo función importante de apoyo a la Producción, y por ende parte de la Organización Empresarial, no la tuviera. Eventualmente, las Empresas tienen latente el reto de cómo mejorar sus actividades de Gestión del Mantenimiento para ser más sostenibles. Es importante recordar que la sostenibilidad incorpora dos factores: el ambiente y la subsistencia de la Organización, aunado al indisociable compromiso social.⁵

Entendemos por Gestión del Mantenimiento, la realización de diligencias encaminadas a determinar, organizar y administrar los recursos del mantenimiento, con el objeto de lograr la más alta disponibilidad de los equipos con sano criterio económico⁶.

Es importante recordar, que las funciones del mantenimiento cubren dos dimensiones: la primera está formada por las funciones primarias que son las que justifican el sistema de mantenimiento implementado en una empresa, como un conjunto de elementos que generan valor, claramente definido por el objetivo de asegurar la disponibilidad planteada al menor costo posible, dentro de las

⁵ BECERRA, Fabiana. Gestión del mantenimiento. [en línea] disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/GestionBecerra.pdf>)⁶ GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 28.

⁶ GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 28.

recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes y de las normas de seguridad, para salvaguardar a la empresa de los fallos y sus consecuencias en la producción, contribuyendo también a la eficacia económica dentro de su función productiva. En segundo lugar, se encuentran las funciones secundarias como consecuencia de las características particulares de cada empresa, que demandan acciones prioritarias en distintas áreas como los inventarios de materiales y de medios específicos (para el desarrollo de los trabajos como las herramientas, instrumentos de medida, entre otros), además, de la capacitación de recursos humanos y el desarrollo de los programas de mantenimiento, con el fin de reducir las restricciones que optimizan la Gestión.⁷

⁸Tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

4.1.1 Mantenimiento Correctivo Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción. La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo

⁷ Becerra, Fabiana. Gestión del mantenimiento. [en línea] disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/GestionBecerra.pdf>

⁸ GARCIA G; Santiago. Tipos de mantenimiento. [en línea] disponible en: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tiposdemantenimiento.html>

necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado. La distinción entre correctivo programado y correctivo no programado afecta en primer lugar a la producción. No tiene la misma afección el plan de producción si la parada es inmediata y sorpresiva que si se tiene cierto tiempo para reaccionar. Por tanto, mientras el correctivo no programado es claramente una situación indeseable desde el punto de vista de la producción, los compromisos con clientes y los ingresos, el correctivo programado es menos agresivo con todos ellos.⁹

El mantenimiento correctivo como base del mantenimiento tiene algunas ventajas indudables: – No genera gastos fijos – No es necesario programar ni prever ninguna actividad – Sólo se gasta dinero cuando está claro que se necesita hacerlo – A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico – Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos¹⁰

4.1.2 Mantenimiento Preventivo Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones, tales como; Reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc. Hechas en períodos de tiempos por calendario o uso de los equipos. (Tiempos dirigidos). El mantenimiento preventivo podrá en un futuro ser potencialmente mejorado por

⁹ RENOVETEC. Mantenimiento correctivo. Organización y gestión de la reparación de averías. Pág7.

¹⁰ Ibíd. Pág9.

medio de la incorporación de un programa de Mantenimiento Predictivo. Dentro del mantenimiento planeado se contempla el mantenimiento predictivo. El Mantenimiento Correctivo se utilizará como la acción que emana de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo (Tiempos dirigidos y Condiciones dirigidas de los equipos).¹¹

4.1.3 Mantenimiento Predictivo Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

La mayoría de modos de fallo de la maquinaria tienen una evolución lenta. Desde sus etapas incipientes, los fallos en desarrollo emiten mensajes en forma de vibración, ultrasonidos, etc. que son descifrados por los analistas predictivos para determinar el estado de los activos críticos y encontrar el momento óptimo para su reparación.

El diagnóstico predictivo de maquinaria se desarrolla en la industria en la década que va desde mediados de los ochenta a mediados de los noventa del siglo XX. Actualmente, la estrategia predictiva se aplica a la maquinaria crítica en aquellas plantas que cuentan con programas de optimización del mantenimiento. El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar los modos de fallo potenciales de los equipos productivos. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad

¹¹ MANTENIMIENTO PLANIFICADO Mantenimiento preventivo [en línea] disponible en: <http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>

de equipos al mínimo costo. Desde el punto de vista técnico, una actividad de mantenimiento será considerada como predictiva siempre que se den ciertos requisitos:

- La medida sea no intrusiva, es decir, que se realice con el equipo en condiciones normales de operación.
- El resultado de la medida pueda expresarse en unidades físicas, o también en índices adimensionales correlacionados.
- La variable medida ofrezca una buena repetitividad.
- La variable predictiva pueda ser analizada y/o parametrizada para que represente algún modo típico de fallo del equipo, es decir, ofrezca alguna capacidad de diagnóstico.¹²

4.1.4 Mantenimiento Cero Horas (Over-haul) Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca algún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

4.1.5 Mantenimiento En Uso Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).

¹² BALLESTEROS R; Francisco. La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial. Pag2.

4.2 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

4.2.1 Beneficios del RCM La implementación del RCM debe llevar a equipos más seguros y confiables, reducciones de costos (directos e indirectos), mejora en la calidad del producto, y mayor cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente. El RCM también está asociado a beneficios humanos, como mejorar en la relación entre distintas áreas de la empresa, fundamentalmente un mejor entendimiento entre mantenimiento y operaciones.¹³

4.2.2 Inicios del RCM El mantenimiento basado en confiabilidad (RCM) tuvo sus inicios con el propósito de ayudar a las líneas aéreas en la creación del sistema de mantenimiento de los nuevos aviones antes de iniciar su funcionamiento; Es por ello que el RCM es catalogado como una herramienta ideal para diseñar planes de mantenimiento para equipos de gran complejidad además por medio de la aplicación de RCM en los procesos se logra disminuir costosos errores al momento de desarrollar planes de mantenimiento.

Considerando los cambios constantes en el mundo del mantenimiento, las nuevas técnicas que día a día se presentan y por tanto nuevas fallas en las maquinas el mantenimiento basado en confiabilidad permite innovar en estrategias o enfoques de la función de mantenimiento.

Históricamente, el mantenimiento ha evolucionado a través de tres generaciones. Veremos como el RCM es la piedra angular de la Tercera Generación. Sin embargo, la Tercera Generación puede verse solamente en la perspectiva de la Primera y Segunda Generación.

¹³ FIBERTEL Juan. *RCM – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. [en línea] disponible en: <https://www.gestiopolis.com/rcm-mantenimiento-centrado-en-confiabilidad/>

La Primera Generación

La Primera Generación cubre el periodo hasta la II Guerra Mundial. En esos días la industria no estaba muy mecanizada, por lo que los periodos de paradas no importaban mucho. La maquinaria era sencilla y en la mayoría de los casos diseñada para un propósito determinado. Esto hacía que fuera fiable y fácil de reparar. Como resultado, no se necesitaban sistemas de mantenimiento. Complicados, y la necesidad de personal calificado era menor que ahora.

La Segunda Generación

Durante la Segunda Guerra Mundial las cosas cambiaron drásticamente. Los tiempos de la Guerra aumentaron la necesidad de productos de toda clase mientras que la mano de obra industrial bajó de forma considerable. Esto llevó a la necesidad de un aumento de mecanización. Hacia el año 1950 se habían construido máquinas de todo tipo y cada vez más complejas. La industria había comenzado a depender de ellas.

Al aumentar esta dependencia, el tiempo improductivo de una máquina se hizo más latente. Esto llevó a la idea de que los fallos de la maquinaria se podían y debían prevenir, lo que dio como resultado el nacimiento del concepto del mantenimiento preventivo. En el año 1960 esto se basaba primordialmente en la revisión completa del material a intervalos fijos.

El costo del mantenimiento comenzó también a elevarse mucho en relación con los otros costes de funcionamiento. Como resultado se comenzaron a implantar sistemas de control y planificación del mantenimiento. Estos han ayudado a poner el mantenimiento bajo control, y se han establecido ahora como parte de la práctica del mismo.

La Tercera Generación.

Desde mediados de los años setenta, el proceso de cambio en la industria ha cobrado incluso velocidades más altas. Los cambios pueden clasificarse bajo los títulos de nuevas expectativas, nueva investigación y nuevas técnicas.

Nuevas Expectativas: El crecimiento continuo de la mecanización significa que los periodos improductivos tienen un efecto más importante en la producción, costo total y servicio al cliente. Esto se hace más latente con el movimiento mundial hacia los sistemas de producción “justo a tiempo”, en el que los reducidos niveles de stock en curso hacen que pequeñas averías puedan causar el paro de toda una planta. Esta consideración está creando fuertes demandas en la función del mantenimiento.¹⁴

4.2.3 Fallas funcionales Las fallas funcionales o estados de falla identifican todos los estados indeseables del sistema. Por ejemplo, para una bomba dos estados de falla podrían ser “Incapaz de bombear agua”, “Bombea menos de 500 litros/minuto”, “No es capaz de contener el agua”. Notar que los estados de falla están directamente relacionados con las funciones deseadas. Una vez identificadas todas las funciones deseadas de un activo, identificar las fallas funcionales es un problema trivial.¹⁵

4.2.4 Modos de falla Un modo de falla es una posible causa por la cual un equipo puede llegar a un estado de falla.

Por ejemplo, “impulsor desgastado” es un modo de falla que hace que una bomba llegue al estado de falla identificado por la falla funcional “bombea menos de lo

¹⁴ GONZALEZ, Yrmeric. Mantenimiento 1, evolución del mantenimiento. 2011

¹⁵ FIBERTEL Juan *RCM – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. [en línea] disponible en: <https://www.gestiopolis.com/rcm-mantenimiento-centrado-en-confiabilidad/> ¹⁵ RENOVETEC. Plan de mantenimiento basado en RCM. 2013

requerido”. Cada falla funcional suele tener más de un modo de falla. Todos los modos de falla asociados a cada falla funcional deben ser identificados durante el análisis de RCM.

Al identificar los modos de falla de un equipo o sistema, es importante listar la “Causa raíz” de la falla. Por ejemplo, si se están analizando los modos de falla de los rodamientos de una bomba, es incorrecto* listar el modo de falla “falla rodamiento”.

La razón es que el modo de falla listado no da una idea precisa de por qué ocurre la falla. ¿Es por “falta de lubricación”? ¿Es por “desgaste y uso normal”? ¿Es por “instalación inadecuada”? Notar que este desglose en las causas que subyacen a la falla si da una idea precisa de por qué ocurre la falla, y por consiguiente que podría hacerse para manejarla adecuadamente (lubricación, análisis de vibraciones, etc.). (*En algunos casos, sí puede ser adecuado listar el modo de falla como “falla rodamiento”, Según el contexto en el que trabaje el activo) es importante conocer bien el contexto operacional).¹⁶

4.2.5 Siete preguntas del RCM El RCM se centra en la relación entre la organización y los elementos físicos que la componen. Antes de que se pueda explorar esta relación detalladamente, se necesita saber qué tipo de elementos físicos existentes en la empresa, y decidir cuáles son las que deben estar sujetas al proceso de revisión del RCM. En la mayoría de los casos, esto significa que se debe de realizar un registro de equipos completo si no existe ya uno.

A lo largo del proceso se plantean una serie de preguntas clave que deben quedar resueltas:

- ¿Cuáles son las funciones y los estándares de funcionamiento en cada sistema?

¹⁶ (Ibíd./

- ¿Cómo falla cada equipo?
- ¿Cuál es la causa de cada fallo?
- ¿Qué parámetros monitorizan o alertan de un fallo?
- ¿Qué consecuencias tiene cada fallo?
- ¿Cómo puede evitarse cada fallo?
- ¿Qué debe hacerse si no es posible evitar un fallo?¹⁷

En la práctica el personal de mantenimiento no puede contestar a todas estas preguntas por sí mismo. Esto es porque muchas (si no la mayoría) de las respuestas sólo pueden proporcionarlas el personal operativo o el de producción. Esto se aplica especialmente a las preguntas que conciernen al funcionamiento deseado, los efectos de las fallas y las consecuencias de los mismos. Por esta razón, una revisión de los requerimientos del mantenimiento de cualquier equipo debería de hacerse por equipos de trabajo reducidos que incluyan por lo menos una persona de la función del mantenimiento y otra de la función de producción. La antigüedad de los miembros del grupo es menos importante que el hecho de que deben de tener un amplio conocimiento de los equipos que se están estudiando. Cada miembro del grupo deberá también haber sido entrenado en RCM.¹⁸

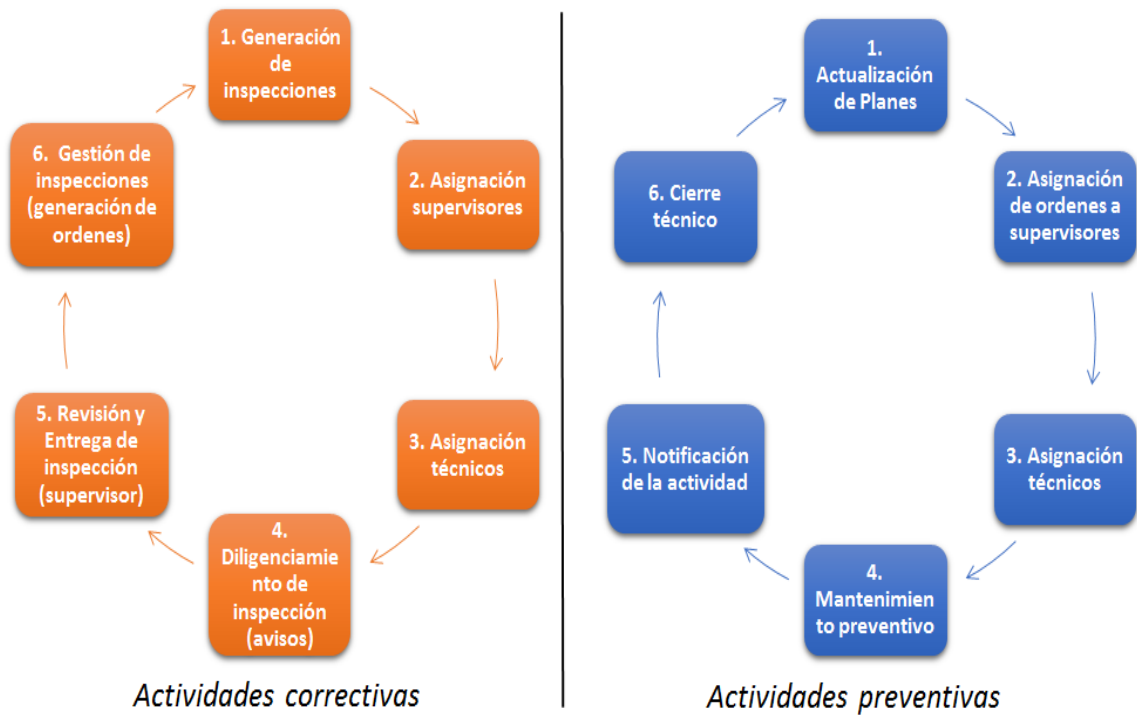
¹⁷ RENOVETEC. Plan de mantenimiento basado en RCM. 2013

¹⁸ MOUBRAY, Jhon. About RCM. Aladon Inglaterra, 2001.

5. ESTADO ACTUAL DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

El área de mantenimiento a través del módulo PM en el software SAP registra cada una de las acciones que se realizan o actividades que se programan día a día, con esta herramienta se supervisa los procesos que se llevan a cabo cuyo fin es realizar trazabilidad de los recursos humanos, locativos, instrumentales y outsourcing entre otros que se destinan en las tareas de reparación, preventivas o proactivas de un equipo; todo esto queda sintetizado a través de una orden de mantenimiento cuyo documento recopila toda la información necesaria para un análisis posterior con el propósito de retroalimentar las fortalezas y las oportunidades de mejora en el proceso. En el área de mantenimiento se tiene en cuenta principalmente los flujos que componen las actividades que se hacen de manera preventiva o correctiva.

Ilustración 4. Proceso de mantenimiento



Todas las actividades que se realizan en el área se encuentran establecidas bajo un flujo de trabajo el cual se especifica a continuación:

Ilustración 5. Flujo de trabajo



5.1 EQUIPOS QUE INTERVIENE EL AREA DE MANTENIMIENTO

El departamento de mantenimiento es responsable de intervenir y garantizar la disponibilidad de los equipos en planta los cuales se clasifican en los siguientes procesos:

Tabla 1. Equipos del área de mantenimiento maquinaria

SUMINISTRO ELECTRICO	<ul style="list-style-type: none"> • Celda de alta tensión 34.5 KV • Transformador 8MVA - 34.5 KV@ 13.2 KV • Celdas media tensión 13.2 KV • Generadores Eléctrico 2 X 2.25MVA @ 13.2 KV • Transformador 2MVA @ 440V (2) • Transformador 2MVA @ 220V (4)
AIRE COMPRIMIDO BAJA	<ul style="list-style-type: none"> • Compresor Kaeser DSG 220 / 272-859CFM /

PRESIÓN	<p>125 PSIG (1)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compresor Kaeser DSG 120 / 413CFM / 125 PSIG (2) • Compresor Ingersoll Rand Sierra 100 / 408 CFM / 125 PSIG (1)
REFRIGERACION DE PRODUCTO	<ul style="list-style-type: none"> • Condensador Evaporativo Baltimore 4.777 MBH / 398 Toneladas Refrigeración (2) • Condensador Evaporativo Evapco 3.091 MBH / 257 Toneladas Refrigeración (1) • Condensador Evaporativo Evapco 4.777 MBH / 400 Toneladas Refrigeración (1) • Compresor Vilter 250HP – 290 Toneladas de Refrigeración (4) • Compresor Mycom 100HP – 71.6 Toneladas de Refrigeración (3)
GENERACION DE VAPOR	<ul style="list-style-type: none"> • Caldera Colmaquinas 600 BHP • Caldera Colmaquinas 300 BHP • Caldera Colmaquinas 60 BHP
SALA DE JARABE	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Disolución de Azúcar • Sistema Pasteurización Jarabe Simple • Sistema Filtración Jarabe Simple • Tanques de Almacenamiento Jarabe Simple y terminado • Tanques de Ácido Cítrico y Goma Xanta • Sistema de preparación de Ingredientes • Sistema de Jarabe Terminado • Sistema A (Volteador de pulpa, Raspador de hielo, Sistema calentamiento para pulpa congelada) • Sistema B (Reconstitución de pulpa) • Sistema D (2 Tanques de ingredientes 10.000Kg) – (4 Tanques preparación final 20.000Kg)
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP)	<ul style="list-style-type: none"> • Captación Agua de Río • Captación Agua de Pozo • Tratamiento Primario

	<ul style="list-style-type: none"> • Filtros de Arena • Tanques de 2000 m3 • Filtros de Carbón • Osmosis Inversa • Tanques 80 m3 • Bombas de Envío a Procesos • Sistemas de Limpieza CIP
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Trampas de Aguas Residuales • Tanque Ecuación • Reactor de Metanización • Tanque de Aireación – Sopladores • Decantador Secundario • Desinfección de Agua • Espesador de lodos – Deshidratador • Quemadores de Biogas
LÍNEAS DE ENVASADO DE GASEOSAS (VIDRIO)	<ul style="list-style-type: none"> • Lavadoras de Botellas / Austral MS-32 • Tandem Despaletizadora - Paletizadora / Autopack Treviso box • Llenadora – Coronadora – Capsuladora / H&K VVF80-14-RR • Empacadoras / H&K VEM III 1351-501 • Desempacadoras / H&K VAM III 1351-501 • Inspectores Electrónicos de Botellas / Heuft – HBBIRTIXX • Procesadores de Bebidas / Kronen – Contiflow • Lavadoras de Cajas / Maper SL-IN2TI/22 • Descapsuladora / Zalkin DR-8 • Sniffer / Kronen AirContronic
RED CONTRA INCENDIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Horizontal de Carcasa Partida Armstrong 4600F – 2000gpm @ 150PSI
LÍNEAS DE ENVASADO DE AGUA	<ul style="list-style-type: none"> • Lavadoras de Botellones / MAPER • Llenadora Botellones Maper • Llenadoras de Bolsas Solpak • Lavadora de Cajas Solpak • Generadores de Ozono para desinfección • Llenadoras de Vasos
LÍNEA DE ENVASADO	<ul style="list-style-type: none"> • Llenadora

TETRAPAK	<ul style="list-style-type: none"> • Encartonadora • Pitillera • Pasteurizador
LÍNEA DE ENVASADO NHF	<ul style="list-style-type: none"> • Llenadora • Pasteurizador • Etiquetadora • Enfardadora • Paletizadora
LÍNEA DE ENVASADO CSD-LÍNEA 6	<ul style="list-style-type: none"> • Llenadora K132805 • Enfardadora • Etiquetadora • Paletizadora • Procesador de Bebidas

5.2 GASTOS DE MANTENIMIENTO

En la siguiente tabla se presentan los gastos presupuestados y de los mantenimientos ejecutados en todos los equipos de la planta Malambo.

Tabla 2. Ejecución Presupuestal del 2013 hasta 2016

Año	Ejecutado	Presupuestado
2013	\$ 4.472.415.606.00	\$ 5.605.769.659.00
2014	\$ 4.802.798.382.00	\$ 4.486.042.273.00
2015	\$ 6.070.482.711.00	\$ 4.747.274.405.00
2016	\$ 6.932.354.615.00	\$ 6.075.386.295.00

Los gastos asociados al mantenimiento de la llenadora K132805 representan aproximadamente el 2% del gasto total de la planta, estos gastos se presentan a continuación:

Tabla 3. Gastos de mantenimiento de llenadora K132 805

Año	EJECUTADO	% Equivalente al Ejecutado Total
2014	\$ 100.638.073,42	2,09
2015	\$ 134.729.905,13	2,22
2016	\$ 129.849.439,49	1,87

5.3 GRUPO DE TRABAJO

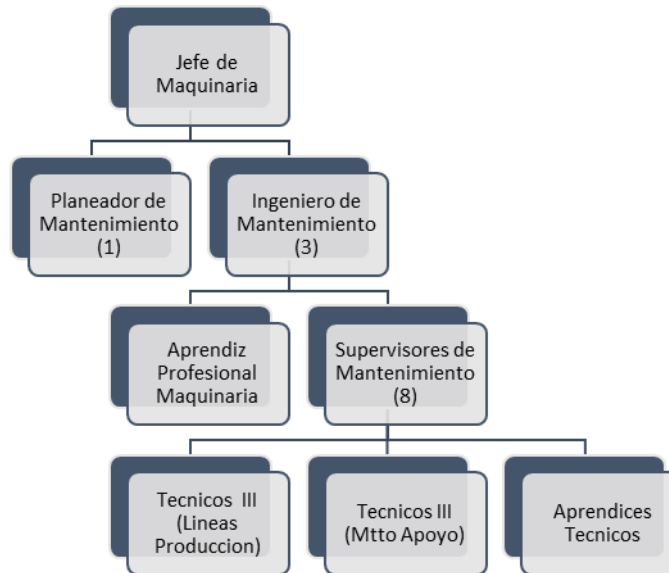
El área de mantenimiento maquinaria cuenta para la realización de sus procesos con un grupo de trabajo encargado de llevar acabo los mantenimientos correctivos, preventivos, predictivos y mejoras, según las directrices dadas en la dirección nacional de mantenimiento.

Está sectorizado en Gestión y Ejecución del mantenimiento, donde Jefe, Ingenieros y Supervisores manejan las ordenes de trabajo las cuales recopilan toda la información necesaria de la actividad a realizar, tiempos definidos para su ejecución, personal responsable, repuestos, criticidad de la labor, permisos y/o autorizaciones requeridas y elementos de protección personal; una vez hecha toda la gestión de la labor a realizar los técnicos proceden a ejecutar dicha tarea con las directrices establecidas previamente.

Adicionalmente se cuenta con un grupo encargado del proceso de ingeniería y planeación del mantenimiento, el cual consta de un planeador y un ingeniero de mantenimiento, basados en los planes de mantenimiento previamente cargados en SAP.

A continuación se detalla por medio de un organigrama de qué forma está organizada el área y además las relaciones entre sus diferentes partes.

Ilustración 6. Organigrama área de mantenimiento maquinaria



5.4 INFRAESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO

Los equipos a los cuales el área de mantenimiento maquinaria hace intervención están ubicados en las líneas de producción es decir, que las líneas de producción hacen parte de la infraestructura de mantenimiento por lo cual los técnicos III, supervisores, ingenieros de planta y jefe realizan sus labores de mantenimiento preventivo y correctivo en dichos lugares. Cada línea de producción está organizada con diferentes máquinas que hacen posible la actividad económica de la organización y por medio del área se logra el correcto funcionamiento de las mismas.

Además de ello cuenta con un área de oficinas donde Jefe, supervisores, planeador, ingenieros de planta y aprendiz cumplen sus labores en la gestión de mantenimiento llevando la organización y planeación de cada una de las actividades a realizar en todos los procesos que como departamento llevan a su cargo.

5.5 CONTROL DOCUMENTAL

A continuación se enlista los formatos que se tramitan en las actividades realizadas en el área de mantenimiento, junto con los responsables de diligenciarlos y verificarlos con el fin de mantener una comunicación constante de todo el personal.

Tabla 4. Control documental

NOMBRE DEL FORMATO	NORMA	RESPONSABLE
FORMATOS DE ORDEN Y ASEO DEL TALLER	N/A	TÉCNICOS III
FORMATO DE REGISTRO DE CONTROL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN COP	BE1-04-83F2R-03-2017	TÉCNICOS III
FORMATO HOJA DE INSPECCIÓN	BE1-04-99F1R-07-2017	TÉCNICOS III
PLANILLA DE ENTREGA DE CONSUMIBLES MAQUINARIA	N/A	TÉCNICOS III
PLANILLA DE ENTREGA DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	N/A	SUPERVISORES
FORMATO DE REPARACIÓN TEMPORAL	N/A	SUPERVISORES
FORMATO CAMBIO DE FILTRO DE AIRE Y CO2	N/A	TÉCNICOS III
FORMATO DE CONCILIACIÓN DE HERRAMIENTAS Y/O MATERIALES	BE1-04-99FAD-01-2017	SUPERVISORES
FORMATO DE RELACIÓN DE FACTURAS MAQUINARIA	N/A	INGENIEROS DE MANTENIMIENTO
FORMATO DE ENTREGA DE DOCUMENTOS A GESTIÓN HUMANA	N/A	PLANEADOR DE MANTENIMIENTO

6. LLENADORA K132 805

6.1 DESCRIPCIÓN

La llenadora K132805 posee una capacidad de producción máxima de 2400 cajas/hora para ello cuenta con 126 válvulas de llenado. Entre sus características técnicas es considerada una maquina volumétrica, es decir, que cuenta con medidores de flujo para garantizar el volumen final del producto envasado, accionada por 13 servomotores para el sincronismo de cada uno de sus subsistemas (Árbol central, estrella de entrada, estrella de salida, taponadora, estrellas de transferencia, etc.), cuenta con una interfaz hombre – máquina (HMI) para la visualización, control de los componentes y variables de operación, tales como presión, nivel, temperatura, control de válvulas, etc.

Posee un distribuidor central llamado colector, el cual es el encargado de transmitir (emisor y receptor) todas las señales entre las válvulas de llenado, tazón y demás subsistemas desde y hacia el PLC, mediante un sistema de escobillas electrónicas, con un grado de protección IP 69.

Ilustración 7. Llenadora K132 805



6.2 SISTEMAS DE LA LLENADORA K132 805

Para una mejor distribución en las actividades de inspección y mantenimiento, la maquina se ha dividido en tres sistemas: sistema de llenado, sistema de sujeción por el cuello y tablero de potencia y control.

Tabla 5. Sistemas de llenadora

SISTEMA	COMPONENTE
SISTEMA DE LLENADO	Terminal de válvulas y red de tuberías
	Carrusel
SISTEMA DE SUJECION POR EL CUELLO	Columnas con estrellas de sujeción
	Servomotores
SISTEMA TABLERO DE POTENCIA Y CONTROL	Acopos
	Servomotores
	Módulos y CPU B&R
	Maestros y esclavos del sistema A-SI bus y A-SI bus safety

6.2.1 Sistema de llenado

- **Terminal de válvulas y red de tuberías:**

El abastecimiento del producto y de los demás medios necesarios tiene lugar a través del terminal de válvulas. Válvulas y reguladores controlan el abastecimiento de líquidos y gases, regulan la presión en la red de tuberías. Los recursos de producción y auxiliares, son preparados y abastecidos a la máquina por equipos externos.

Componentes del sistema de válvulas y red de tuberías:

1. Panel neumático

En el panel neumático del terminal de válvulas hay alojados elementos que sirven para abastecer la máquina el aire comprimido necesario y suficiente para su correcto trabajo.

Ilustración 8. Panel neumático



Fuente: Manual Llenadora K132 805

2. Unidad de mantenimiento/separador de agua

La unidad de mantenimiento sirve para preparar las condiciones de humedad que requiere el aire comprimido que se necesita durante el funcionamiento de la máquina. La unidad de mantenimiento está compuesta de los siguientes componentes: Válvula de cierre, regulador de presión para la regulación de la presión de salida (con manómetro para la lectura de la presión), separador de agua y secador de aire comprimido.

Ilustración 9. Separador de agua



Fuente: Manual Llenadora K132 805

3. Secador de aire comprimido

El secador de aire comprimido con filtro se encuentra directamente en el conjunto de válvulas. Sirve para desaguar y filtrar el aire de servicio de los grupos funcionales.

Ilustración 10. Secador de aire comprimido



Fuente: Manual Llenadora K132 805

4. Filtro estéril

El filtro estéril del terminal de válvulas transforma el aire del proceso en aire estéril, filtrando las posibles impurezas.

Ilustración 11. Filtro estéril

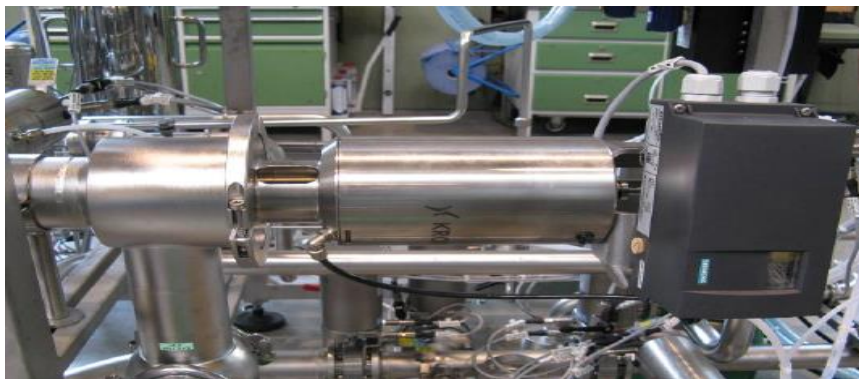


Fuente: Manual Llenadora K132 805

5. Válvula reguladora de producto

La válvula reguladora está montada en el conducto de producto del conjunto de válvulas. Regula la presión de servicio en el tanque y la alimentación del producto. El manejo se realiza durante la producción automáticamente a través del mando de la máquina.

Ilustración 12. Válvula reguladora de producto



Fuente: Manual Llenadora K132 805

6. Colector de suciedad

El colector sirve para retener posibles entradas de suciedad en el conducto de producto.

Ilustración 13. Colector de suciedad



Fuente: Manual Llenadora K132 805

- **Carrusel:**

En el carrusel se llenan los envases vacíos a través las estaciones de llenado. El carrusel se divide en la parte inferior (parte fija) y la parte superior (parte giratoria), estas dos partes se encuentran unidas por una unión de rotación de bolas, esta unión consiste en un único gran rodamiento cuyas dimensiones equivalen al tamaño de las superficies de apoyo de ambas partes.

Componentes del carrusel:

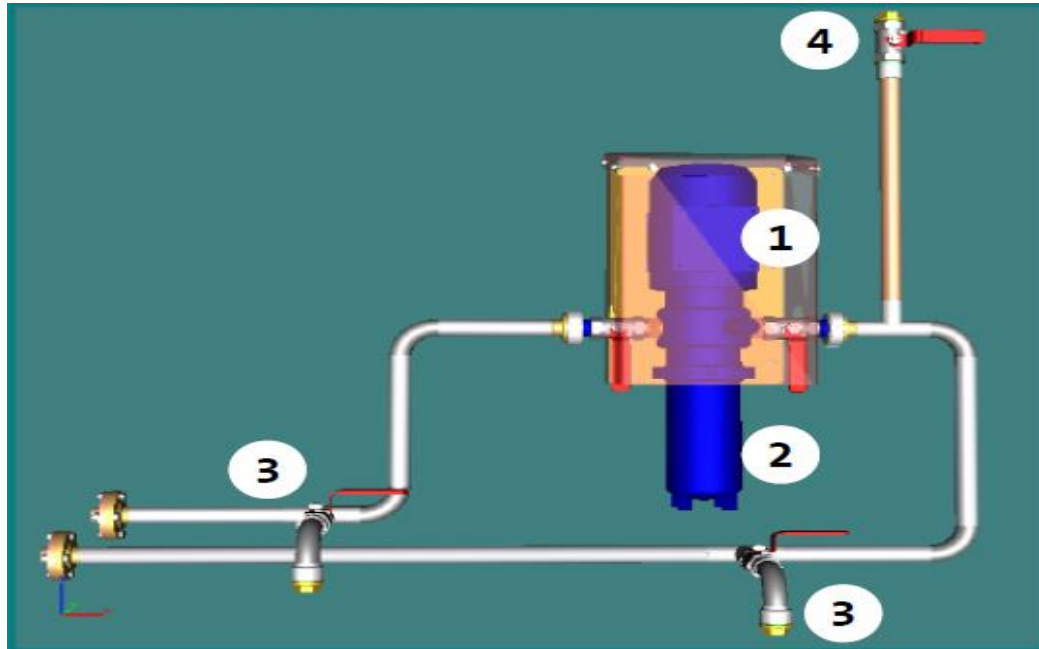
En la parte fija del carrusel encontramos:

1. Sistema de lubricación principal

Tabla 6. Sistema de lubricación principal

Descripción	Código Kronos	Cantidad	Frecuencia (hr)
Elemento Filtrante	0-903-62-920-8	1	12.000
Aceite Cassida	GLE 220	5GI	12.000

Ilustración 14. Sistema de lubricación



Fuente: Manual Llenadora K132 805

2. Accionamiento principal (servomotor)

En la parte giratoria del carrusel encontramos:

1. Estaciones de llenado

La estación de llenado posee cuatro componentes

Cono de válvula:

Tabla 7. Componentes Cono de válvula

Descripción	Código Krones	Cantidad	Frecuencia (hr)
Fuelle	0-902-21-212-2	1	6.000
Anillo *O*	0-900-02-751-3	1	6.000
Anillo *O* 18*2	0-901-24-004-6	2	6.000
Anillo *O*	0-900-04-805-4	2	6.000

Descripción	Código Krones	Cantidad	Frecuencia (hr)
Anillo *O*	0-900-02-751-7	1	6.000
Anillo *O*	0-900-04-703-3	1	6.000
Anillo *O*	0-900-04-710-0	1	6.000
Anillo *O*	0-900-04-244-6	1	6.000

Fondo de válvula:

Tabla 8. Componentes Fondo de válvula

Descripción	Código Krones	Cantidad	Frecuencia (hr)
Anillo *O*	0-900-00-918-4	1	6.000
Anillo *O*	0-900-02-751-8	1	6.000
Anillo *O*	0-900-02-751-0	3	6.000
Anillo *O*	0-162-20-011-7	1	6.000

Conducto:

Tabla 9. Componentes conducto

Descripción	Código Krones	Cantidad	Frecuencia (hr)
Anillo *O*	0-900-06-027-6	2	6.000
Anillo *O*	0-900-02-750-1	1	6.000
Anillo *O*	0-900-02-750-2	2	6.000
Anillo *O*	0-900-06-028-0	1	6.000

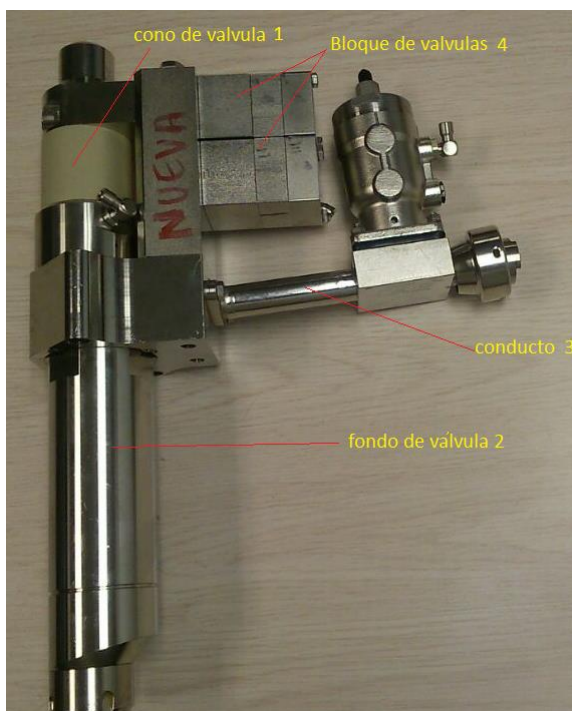
Bloque de válvulas:

Tabla 10. Componentes Bloque de válvulas

Descripción	Código Krones	Cantidad	Frecuencia (hr)
Anillo *O*	0-900-02-751-4	2	6.000
Fuelle conector de teflón	8-125-50-040-6	2	6.000
Membrana/ diafragma	0-902-76-984-3	2	6.000
Resorte de compresión	1-099-04-481-0	2	6.000
Casquillo xms -0810-10	0-129-90-003-1	2	6.000
empaquetadura	1-124-50-307-0	1	6.000

Descripción	Código Krones	Cantidad	Frecuencia (hr)
Anillo *O*	0-900-02-751-1	1	6.000
Anillo *O*	0-900-02-751-0	2	6.000

Ilustración 15. Estación de llenado



Fuente: Manual Llenadora K132 805

2. Distribuidor de aire superior

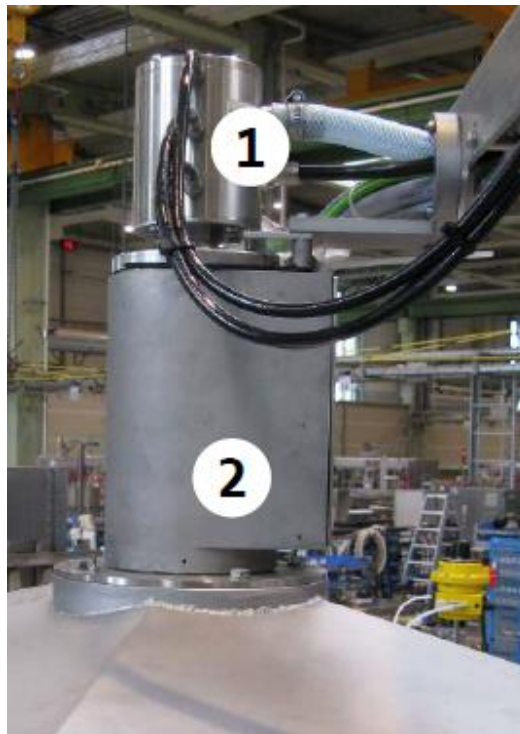
Por medio de este dispositivo se puede suministrar aire a la máquina, aun cuando ésta se encuentre en movimiento.

Tabla 11. Distribuidor de aire superior

Descripción	Código Krones	Cantidad	Frecuencia (hr)
Anillo de seguridad	0-900-05-594-9	1	12.000
Anillo de seguridad	0-901-20-956-3	1	12.000
Rodamiento de bolas	0-900-05-594-7	1	12.000
Rodamiento de bolas	0-900-05-594-6	1	12.000

Descripción	Código Krones	Cantidad	Frecuencia (hr)
Anillo O	0-901-20-956-6	1	12.000
Anillo O	0-901-20-956-8	2	12.000
Anillo O	0-900-05-594-8	1	12.000
Anillo	0-900-05-594-5	4	12.000
Anillo O	0-901-20-960-1	2	12.000
Anillo	0-900-05-594-4	1	12.000

Ilustración 16. Distribuidor de aire superior



Fuente: Manual Llenadora K132 805

3. Distribuidor de producto

El distribuidor de producto giratorio alimenta el sistema con producto. Se encuentra en el centro de la máquina.

Tabla 12. Distribuidor de producto

Descripción	Código Kronos	Cantidad	Frecuencia (hr)
Anillo O	0-162-20-011-7	2	6.000
Anillo O Toroidal 180*3	0-162-20-440-2	2	6.000
Anillo O	0-900-69-047-0	9	6.000
Reten Para Ejes	0-900-37-618-7	1	6.000
Empaquetadura	0-901-76-493-3	2	6.000
Empaquetadura	0-901-76-487-8	8	6.000
Rodamiento 61838 skf	0-405-00-228-1	1	6.000
Rodamiento 61844	0-405-00-230-1	1	6.000

Ilustración 17. Distribuidor de producto



Fuente: Manual Llenadora K132 805

4. Control de las estaciones de llenado

El cuadro electrónico contiene los componentes de la distribución de Powerlink y de la alimentación de 24vDC para los bloques de electroválvulas.

Ilustración 18. Control de estaciones de llenado



Fuente: Manual Llenadora K132 805

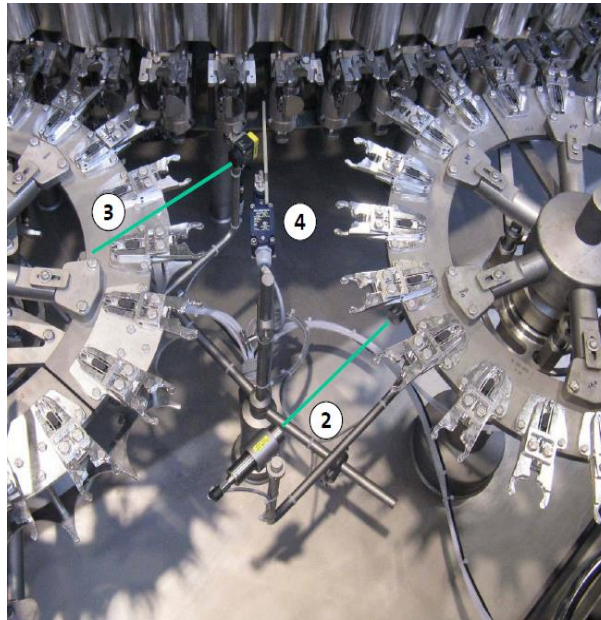
6.2.2 Sistema de sujeción por el cuello

- Columnas con estrellas de sujeción

Tabla 13. Componente Columnas con estrella de sujeción

Descripción	Código Krones	Cantidad	Frecuencia (hr)
Casquillo	0-129-90-006-2	2	6.000
Pieza de presión	8-070-25-222-7	2	6.000
Muelle	0-900-78-556-4	2	6.000
Resorte de compresión	0-900-78-550-7	1	6.000
Eje	1-070-25-077-1	1	6.000

Ilustración 19. Columnas con estrellas de sujeción



Fuente: Manual Llenadora K132 805

- Servomotores

Un servo motor es un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ser controlado en posición. En la máquina se utilizan, por motivos técnicos, servo-accionamientos de diferentes tipos y tamaños. En determinados casos de aplicación los servo accionamientos están exentos de mantenimiento durante un periodo de tiempo limitado.

Tabla 14. Componente Servomotores

Descripción	Códigos	Cantidad
Rodamientos	6004 2ZC3 K52	1
	6001 2ZC3 K52	1
Retenedor	DIN 3760 A20X35X7	1
Freno	01994131	1
Encoder (si es necesario).	AKOH	1

Ilustración 20. Servomotores



Fuente: Manual Llenadora K132 805

6.2.3 Sistema Tablero de potencia y control Actualmente la máquina tiene instalado un sistema de DPS para mejorar la calidad del suministro eléctrico hacia los componentes internos del tablero y una UPS. Adicionalmente cuenta con los siguientes componentes:

- Acopos
- Servomotores
- Módulos y CPU B&R
- Maestros y esclavos del sistema ASI Bus y ASI bus safety

Ilustración 21. Armario eléctrico



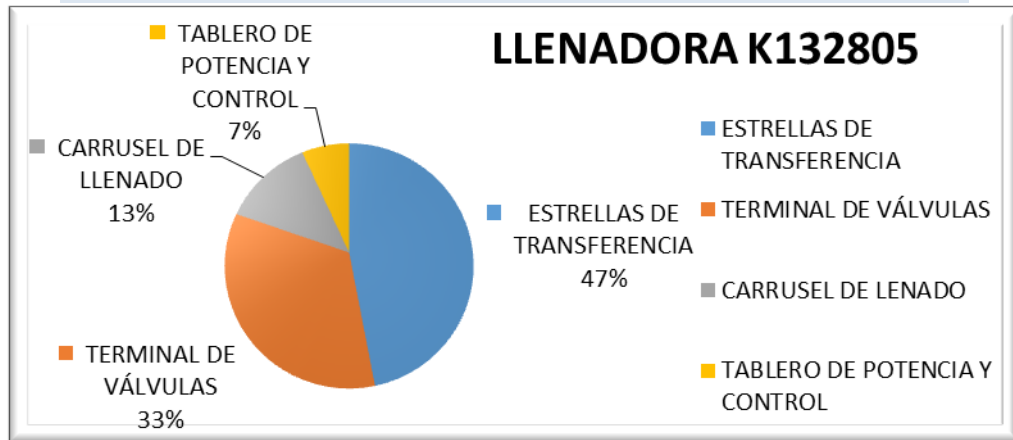
Fuente: Manual Llenadora K132 805

6.3 FALLAS FUNCIONALES

Las fallas funcionales son aquellas que suceden justo en el momento en que un equipo deja de funcionar o funciona por fuera de sus parámetros normales o deseados. Las fallas funcionales son la forma en la cual el activo puede fallar para satisfacer las expectativas del usuario.

Tabla 15. Histórico de fallas

SISTEMAS/SUBSISTEMAS	FALLAS
ESTRELLAS DE TRANSFERENCIA	55
TERMINAL DE VÁLVULAS	39
CARRUSEL DE LLENADO	15
ABLERO DE POTENCIA Y CONTROL	8
Total general	117



En el anterior grafico se representan los sistemas y subsistemas que presentan mayor número de fallas (críticos) en el equipo.

El RCM define falla funcional como el estado en el tiempo, en el cual el activo no puede alcanzar el estándar de ejecución esperado y trae como consecuencia que el activo no pueda cumplir su función de forma total o la cumpla de forma parcial.

Las fallas son una consecuencia. Lo importante en RCM no es identificar la consecuencia, que es la falla, sino sus causas, para analizar posteriormente la gravedad de esta consecuencia la probabilidad de que se produzca y la facilidad para su detección, y de acuerdo con ello, adoptar medidas preventivas que eviten las causas que provocan los fallos.

Luego de realizar RCM a la llenadora K132805, se obtienen las siguientes fallas funcionales:

6.3.1 Fallas funcionales del terminal de válvulas y red de tuberías.

Tabla 16. Fallas funcionales colector de suciedad.

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Entregar el fluido a la llenadora con partículas sólidas menores a 100 μ	1,1,1	No elimina partículas sólidas > a 100 μ del conducto de producto de la llenadora

Tabla 17. Fallas funcionales válvula reguladora de producto

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Regular la presión y el caudal de los fluidos en cada programa ejecutado en la llenadora. Para producción, el caudal y presión son variables dependiendo del formato que se este llenando, esta válvula puede regular el caudal de 0-60000L/h y la presión de 0-7bar.	2,1,1	No regula caudal y presión de fluidos hacia la llenadora.
Regular la presión y el caudal de los fluidos en cada programa ejecutado en la llenadora. Para producción, el caudal y presión son variables dependiendo del formato que se este llenando, esta válvula puede regular el caudal de 0-60000L/h y la presión de 0-7bar.	2,1,1	No regula caudal y presión de fluidos hacia la llenadora.

Tabla 18. Fallas funcionales filtro estéril

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Suministrar aire seco y estéril a la llenadora filtrado a 0.01 μ , para evitar que el producto final se contamine	3,1,1	No suministra aire seco y estéril a la llenadora filtrado a 0.01 μ

Tabla 19. Fallas funcionales secador de aire comprimido

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Suministrar al sistema neumático de la llenadora aire seco a una presión de 4.5 a 6 bar	4,1,1	No suministra al sistema neumático de la llenadora aire seco a una presión de 4.5 a 6 bar

Tabla 20. Fallas funcionales unidad de mantenimiento/separador de agua

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Interrumpir el paso de aire a la llenadora para mantenimiento mensual o una emergencia	5,1,1	No interrumpe el paso de aire a la llenadora
Suministrar aire a la llenadora para la puesta en funcionamiento de sus elementos neumaticos con una presion de 4.5 a 6 bar	5,2,1	No suministrar aire a la llenadora para la puesta en funcionamiento de sus elementos neumaticos con una presion de 4.5 a 6 bar
Suministrar aire seco regulado y filtrado a 0.01μ a una presion de 4.5 a 6 bar	5,3,1	No suministra aire seco regulado y filtrado a 0.01μ a una presion de 4.5 a 6 bar
Suministrar aire seco regulado y filtrado a 0.01μ a una presion de 4.5 a 6 bar	5,3,1	No suministra aire seco regulado y filtrado a 0.01μ a una presion de 4.5 a 6 bar

6.3.2 Fallas funcionales del carrusel de llenado

Tabla 21. Fallas funcionales estaciones de llenado

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Suministrar flujo de producto desde el tazón de la llenadora hasta la botella con un sellado hermético, manteniendo un volumen correcto, dependiendo del formato a llenar(250mL a 3.125mL)	6,1,1	No suministra flujo de producto desde el tazón de la llenadora hasta la botella, manteniendo un volumen correcto, dependiendo del formato a llenar(250mL a 3.125mL)
Suministrar flujo de producto desde el tazón de la llenadora hasta la botella con un sellado hermético, manteniendo un volumen correcto, dependiendo del formato a llenar(250mL a 3.125mL)	6,1,1	No suministra flujo de producto desde el tazón de la llenadora hasta la botella con un sellado hermético, manteniendo un volumen correcto, dependiendo del formato a llenar(250mL a 3.125mL)

Tabla 22. Fallas funcionales distribuidor de aire superior

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Suministra el flujo aire a los dispositivos neumáticos de la llenadora a una presión entre 4.5 a 6 bar	7,1,1	No suministra el flujo aire a los dispositivos neumáticos de la llenadora a una presión entre 4.5 a 6 bar

Tabla 23. Fallas funcionales distribuidor de producto

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Entrega producto al tazón de la llenadora con un caudal entre 20.000 - 60.000L/H y Aire esteril a una presión entre 0.5 - 6 bar	8,1,1	No entrega producto al tazón de la llenadora con un caudal entre 20.000 - 60.000L/H y Aire esteril a una presión entre 0.5 - 6 bar

Tabla 24. Fallas funcionales control de las estaciones de llenado

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Controlar a través de sus electroválvulas, el suministro de aire entre 4.5 - 6 Bar a las válvulas en cada ciclo de la estación de llenado	9,1,1	No Controla a través de sus electroválvulas, el suministro de aire entre 4.5 - 6 Bar a las válvulas en cada ciclo de la estación de llenado
Controlar a través de sus electroválvulas, el suministro de aire entre 4.5 - 6 Bar a las válvulas en cada ciclo de la estación de llenado	9,1,1	No Controla a través de sus electroválvulas, el suministro de aire entre 4.5 - 6 Bar a las válvulas en cada ciclo de la estación de llenado

Tabla 25. Fallas funcionales accionamiento principal (servomotor)

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Girar la llenadora sincronicamente, manteniendo un Par constante entre 25 - 31Nm y una temperatura maxima de 60°C.	10,1,1	No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 25 - 31Nm y una temperatura maxima de 60°C.
Girar la llenadora sincronicamente, manteniendo un Par constante entre 25 - 31Nm y una temperatura maxima de 60°C.	10,1,1	No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 25 - 31Nm y una temperatura maxima de 60°C.
Girar la llenadora sincronicamente, manteniendo un Par constante entre 25 - 31Nm y una temperatura maxima de 60°C.	10,1,1	No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 25 - 31Nm y una temperatura maxima de 60°C.
Girar la llenadora sincronicamente, manteniendo un Par constante entre 25 - 31Nm y una temperatura maxima de 60°C.	10,1,1	No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 25 - 31Nm y una temperatura maxima de 60°C.

Tabla 26. Fallas funcionales sistema de lubricación principal

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Mantener lubricado los engranajes del carrusel, realizando recirculacion de aceite durante 15min cada hora.	11,1,1	No estan lubricados los engranajes del carrusel, No hay recirculacion de aceite durante 15min cada hora.
Mantener lubricado los engranajes del carrusel, realizando recirculacion de aceite durante 15min cada hora.	11,1,1	No estan lubricados los engranajes del carrusel, No hay recirculacion de aceite durante 15min cada hora.
Mantener lubricado los engranajes del carrusel, realizando recirculacion de aceite durante 15min cada hora.	11,1,1	No estan lubricados los engranajes del carrusel, No hay recirculacion de aceite durante 15min cada hora.
Mantener lubricado los engranajes del carrusel, realizando recirculacion de aceite durante 15min cada hora.	11,1,1	No estan lubricados los engranajes del carrusel, No hay recirculacion de aceite durante 15min cada hora.

6.3.3 Fallas funcionales Estrellas de transferencia

Tabla 27. Fallas funcionales columnas con estrellas de sujeción

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Entregar a traves de sus pinzas de manera sincrona las botellas a las estaciones de llenado	12,1,1	No entrega a traves de sus pinzas de manera sincrona las botellas a las estaciones de llenado
Entregar a traves de sus pinzas de manera sincrona las botellas a las estaciones de llenado	12,1,1	No entrega a traves de sus pinzas de manera sincrona las botellas a las estaciones de llenado

Tabla 28. Fallas funcionales servomotores

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Girar la llenadora sincronicamente, manteniendo un Par constante entre 2 - 4.8 Nm y una temperatura maxima de 60°C.	13,1,1	No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 2 - 4.8 Nm y una temperatura maxima de 60°C.
Girar la llenadora sincronicamente, manteniendo un Par constante entre 2 - 4.8 Nm y una temperatura maxima de 60°C.	13,1,1	No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 2 - 4.8 Nm y una temperatura maxima de 60°C.
Girar la llenadora sincronicamente, manteniendo un Par constante entre 2 - 4.8 Nm y una temperatura maxima de 60°C.	13,1,1	No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 2 - 4.8 Nm y una temperatura maxima de 60°C.
Girar la llenadora sincronicamente, manteniendo un Par constante entre 2 - 4.8 Nm y una temperatura maxima de 60°C.	13,1,1	No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 2 - 4.8 Nm y una temperatura maxima de 60°C.

6.3.4 Fallas funcionales Tablero de potencia y control

Tabla 29. Fallas funcionales Acopos

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Suministrar el voltaje de 400VDC para accionar servomotor, manteniendo sincronismo entre pinzas y estaciones de llenado	14,1,1	No hay suministro de voltaje de 400VDC para accionar servomotor, manteniendo sincronismo entre pinzas y estaciones de llenado
Suministrar el voltaje de 400VDC para accionar servomotor, manteniendo sincronismo entre pinzas y estaciones de llenado	14,1,1	No hay suministro de voltaje de 400VDC para accionar servomotor, manteniendo sincronismo entre pinzas y estaciones de llenado

Tabla 30. Fallas funcionales PLC

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
Procesar las señales de entrada, digitales 0 - 24VDC y analógicas 4- 20mA suministradas por los diferentes dispositivos de medicion (sensores, actuadores)	15,1,1	No Procesa las señales de entrada, digitales 0 - 24VDC y analógicas 4- 20mA suministradas por los diferentes dispositivos de medicion (sensores, actuadores)
Procesar las señales de entrada, digitales 0 - 24VDC y analógicas 4- 20mA suministradas por los diferentes dispositivos de medicion (sensores, actuadores)	15,1,1	No Procesa las señales de entrada, digitales 0 - 24VDC y analógicas 4- 20mA suministradas por los diferentes dispositivos de medicion (sensores, actuadores)
Procesar las señales de entrada, digitales 0 - 24VDC y analógicas 4- 20mA suministradas por los diferentes dispositivos de medicion (sensores, actuadores)	15,1,1	No Procesa las señales de entrada, digitales 0 - 24VDC y analógicas 4- 20mA suministradas por los diferentes dispositivos de medicion (sensores, actuadores)
Ejecutar tareas de Control por medio de sus modulos de salidas digitales 0 - 24VDC y analógicas 4- 20mA para mantener el proceso según lo requiera el programa.	15,2,1	Ejecutar tareas de Control por medio de sus modulos de salidas digitales 0 - 24VDC y analógicas 4- 20mA para mantener el proceso según lo requiera el programa.

Tabla 31. Fallas funcionales componentes del sistema interfaz A-SI

Función	Código Falla Funcional	Descripción Falla Funcional
<p>Enviar y recibir señales de esclavos AS-I al PLC y del PLC a los esclavos AS-I Estas señales pueden ser digitales ó analógicas las cuales sirven para el procesamiento y la ejecucion de tareas dentro del proceso de control.</p>	<p>16,1,1</p>	<p>No Envía ni recibe señales de esclavos AS-I al PLC y del PLC a los esclavos AS-I Estas señales pueden ser digitales ó analógicas las cuales sirven para el procesamiento y la ejecucion de tareas dentro del proceso de control.</p>
<p>Enviar y recibir señales de esclavos AS-I al PLC y del PLC a los esclavos AS-I Estas señales pueden ser digitales ó analógicas las cuales sirven para el procesamiento y la ejecucion de tareas dentro del proceso de control.</p>	<p>16,1,1</p>	<p>No Envía ni recibe señales de esclavos AS-I al PLC y del PLC a los esclavos AS-I Estas señales pueden ser digitales ó analógicas las cuales sirven para el procesamiento y la ejecucion de tareas dentro del proceso de control.</p>

6.4 MODOS DE FALLA

El RCM define el modo de falla como las causas físicas que originan la aparición de una falla funcional.

Cada falla funcional puede tener uno o más modos de fallo, cada modo de fallo se identifica con un código numérico.

A cada uno de los sistemas estudiados se le define una falla funcional y un modo de falla lo cual permite definir tareas de mantenimiento encaminadas hacia la

confiabilidad en el trabajo de la llenadora. La siguiente tabla ilustra un ejemplo de los Modos de falla de la llenadora K132 805

Luego de realizar RCM a la llenadora K132805, se obtienen los siguientes modos de falla:

6.4.1 Modos de falla del terminal de válvulas y red de tuberías

Tabla 32. Modos de falla colector de suciedad.

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No elimina partículas sólidas > a 100µ del conducto de producto de la llenadora	1,1,1,1	Colector de suciedad con material interno desgastado	Por desgastes en el colector de suciedad, sólidos pasan al tazón del carrusel. Físicamente se pueden observar partículas en el producto, ocasionar un mal funcionamiento de las estaciones de llenado y por ende un producto envasado no inocuo y parada de producción. Esto también suele pasar cuando se ha cumplido la vida útil del material. Para dar solución a este fallo, se debe cambiar el colector de suciedad.

Tabla 33. Modos de falla válvula reguladora de producto

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No regula caudal y presión de fluidos hacia la llenadora.	2,1,1,1	Válvula reguladora de producto con los interiores vencidos	Una regulación inadecuada de flujo y presión, produce variaciones de nivel en el tazón del carrusel, esto impide un llenado uniforme y causa bajo nivel de llenado en el producto envasado. puede ser causado por desgaste en elementos mecánicos (empaquetadura, retenedores)
No regula caudal y presión de fluidos hacia la llenadora.	2,1,1,2	Válvula reguladora de producto descalibrada	Una regulación inadecuada de flujo y presión, produce variaciones de nivel en el tazón del carrusel, esto impide un llenado uniforme, puede ser causado por problemas de parametrización del controlador.

Tabla 34. Modos de falla filtro estéril

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No suministra aire seco y estéril a la llenadora filtrado a 0.01μ	3,1,1,1	Filtro estéril averiado	Al realizar la pruebas de microbiología se evidencia un incremento en la carga de microorganismos en el producto envasado. Se debe revisar el filtro, lo más probable es que se encuentre saturado o roto.

Tabla 35. Modos de falla secador de aire comprimido

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No suministra al sistema neumático de la llenadora aire seco a una presión de 4.5 a 6 bar	4,1,1,1	Presión en la salida del secador de aire comprimido por debajo de 4.5bar	Un Exceso de humedad y una presión insuficiente produce en los componentes neumáticos de la llenadora un mal funcionamiento. En las dos recámaras que tiene el filtro se debe cambiar el gel de sílice debido a la saturación que este tiene

Tabla 36. Modos de falla unidad de mantenimiento/separador de agua

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No interrumpe el paso de aire a la llenadora	5,1,1,1	Valvula de cierre de la unidad de mantenimiento defectuosa	Cuando no se puede interrumpir el paso de aire por medio de esta valvula, se corre el riesgo de evitar daños mayores, como es el caso de una parada de emergencia donde se requiera quitar el aire y no se pueda. Posiblemente en esta valvula de cierre hay desgaste de piezas mecanicas, lo que sugiere un reemplazo de la valvula
No suministrar aire a la llenadora para la puesta en funcionamiento de sus elementos neumaticos con una presion de 4.5 a 6 bar	5,2,1,1	Valvula de cierre de la unidad de mantenimiento defectuosa	Mecanicamente la valvula de corte de la unidad de mantenimiento se encuentra atascadasta cortando el flujo de aire. No permite el funcionamiento de los dispositivos neumaticos de la llenadora.
No suministra aire seco regulado y filtrado a 0.01μ a una presion de 4.5 a 6 bar	5,3,1,1	Presion en la salida de la unidad de mantenimiento por debajo de 4.5 bar	Esta falla se puede ver en el manometro indicador de la unidad de mantenimiento Cuando no hay flujo de aire los elementos neumaticos de la llenadora no pueden funcionar.Mecanicamente es posible que el regulador de presion de la unidad de mantenimiento se encuentre cerrado cortando el flujo de aire. se debe ajustar la presion, girando la perilla del regulador.
No suministra aire seco regulado y filtrado a 0.01μ a una presion de 4.5 a 6 bar	5,3,1,2	Filtro de aire de la unidad de mantenimiento saturado	El filtro de la unidad de mantenimiento, despues de determinado tiempo se satura de particulas, provocando bajo flujo de aire hacia los componentes neumaticos de la llenadora, causando mal funcionamiento de éstos. Se debe realizar cambio de filtro.

6.4.2 Modos de falla del carrusel de llenado

Tabla 37. Modos de falla estaciones de llenado

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No suministra flujo de producto desde el tazón de la llenadora hasta la botella, manteniendo un volumen correcto, dependiendo del formato a llenar(250mL a 3.125mL)	6,1,1,1	Estación de llenado presenta sobre-llenado	Este tipo de falla es causada por desgaste en los componentes de la estación de llenado, provocando atasques en sus elementos mecanicos. Se debe detener produccion para realizar el cambio del kit de mtto de la estación de llenado
No suministra flujo de producto desde el tazón de la llenadora hasta la botella con un sellado hermetico, manteniendo un volumen correcto, dependiendo del formato a llenar(250mL a 3.125mL)	6,1,1,2	Estación de llenado presenta llenado subllenado	Este tipo de falla es causada por fugas entre la botella y la boquilla del fondo de la valvula cuando se está realizando el paso de producto de la estación de llenado a la botella, esta falla se presenta por desgaste en los componentes de la estación de llenado, provocando atasques en sus elementos mecanicos. se debe realizar el cambio del kit de mtto

Tabla 38. Modos de falla distribuidor de aire superior

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No suministra el flujo aire a los dispositivos neumaticos de la llenadora a una presion entre 4.5 a 6 bar	7,1,1,1	Caida de presion en el distribuidor de aire del control de valvulas de las estaciones de llenado.	El distribuidor cuenta con una parte fija y una movil que se debe lubricar constantemente,cuando hay desgastes entre los componentes se presenta fugas de aire, perdiendo hermeticidad. Se debe cambiar empaquetadura en el distribuidor de aire.

Tabla 39. Modos de falla distribuidor de producto

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No entrega producto al tazón de la llenadora con un caudal entre 20.000 - 60.000L/H y Aire esteril a una presión entre 0.5 - 6 bar	8,1,1,1	Tazón de la llenadora con nivel de producto por debajo del 20%	El distribuidor cuenta con una parte fija y una móvil que se debe lubricar constantemente, cuando hay desgastes entre los componentes se presenta fuga de producto, perdiendo hermeticidad. Se debe cambiar empaquetadura en el distribuidor de producto.

Tabla 40. Modos de falla control de las estaciones de llenado

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No Controla a través de sus electroválvulas, el suministro de aire entre 4.5 - 6 Bar a las válvulas en cada ciclo de la estación de llenado	9,1,1,1	Tarjeta de control de la estación de llenado y PLC no se comunican	Esta falla se presenta cuando el cable de comunicación está averiado, posiblemente por la humedad, por conectores sulfatados, líneas abiertas, esto puede causar que la producción se detenga, para corregir la falla se debe cambiar el cable.
No Controla a través de sus electroválvulas, el suministro de aire entre 4.5 - 6 Bar a las válvulas en cada ciclo de la estación de llenado	9,1,1,2	Tarjeta de control de estaciones de llenado emite señales defectuosas	La tarjeta de control cuenta con módulos de entradas analógicas y salidas digitales. Una fluctuación brusca en la energía puede dañar estos módulos generando falla de ésta. Otra posible causa es que no se recibe la señal del medidor de flujo, lo que implica que no se tenga control sobre el flujo de salida. Las válvulas que comandan las estaciones de llenado no están siendo activadas.

Tabla 41. Modos de falla accionamiento principal (servomotor)

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 25 - 31Nm y una temperatura maxima de 60°C.	10,1,1,1	Control del servoaccionamiento con señales defectuosas	Esta falla se presenta cuando el cable se encuentra en mal estado. Las condiciones ambientales dentro de la llenadora(humedad- temperatura), pueden causar sulfatacion en los cables y posibles roturas.
No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 25 - 31Nm y una temperatura maxima de 60°C.	10,1,1,2	Ventilador externo del servoaccionamiento principal frenado	Esto se ocasiona cuando se frena mecanicamente el ventilador a causa del ambiente de trabajo. Esto generar temperaturas mayores a 60°C durante el trabajo del servomotor.
No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 25 - 31Nm y una temperatura maxima de 60°C.	10,1,1,3	Servoaccionamiento con temperatura mayor a 60°C	Se presenta cuando hay atasque mecanico durante la rotacion del servo. Estos atasques pueden ser generados por daño en los rodamientos del servo. La llenadora por seguridad maneja rangos de parametros de temperatura para proteccion de los servomotores. Cuando estos rangos son superados la maquina se detiene.
No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 25 - 31Nm y una temperatura maxima de 60°C.	10,1,1,4	Encoder del Control del servoaccionamiento emite señales defectuosas	Un servomotor cuenta con un encoder que envia señales de posicionamiento gradual al Acopos para mantener el sincronismo. Esta falla se presenta cuando el encoder del servomotor se encuentra averiado. Las causas de averia de este dispositivo pueden ser sobrevoltaje, temperatura superiores a 60°C. Cuando este dispositivo falla se pueden presententar choque entre partes mecanicas de la llenadora generando daños fisicos y por ende altos costos en mantenimiento.

Tabla 42. Modos de falla sistema de lubricación principal

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No estan lubricados los engranajes del carrusel, No hay recirculacion de aceite durante 15min cada hora.	11,1,1,1	Sistema de lubricacion general con nivel de aceite por debajo del 40%	La causa de esta falla son fugas en los ductos de circulacion de aceite. La empaquetadura pierde sus características físicas (deformación o rotura). Se debe realizar cambio de empaquetadura
No estan lubricados los engranajes del carrusel, No hay recirculacion de aceite durante 15min cada hora.	11,1,1,2	Sensor de nivel del sistema de lubricacion general emite señales defectuosas	Generalmente ocurre cuando la electrónica del sensor se avería, puede ser causado por picos de sobrevoltajes. Se debe realizar cambio de sensor.
No estan lubricados los engranajes del carrusel, No hay recirculacion de aceite durante 15min cada hora.	11,1,1,3	El sistema de lubricacion general no recircula aceite	Por el trabajo normal de la bamba ocurre desgaste en sus componentes internos generando esta falla. Se debe realizar el cambio del kit de mantenimiento de la bomba
No estan lubricados los engranajes del carrusel, No hay recirculacion de aceite durante 15min cada hora.	11,1,1,4	Filtro del sistema de lubricacion general, saturado	El rozamiento entre partes metálicas de los engranajes generan virutas que son retenidas por el filtro. Cuando éste se taponan con estas partículas se ocasiona la falla. Se debe realizar el cambio del filtro.

6.4.3 Modos de falla Estrellas de transferencia

Tabla 43. Modos de falla columnas con estrellas de sujeción

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No entrega a través de sus pinzas de manera sincrónica las botellas a las estaciones de llenado	12,1,1,1	Columna con estrella de sujeción con Pinzas defectuosas.	Suele ocurrir cuando entre los componentes internos de las pinzas existe desgaste debido a la fricción; Impidiendo un buen agarre de las botellas. Al girar, las botellas se caen. Se deben cambiar las pinzas en mal estado.
No entrega a través de sus pinzas de manera sincrónica las botellas a las estaciones de llenado	12,1,1,2	Columna con estrella de sujeción con Electrovalvula defectuosa	Cuando la electrovalvula no funciona correctamente, las pinzas quedan abiertas y no agarran las botellas, causando caída de éstas y posibles choques. Se debe cambiar la electrovalvula

Tabla 44. Modos de falla servomotores

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
<p>No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 2 - 4.8 Nm y una temperatura maxima de 60°C.</p>	<p>13,1,1,1</p>	<p>Control del servoaccionamiento con señales defectuosas</p>	<p>Esta falla se presenta cuando el cable se encuentra en mal estado. Las condiciones ambientales dentro de la llenadora(humedad- temperatura), pueden causar sulfatacion en los cables y posibles roturas.</p>
<p>No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 2 - 4.8 Nm y una temperatura maxima de 60°C.</p>	<p>13,1,1,2</p>	<p>Ventilador externo del servoaccionamiento principal frenado</p>	<p>Esto se ocasiona cuando se frena mecanicamente el ventilador a causa del ambiente de trabajo. Esto generar temperaturas mayores a 60°C durante el trabajo del servomotor.</p>
<p>No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 2 - 4.8 Nm y una temperatura maxima de 60°C.</p>	<p>13,1,1,3</p>	<p>Servoaccionamiento con temperatura mayor a 60°C</p>	<p>Se presenta cuando hay atasque mecanico durante la rotacion del servo. Estos atasques pueden ser generados por daño en los rodamientos del servo. La llenadora por seguridad maneja rangos de parametros de temperatura para proteccion de los servomotores. Cuando estos rangos son superados la maquina se detiene.</p>
<p>No Girar la llenadora sincronicamente, perdiendo el Par constante entre 2 - 4.8 Nm y una temperatura maxima de 60°C.</p>	<p>13,1,1,4</p>	<p>Encoder del servoaccionamiento emite señales defectuosas</p>	<p>Un servomotor cuenta con un encoder que envia señales de posicionamiento gradual al Acopos para mantener el sincronismo. Esta falla se presenta cuando el encoder del servomotor se encuentra descalibrado. Las causas de de este dispositivo pueden ser sobrevoltaje, temperatura superiores a 60°C. Cuando este dispositivo falla se pueden presententar choque entre partes mecanicas de la llenadora generando daños fisicos y por ende altos costos en mantenimiento.</p>

6.4.4 Modos de falla Tablero de potencia y control

Tabla 45. Modos de falla Acopos

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No hay suministro de voltaje de 400VDC para accionar servomotor, manteniendo sincronismo entre pinzas y estaciones de llenado	14,1,1,1	Tarjeta de comunicacion del Acopos emite señales defectuosas	Esta falla se presenta cuando la tarjeta de comunicación se sulfata o se ha dañado alguno de sus componentes. Se debe realizar el cambio de la tarjeta de comunicación
No hay suministro de voltaje de 400VDC para accionar servomotor, manteniendo sincronismo entre pinzas y estaciones de llenado	14,1,1,2	Hardware del acopos en mal estado	Esta falla se presenta cuando los componentes de Hardware (tarjeta de control y tarjeta de potencia) están averiadas, esto suele ocurrir por sulfatación entre los componentes y suciedad en el ambiente, estos dispositivos cuentan con una ventilación externa que en ocasiones permite el ingreso de partículas a estas tarjetas

Tabla 46. Modos de falla PLC

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No Procesa las señales de entrada, digitales 0 - 24VDC y analógicas 4- 20mA suministradas por los diferentes dispositivos de medición (sensores, actuadores)	15,1,1,1	PLC en modo stop	Esta falla aparece cuando el programa se cambia a modo pausa. Esto puede suceder cuando hay una fluctuación en el suministro eléctrico del PLC .
No Procesa las señales de entrada, digitales 0 - 24VDC y analógicas 4- 20mA suministradas por los diferentes dispositivos de medición (sensores, actuadores)	15,1,1,2	Modulos de entradas del PLC en Error	Ocurre cuando alguno de los modulos de entrada o de salidas esta en corto-circuito.
No Procesa las señales de entrada, digitales 0 - 24VDC y analógicas 4- 20mA suministradas por los diferentes dispositivos de medición (sensores, actuadores)	15,1,1,3	El PLC no se comunica	Esta falla es causada cuando el cable de comunicación profibus esta averiado.
Ejecutar tareas de Control por medio de sus modulos de salidas digitales 0 - 24VDC y analógicas 4- 20mA para mantener el proceso según lo requiera el programa.	15,2,1,1	Modulos de salidass del PLC en Error	Ocurre cuando alguno de los modulos de entrada o de salidas esta en corto-circuito.

Tabla 47. Modos de falla componentes del sistema interfaz A-SI

Descripción Falla Funcional	Código Modo Falla	Modo de Falla	Descripción Efectos
No Envía ni recibe señales de esclavos AS-I al PLC y del PLC a los esclavos AS-I Estas señales pueden ser digitales ó analógicas las cuales sirven para el procesamiento y la ejecución de tareas dentro del proceso de control.	16,1,1,1	Esclavo de la interfaz AS-I ausente	Esta falla aparece cuando el elemento no es identificado en el reconocimiento que hace el PLC de todos los dispositivos AS-I
No Envía ni recibe señales de esclavos AS-I al PLC y del PLC a los esclavos AS-I Estas señales pueden ser digitales ó analógicas las cuales sirven para el procesamiento y la ejecución de tareas dentro del proceso de control.	16,1,1,2	Esclavo de la interfaz AS-I Defectuoso	Se presenta cuando el dispositivo AS-I se encuentra averiado.

6.5 HOJAS DE DECISIONES

La Hoja de decisión de RCM permite dar respuestas a las preguntas formuladas en el diagrama de decisión, y en función de esas respuestas, registrar:

- Qué mantenimiento de rutina (si lo hay) será realizado, con qué frecuencia será realizado y quién lo hará.
- Qué fallas son lo suficientemente serias como para justificar el rediseño.
- Casos en los que se toma una decisión deliberada de dejar que ocurran las fallas.

Ilustración 22. Hoja de Decisión RCM.

HOJA DE DECISION RCM II			ELEMENTO										N°	Realizado por:	Fecha	Hoja		
			COMPONENTE												Fecha	de		
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Tareas "a falta de"			Tareas Propuestas				Frecuencia inicial	
F	FF	MF	H	S	E	O				H4	H5	S4						

Los encabezamientos de las primeras diez columnas de la Hoja de Decisión se refieren a las preguntas del diagrama de decisión de RCM.

Las columnas tituladas H, S, E, O y N, son utilizadas para registrar las respuestas a preguntas concernientes a las consecuencias de cada modo de falla.

Las tres columnas siguientes, tituladas H1, H2, H3, etc., registran si ha sido seleccionada una tarea proactiva, y si es así, que tipo de tarea.

Si se hace necesario responder cualquiera de las preguntas “a falta de”, las columnas encabezadas con H4 y H5, o la S4, permiten registrar esas respuestas. Las columnas de la octava a la décima son utilizadas para registrar si se ha seleccionado una tarea proactiva, de la siguiente manera:

Las últimas tres columnas registran la tarea que ha sido seleccionada (si la hay), la frecuencia con la que debe hacerse y el recurso necesario para realizarla. La columna de “Tarea Propuesta” también se utiliza para registrar los casos en los

que se requiere rediseño o si ha decidido que el modo de falla no necesita mantenimiento programado.¹⁹

La columna titulada H1/S1/O1/N1, es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea a condición apropiada para anticipar el modo de falla a tiempo como para evitar las consecuencias.

La columna titulada H2/S2/O2/N2, es utilizada para registrar si se pudo encontrar una tarea de reacondicionamiento cíclico apropiada para prevenir las fallas.

La columna titulada H3/S3/O3/N3, se utiliza para registrar si se pudo encontrar una tarea de sustitución cíclica para prevenir las fallas.

Las preguntas “a Falta de”, las columnas tituladas H4, H5 Y S4, en la Hoja de Decisión son utilizadas para registrar las respuestas a las tres preguntas “a falta de”.

¹⁹ MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM II. Edición en Español. Asheville: Alandon LLC, 2004. pp. 202 - 206.

Tabla 48. Evaluación mantenimiento para fallas en el terminal de válvulas y red de tuberías

Cod.mf	Evaluacion de consecuencias				H1	H2	H3	Tipo de decision	Descripcion de la tarea	Frecuencia (horas)	Recursos horas hombre
	H	S	E	O	S1	S2	S3				
					O1	O2	O3				
					N1	N2	N3				
1.1.1.1	S	N	N	S	N	N	S	O3	Realizar cambio de colector de suciedad	12.000	1 Técnico Mecánico
2.1.1.1	S	N	N	S	N	S		O2	Realizar mtto a la válvula reguladora de producto instalando un nuevo kit de reparación.	12.000	1 Técnico Mecánico 1 Técnico Electricista
2.1.1.2	S	N	N	S	N	S		O2	Calibración electrónica del controlador de la válvula, limpieza y lubricación de componentes mecánicos	500	1 Técnico Electricista
3.1.1.1	N	N	N	S				H3	Cambio de filtro estéril	6.000	1 Técnico Mecánico
4.1.1.1	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar indicador detector de humedad de la	160	Técnico Mecánico

Cod.mf	Evaluacion de consecuencias				H1	H2	H3	Tipo de decision	Descripcion de la tarea	Frecuencia (horas)	Recursos horas hombre
									llenadora, cambio del gel según condición		
5.1.1.1	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar estado de válvula, cambio según condición	500	Técnico Mecánico
5.2.1.1	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar estado de válvula, cambio según condición	12.000	1 Técnico Mecánico
5.3.1.1	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar la presión que indica el manómetro de la unidad de mantenimiento, regular la presión entre 4.5 a 6 bar	8	1 Técnico Mecánico
5.3.1.2	S	N	N	S	N	N	S	O3	Cambio de filtro unidad de mantenimiento	6.000	1 Técnico Mecánico

Tabla 49. Evaluación mantenimiento para fallas en el carrusel de llenado

COD. MF	Evaluacion de consecuencias				H1	H2	H3	Tipo de decision	Descripcion de la tarea	Frecuencia (horas)	Recursos horas hombre
	H	S	E	O	S1	S2	S3				
					O1	O2	O3				
					N1	N2	N3				
6.1.1.1	S	N	N	S	N	S		O2	Realizar mtto a las estaciones de llenado, instalando el nuevo kit de mtto de las piezas de desgaste.	6.000	1 Técnico Mecánico
6.1.1.2	S	N	N	S	N	S		O2	Realizar mtto a las estaciones de llenado, instalando el nuevo kit de mtto de las piezas de desgaste.	6.000	1 Técnico Mecánico
7.1.1.1	S	N	N	S	N	S		O2	Realizar mtto al distribuidor de aire, instalando el nuevo kit de mtto.	12.000	1 Técnico Mecánico
8.1.1.1	S	N	N	S	N	S		O2	Realizar mtto al distribuidor de producto, instalando el nuevo kit de mtto.	6.000	3 Técnico Mecánico

COD. MF	Evaluacion de consecuencias				H1	H2	H3	Tipo de decision	Descripcion de la tarea	Frecuencia (horas)	Recursos horas hombre
	H	S	E	O	S1	S2	S3				
					O1	O2	O3				
					N1	N2	N3				
9.1.1.1	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar estado del cable. Cambiar cable según condición.	500	1 Técnico Electricista
9.1.1.2	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar estado de tarjeta de control, cambiar tarjeta según condición	500	1 Técnico Electricista
10.1.1.1	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar estado del cable y medir continuidad, cambiar según condición	3.000	1 Técnico Electricista
10.1.1.2	S	N	N	S	N	S		O2	Mantenimiento limpieza y lubricación del ventilador.	15.000	1 Técnico Electricista
10.1.1.3	S	N	N	S	N	S		O2	Realizar mto al servomotor instalando los nuevos rodamientos.	24.000	1 Técnico electricista 1 Técnico Mecánico
10.1.1.4	S	N	N	S	N	S		O2	Realizar calibración	3.000	1 Técnico Electricista

COD. MF	Evaluacion de consecuencias				H1	H2	H3	Tipo de decision	Descripcion de la tarea	Frecuencia (horas)	Recursos horas hombre
	H	S	E	O	S1	S2	S3				
					O1	O2	O3				
					N1	N2	N3				
									electrónica del Encoder del servomotor. Cambiar según condición.		a
11.1.1.1	S	N	N	S	N	S		O2	Realizar mtto a válvulas y reemplazar empaques a tuberías. Reponer nivel del aceite.	18.000	1 Técnico mecánico
11.1.1.2	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar estado de conectores del sensor de nivel de aceite. Cambiar sensor según condición.	1.500	1 Técnico Electricista
11.1.1.3	S	N	N	S	N	S		O2	Realizar mtto a bomba de recirculación, instalando nuevo kit de reparación.	12.000	1 Técnico electricista 1 Técnico mecánico
11.1.1.4	S	N	N	S	N	N	S	O3	Cambiar filtro de aceite	6.000	1 Técnico mecánico

Tabla 50. Evaluación mantenimiento para fallas en las estrellas de transferencia

Cod.MF	Evaluacion de consecuencias				H1	H2	H3	Tipo de decision	Descripcion de la tarea	Frecuencia (horas)	Recursos horas hombre
	H	S	E	O	S1	S2	S3				
					O1	O2	O3				
					N1	N2	N3				
12.1.1.1	S	N	N	S	N	S		O2	Realizar mtto a pinzas de la estrella de sujeción, instalando nuevo kit de reparación.	6.000	1 Técnico mecánico
12.1.1.2	S	N	N	S	N	N	S	O3	Cambiar la electroválvula	12.000	1 Técnico Electricista
13.1.1.1	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar estado del cable y medir continuidad, cambiar según condición.	3.000	1 Técnico Electricista
13.1.1.2	S	N	N	S	N	S		O2	Mantenimiento limpieza y lubricación del ventilador.	1.500	1 Técnico Electricista
13.1.1.3	S	N	N	S	N	S		O2	Realizar mtto al servomotor instalando nuevo juegos rodamientos.	24.000	1 Técnico electricista 1 Técnico Mecánico
13.1.1.4	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar estado electrónico del Encoder del servomotor. Cambiar según condición	3.000	1 Técnico Electricista

Tabla 51. Evaluación mantenimiento para fallas en el tablero de potencia y control

COD.MF	EVALUACION DE CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	TIPO DE DECISION	DESCRIPCION DE LA TAREA	FRECUENCIA (HORAS)	RECURSOS HORAS HOMBRE
	H	S	E	O	S1	S2	S3				
					O1	O2	O3				
					N1	N2	N3				
14.1.1.1	S	N	N	S	N	S		O2	Realizar limpieza y pruebas a la tarjeta de comunicación. Cambiar según condición.	2.500	1 Técnico Electricista
14.1.1.2	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar las tarjetas de control y potencia del Acopos. Cambiar según condición	2.500	1 Técnico Electricista
15.1.1.1	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar voltaje de alimentación del PLC.	160	1 Técnico Electricista
15.1.1.2	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar módulos. Cambiar módulos según condición	1.500	1 Técnico Electricista
15.1.1.3	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar estado del cable y medir continuidad, cambiar el cable según condición	1.500	1 Técnico Electricista
15.2.1.1	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar módulos. Cambiar módulos según condición	1.500	1 Técnico Electricista
16.1.1.1	S	N	N	S	N	S		O2	Inspeccionar en campo el dispositivo, revisión desde el	720	1 Técnico Electricista

COD.MF	EVALUACION DE CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	TIPO DE DECISION	DESCRIPCION DE LA TAREA	FRECUENCIA (HORAS)	RECURSOS HORAS HOMBRE
	H	S	E	O	S1	S2	S3				
					O1	O2	O3				
					N1	N2	N3				
								maestro AS-I, realizar limpieza y ajuste de los conectores de los componentes del circuito.			
16.1.1.2	S	N	N	S	S			O1	Inspeccionar en campo el dispositivo AS-I. Cambiar según condición	3.000	1 Técnico Electricista

6.6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Al analizar las posibles fallas en todos los sistemas y subsistemas de la llenadora se detectaron oportunidades de mejora en nuestro plan de mantenimiento preventivo que se deben mejorar para garantizar la disponibilidad del equipo en el estándar establecido por la compañía, por tal motivo es necesario actualizar el plan de mantenimiento incluyendo nuevas actividades obtenidas del RCM.

Ilustración 23. Hoja de ruta plan de Mantenimiento

Modif.hoja ruta p.equipo: Res.paquetes mantenimiento

Paquete mantenimiento preventivo Propia Externo Cab. Plan

Equipo 519558 LLENADORA
GrHRuta 15612 LLENADORA ContGpoHR 1

Resumen oper.paquetes mant.prev.

Op.	SOp	Descripción operación	1D	7D	14	1M	2M	3M	4M	6M	1A	2A	3A	4A	5A	6A	8A	DA
0010		Comprobar estanqueidad servoaccionamient	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0020		Revisar o sustituir los servoaccionamien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0030		Comprobación de los servoaccionamientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0040		Comprobar el estado técnico de la máquin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0050		Compruebe las toberas de pulverización,	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0060		Comprobar tuberías, válvulas, filtros, a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0070		Comprobar la válvula reguladora de produ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0080		Comprobar la sujecion, los daños y el fu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0090		Comprobar las puertas del resguardo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0100		Comprobar el cambio de función de las cá	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0110		Sustituir el filtro de poliéster y limpi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0120		Sustituir el vellón filtrante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0130		Comprobar las barreras de luz, las barre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0140		Comprobar las juntas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0150		Comprobar los insertos de los colectores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0160		Comprobar las tuberías y sus conexiones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0170		Comprobar las superficies de deslizamien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0180		Comprobar estrellas, curvas, bloqueadore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0190		Comprobar el cárter y las juntas de los	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Compte. REO MAF CarIns Entrada [1] / 32

De igual manera se actualizó la hoja de inspección de la llenadora con el fin de que los técnicos y operadores la realicen al inicio de turno, para que el planeador de mantenimiento programe la corrección de las averías detectadas.

Ilustración 24. Formato hoja de Inspección Anterior

<i>Postobon S.A.</i>		FORMATO HOJA DE INSPECCIÓN																				NORMAL <input checked="" type="checkbox"/>										
																						ANORMAL <input checked="" type="checkbox"/>										
PLANTA: POSTOBON MALAMBO																		MES: ENERO														
EQUIPO: LLENADORA DE BOTELLAS						COD: 519558				LÍNEA: PET 6						AÑO: 2017																
TECNICO: FABIO ROJANO																																
No.	DESCRIPCIÓN	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	Revisión valvula de llenado																															
2	Revisar estado de servomotores																															
3	Verificar estado de sensores y electrovalvulas																															
4	Estado de estrella de entrada y salida																															
5	Estado de filtro																															
6	Estado de enfriador de fondo																															
7																																
8																																
9																																
10																																
11																																
12																																
13																																
14																																
16																																
17																																
18																																

7. CONCLUSIÓN

El plan de mantenimiento basado en confiabilidad (RCM), permitirá que la llenadora K132-805 sea confiable y que tenga una eficiencia mecánica dentro de los estándares de la compañía, también la eliminación del posible sobre costo del producto debido a paros no programados.

Se identificaron todos los sistemas, subsistemas y elementos que componen la llenadora K132805, con el fin de realizar un análisis detallado de los posibles modos de falla, y poder establecer las tareas de mantenimiento para garantizar la confiabilidad de la máquina.

Con el análisis del comportamiento de la llenadora K 132 805 en un periodo de tiempo, se puede identificar con claridad cuáles son los sistemas más propensos a fallar.

El análisis estadístico de las fallas presentadas por cada sistema permite encontrar cuales son las de mayor frecuencia e incidencia en el correcto funcionamiento de la llenadora K 132 805.

Se realizó un análisis de modo de falla y efecto AMEF de los sistemas y subsistemas soportado en los registros históricos de las fallas y recomendaciones del fabricante.

Se determinó el comportamiento, el contexto operativo del sistema dentro de las fronteras, además se discriminó el sistema por grupos de componentes y para cada uno se determinó su comportamiento estableciendo funciones, el contexto operativo dentro del sistema y su impacto social, económico, ambiental y humano.

La implementación de RCM permite la interacción y el trabajo mancomunado entre el departamento de maquinaria y producción, lo que afianza el conocimiento de los equipos en todo el personal, su correcto funcionamiento y los modos de falla, lo que se traduce a su vez en la correcta actualización de planes de mantenimiento y definición de estándares de funcionamiento.

Postobón S.A a nivel nacional cuenta con 5 llenadoras de características similares a la llenadora K132805, en las cuales se ha potencializado la aplicación del plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).

BIBLIOGRAFIA

BALLESTEROS R; Francisco. La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial. Pag2.

BECERRA, Fabiana. Gestión del mantenimiento. [en línea] disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/GestionBecerra.pdf>)

Editorial RENOVETEC. Mantenimiento correctivo. Organización y gestión de la reparación de averías. Pág7.

Editorial RENOVETEC. Mantenimiento correctivo. Organización y gestión de la reparación de averías. Pág9.

FIBERTEL, Juan. *RCM – Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/rcm-mantenimiento-centrado-en-confiabilidad/>

GARCIA G; Santiago. Tipos de mantenimiento. (Disponible en: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tiposdemantenimiento.html>)

GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 28.

GONZALEZ, Yrmeric. Mantenimiento 1, evolución del mantenimiento. 2011

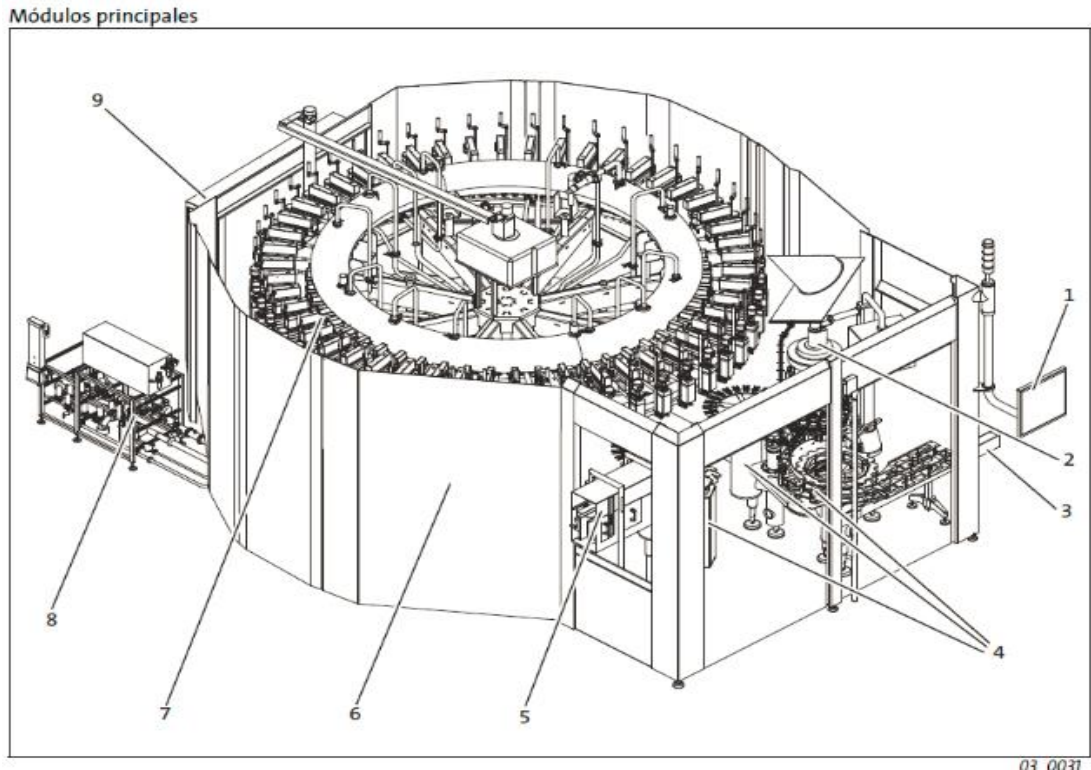
MOUBRAY, Jhon. About RCM. Aladon Inglaterra, 2001.

MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM II. Edición en Español. Asheville: Alandon LLC, 2004. pp. 202 - 206.

RENOVETEC. Plan de mantenimiento basado en RCM. 2013

ANEXOS

ANEXO A. ESQUEMA DE LLENADORA K132 805



1. Panel Operador (HMI).
2. Sistema de sujeción por el cuello.
3. Transportador de salida Botellas llenas.
4. Estrellas de Transferencia.
5. Transportador de Entrada de botellas Vacías.
6. Guardas de seguridad.
7. Carrusel de llenado.
8. Terminal de Válvulas y red de Tuberías.
9. Tablero de Potencia y control.

ANEXO B. MODULO DE MANTENIMIENTO SAP PM

Visualizar aviso-MT: Aviso de avería

M2 |

Status mensaje:

Orden:

Objeto de referencia

Ubic.téc.	<input type="text" value="0111-GAS L6 PET K..."/>	LINEA DE ENVASADO PET No.6 KRONES
Equipo	<input type="text" value="519558"/>	LLENADORA
Conjunto	<input type="text"/>	

Circunstancias

Descripción:

Circunst.txt.explic.:

Responsabilidades

Grupo planif.	<input type="text" value="030"/> / <input type="text" value="0111"/>	Jefe Mantto Maquin
Pto.tbjo.resp.	<input type="text" value="JEMANMQG"/> / <input type="text" value="0111"/>	JEFE MANTENIMIENTO MAQUINARIA GASEOSA
Responsable	<input type="text"/>	
Autor del aviso	<input type="text" value="JANTEQUERA"/>	Fecha de aviso: <input type="text" value="20.06.2016"/> <input type="text" value="11:28:24"/>

Visualizar Orden de mantenimiento correctivo 10363968: Cabecera centra

Orden: REALIZAR MTTO DE PINZAS PORTA BOTELLAS

REALIZAR MTTO DE PINZAS PORTA BOTELLAS

Stat.sist. CTEC NOTI KMMP NLIQ PREC

Datos cab. Oper. Componentes Costes Interloc. Objetos Datos adic. Emplaz. Planific.

Responsable

Gpo.plan. / Jefe Mantto Maquin

Rs.pto.tr. / JEFE MANTENIMI...

Aviso

Costes COP

Cl.actv.PM Reparación em...

EstdInstal

Dirección

Fechas

Inic.extr. Prioridad

Fin extr. Revisión

Objeto de referencia

Ubic.técn. LINEA DE ENVASADO PET No.6 KRONES

Equipo LLENADORA

Conjunto

Notificación global

Tiempos Actividades Movimientos de mercancías

Orden: REALIZAR MTTO DE PINZAS PORTA BOTELLA ✓

Operación

Notificación tiempo

Notificación	Op...	Sb...	D..	Tbjo.real	Un.	N	C	N	Psto	Tbjo	Ce.	ClAct	C..	Fe.contab.	Nº pers.	Cl.sal	Tbjo.res
19975596	0010				HRA	✓	✓	JEMANMQG	0111					21.11.2017			

Dat.real.

Modif.hoja ruta p.equipo: Res.paquetes mantenimiento

Paquete mantenimiento preventivo Propia Externo Cab. Plan

Equipo 519558 LLENADORA
GrHRuta 15612 LLENADORA ContGrpoHR 1

Resumen oper.paquetes mant.prev.

Op.	SOp	Descripción operación	1D	7D	14	1M	2M	3M	4M	6M	1A	2A	3A	4A	5A	6A	8A	DA
0010		Comprobar estanqueidad servoaccionamien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0020		Revisar o sustituir los servoaccionamien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0030		Comprobación de los servoaccionamientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0040		Comprobar el estado técnico de la máquin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0050		Compruebe las toberas de pulverización,	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0060		Comprobar tuberías, válvulas, filtros, a	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0070		Comprobar la válvula reguladora de produ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0080		Comprobar la sujecion, los daños y el fu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0090		Comprobar las puertas del resguardo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0100		Comprobar el cambio de función de las cá	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0110		Sustituir el filtro de poliéster y limpi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0120		Sustituir el vellón filtrante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0130		Comprobar las barreras de luz, las barre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0140		Comprobar las juntas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0150		Comprobar los insertos de los colectores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0160		Comprobar las tuberías y sus conexiones.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0170		Comprobar las superficies de deslizamien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0180		Comprobar estrellas, curvas, bloqueadore	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0190		Comprobar el cárter y las juntas de los	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Compte. REO MAF CarIns Entrada 1 / 32