

**PLAN DE MANTENIMIENTO PROACTIVO BASADO EN RCM PARA LOS
SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN Y SELLADO DE LA MÁQUINA ASÉPTICA
ENVASADORA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS (ESSI A3)**

DIEGO FERNANDO TARAZONA PINZÓN

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2013

**PLAN DE MANTENIMIENTO PROACTIVO BASADO EN RCM PARA LOS
SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN Y SELLADO DE LA MÁQUINA ASÉPTICA
ENVASADORA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS (ESSI A3)**

DIEGO FERNANDO TARAZONA PINZÓN

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

Director

MAURICIO BRIÑEZ RODRÍGUEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

2013

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GENERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. MARCO DE REFERENCIA	19
3.1 MARCO TEÓRICO	19
3.1.1 El mantenimiento proactivo	19
3.1.2 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)	20
3.1.2.1 Contexto operacional	23
3.1.3 El envasado aséptico de la leche y otros productos	26
3.1.4 La Tecnología Aséptica	28
3.2 MARCO CONCEPTUAL	32
3.3 MARCO LEGAL	34
3.4 MARCO CONTEXTUAL	36
3.4.1 El sector lácteo en Colombia	36
4. DESARROLLO TEMÁTICO DEL PROYECTO	40
4.1 LA EMPRESA ESSI, S.A.	40
4.2 LA MÁQUINA ASÉPTICA, ESSI, A3	44
4.2.1 Descripción general	44
4.2.1.1 Dimensiones de la máquina	46
4.2.1.2 Características técnicas generales	46
4.2.1.3 Materiales de Envase	46
4.2.1 Sistemas	47
4.2.2.1 Sistema eléctrico y de control	47
4.2.2.2 Sistema de vapor	48
4.2.2.3 Sistema de lavado CIP	49
4.2.2.4 Sistema de limpieza de polietileno y formado del sachet	49
4.2.2.5 Sistema de sellados	50

4.2.2.6 Sistema de dosificación de producto	51
4.2.3 Descripción de operación del equipo	52
4.2.3.1 Rutina de limpieza	52
4.2.3.1.1 Limpieza interna (CIP)	53
4.2.3.2 Rutina de Esterilización	55
4.2.3.3 Rutina de producción	55
4.2.3.3.1 Condiciones de trabajo	55
4.2.3.3.2 Ajustes	57
4.2.3.3.3 Ingreso a cabezal y envasado	58
5. APLICACIÓN DE RCM A LOS SISTEMAS CRITICOS DE LA MAQUINA ASEPTICA ESSI A3.	61
RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	71

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Etapas de implementación del RCM	pág. 22
---	------------

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Pasos a seguir en el RCM	25
Figura 2. Proceso UHT y pasteurización	30
Figura 3. Producción de leche en finca	39
Figura 4. Pantalla de operación cabezal A de envasado	60
Figura 5. Pantalla de control de producción	60
Figura 6. Etapas del proceso de aplicación del análisis RCM	62

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Características, contexto operacional y fronteras de los sub-sistemas analizados	71
Anexo B. Matriz de Riesgos	73
Anexo C. Árbol lógico de decisión	74
Anexo D. Análisis RCM sistema de sellado maquina aséptica ESSI A3 (Sub-Sistema Neumático)	75
Anexo E. Análisis RCM sistema de sellado maquina aséptica ESSI A3 (Sub-Sistema Eléctrico)	77
Anexo F. Análisis RCM sistema de sellado maquina aséptica ESSI A3	78
Anexo G. Análisis RCM sistema de sellado maquina aséptica ESSI A3	80
Anexo H. Análisis RCM sistema de dosificación maquina aséptica ESSI A3 (Sub-Sistema Neumático)	81
Anexo I. Análisis RCM sistema de dosificación maquina aséptica ESSI A3	83
Anexo J. Análisis RCM sistema de dosificación maquina aséptica ESSI A3	84
Anexo K. Listado de componentes sugeridos como stock mínimo de repuestos	85
Anexo L. Formato de inspecciones diarias pre-operacionales	88
Anexo M. Rutina de intervención	89
Anexo N. Planos eléctricos sistema de sellado	90
Anexo O. Planos eléctricos sistema de sellado	91
Anexo P. Esquema sistema de refrigeración de mordazas	92
Anexo Q. Planos neumáticos sistema de dosificación	93

RESUMEN

TITULO: PLAN DE MANTENIMIENTO PROACTIVO BASADO EN RCM PARA LOS SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN Y SELLADO DE LA MÁQUINA ASÉPTICA ENVASADORA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS (ESSI A3).*

AUTOR: DIEGO FERNANDO TARAZONA PINZON.**

PALABRAS CLAVES: CONFIABILIDAD, MANTENIBILIDAD, ESSI S.A.S., MAQUINA ASCEPTICA, RCM, MANTENIMIENTO PROACTIVO.

DESCRIPCION DEL CONTENIDO: En esta monografía se desarrolla un programa de rutinas de mantenimiento proactivo a partir de la aplicación de la metodología RCM que asegura la confiabilidad de los sistemas críticos de la máquina aséptica ESSI A3 en el proceso de empaque de productos líquidos alimenticios, fabricada por la empresa ESSI S.A.S... Por medio de este modelo, la industria de productos lácteos y demás derivados, pueden diagnosticar las condiciones óptimas de funcionamiento y de salubridad necesarias para el embalaje de todo tipo de productos, aumentando la confiabilidad del equipo en cualquier procedimiento. La importancia de la máquina se puede abordar desde distintos aspectos. En primer lugar, al ser el último equipo de la cadena productiva en tener contacto directo con el producto estéril, obliga a que sus condiciones de operación, mantenimiento y calidad sean las más rigurosas. En segundo lugar, analizando el impacto de la misma en los costos globales del ejercicio productivo se observan los costos a causa de consumos de los servicios necesarios para el funcionamiento del equipo, la tasa de empaque de productos terminados, el nivel de conocimiento técnico necesario por el personal operativo para la preparación y operación del equipo, así como las pérdidas horas hombre, horas máquina e insumos por re-procesos y paradas de equipo son argumento suficiente para catalogar al equipo como de alto nivel de criticidad; en tercer lugar; es considerar el impacto en la calidad de la producción que este equipo puede tener.

* Proyecto de Grado

** Facultad: Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela: Ingeniería Mecánica
Director: Mauricio Briñez Rodríguez

ABSTRACT

TITLE: PROACTIVE MAINTENANCE PLAN BASED SYSTEMS RCM FOR DOSAGE AND SEALING MACHINE FOOD PACKER ASEPTICALLY (ESSI A3). *

AUTHOR: DIEGO FERNANDO TARAZONA PINZON. **

KEYWORDS: RELIABILITY, MAINTAINABILITY, ESSI SAS, ASEPTIC MACHINE, RCM, PROACTIVE MAINTENANCE.

CONTENT DESCRIPTION: This monograph develops a program of proactive maintenance routines from the application of the RCM methodology that ensures the reliability of critical systems ESSI machine A3 aseptic packaging process liquid food products, manufactured by the company ESSI SAS .. Through this model, the dairy industry and other derivatives can diagnose optimum operating conditions and health required for packing all kinds of products, increasing equipment reliability in any proceeding. The importance of the machine can be approached from different aspects. First, to be the last team of the production chain in direct contact with the sterile product requires that operating conditions, maintenance and quality are the most rigorous. Second, analyzing the impact of it in the overall costs of productive exercise observed costs due to consumption of the services necessary for the operation of the equipment, the rate of finished product packaging, the level of technical knowledge needed by operational staff for the preparation and operation of the equipment and man-hours losses, machine hours and inputs for re-processes and equipment downtime are sufficient grounds to label the team as a high level of criticality, thirdly, is to consider the impact on production quality that this team can have.

* Proyecto de Grado

** Facultad: Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela: Ingeniería Mecánica

Director: Mauricio Briñez Rodríguez

INTRODUCCIÓN

El sector lácteo en Colombia es de gran importancia para la economía del país con una participación del 10% en el PIB agropecuario y del 24% en el PIB pecuario. Según FEDEGAN, la producción de leche genera 618.000 empleos en el país, de los cuales 520.000 corresponden a sistemas de doble propósito y 98.000 a sistemas de lechería especializada.

Uno de los problemas más recurrentes que enfrentan las empresas procesadoras de lácteos se originan en el envasado y sellado de los productos, el cual al no tener las condiciones óptimas de asepsia, permite su colonización por bacterias patógenas que arruinan el producto, generando cuantiosas pérdidas y la desconfianza de los consumidores en la inocuidad del alimento.

Una solución a esta problemática la propone la empresa ESSI S.A., con la producción de máquinas envasadoras asépticas (ESSI, A3), la cual llena en sachets de polietileno productos alimenticios de consumo masivo. Estas máquinas poseen sistemas que garantizan que los productos empacados estén perfectamente aislados de toda contaminación por gérmenes y bacterias.

Considerando la importancia de la inocuidad alimentaria en la industria láctea, y el aporte que puede hacer el mantenimiento proactivo, se propone un plan de mantenimiento basado en confiabilidad RCM para los sistemas de dosificación y sellado de la máquina aséptica ESSI, A3, el cual contempla una definición de funciones, criticidad, análisis de modos y efectos de fallas funcionales y el programa de mantenimiento proactivo.

El presente documento se estructura en cinco partes, en una primera parte se presenta el problema, los objetivos y la justificación; en una segunda parte se relaciona el marco de referencia, una tercera parte desarrolla los objetivos del trabajo; en un cuarto apartado se presenta el desarrollo de la implementación de la metodología RCM y los resultados; finalmente, la quinta parte incluye las conclusiones y recomendaciones respectivas.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

ESSI SAS, es una empresa establecida en Girón, Santander que presta servicios industriales. Posee tres principales líneas de negocio: el primero, la producción de máquinas envasadoras asépticas para productos alimenticios; el segundo, el suministro de servicios en Ingeniería mecánica, eléctrica y automatización industrial aplicado al diseño, ejecución y evaluación de proyectos de ingeniería; y el tercero la prestación de servicio de mantenimiento OUTSOURCING a empresas de la industria de alimentos, especialmente del sector lácteo.

Una máquina aséptica que llena productos alimenticios en sachets de polietileno, como la que fabrica ESSI, S.A.S., es un equipo con alto nivel de automatización, pues poseen sistemas que garantizan que los productos empacados estén perfectamente aislados de toda contaminación por gérmenes y/o bacterias. Estas máquinas son capaces de empacar en presentaciones de entre 200 ml y 1300 ml y a una rata de 7.200 unidades por hora.

Específicamente el polietileno utilizado para el empaque, los vástagos de las válvulas expuestas al medio ambiente y la cabina de la máquina como tal reciben fuertes lavados químicos previo el inicio de la operación de empaque y luego, durante producción se encuentran bajo constante monitoreo y control de su condición 100% higiénica. En la actualidad ESSI es una de las escasas empresas a nivel mundial dedicado a la fabricación de máquinas asépticas y la única a nivel nacional que diseña, fabrica y comercializa este tipo de maquinaria.

La importancia de la máquina se puede abordar desde distintos aspectos. En primer lugar, al ser el último equipo de la cadena productiva en tener contacto directo con el producto estéril, obliga a que sus condiciones de operación, mantenimiento y calidad sean las más rigurosas. En segundo lugar, analizando el

impacto de la misma en los costos globales del ejercicio productivo se observan los costos a causa de consumos de los servicios necesarios para el funcionamiento del equipo, la rata de empaque de productos terminados, el nivel de conocimiento técnico necesario por el personal operativo para la preparación y operación del equipo, así como las pérdidas horas hombre, horas máquina e insumas por re-procesos y paras de equipo son argumento suficiente para catalogar al equipo como de alto nivel de criticidad; en tercer lugar; no menos importante es considerar el impacto en la calidad de la producción que este equipo puede tener, en este sentido es necesario evaluar los desperdicios, las no conformidades generados, las pérdidas en producto procesado.

Aún con todo lo anteriormente descrito, el nivel de complejidad de la máquina aséptica ESSI A3, sería poco práctico realizar un análisis RCM a todos sus sistemas, componentes y piezas. En base a la constante retro-alimentación con nuestros clientes y la experiencia de más de 10 años en el mercado, es posible conocer con alto nivel de certidumbre que los sistemas de dosificación y sellado son los que concentran la mayor cantidad de fallas potenciales de alto nivel de impacto en el desempeño del equipo y graves consecuencias a la producción.

Lo que el presente proyecto pretende desarrollar es un programa de rutinas de mantenimiento proactivo a partir de la aplicación de la metodología (Reliability Centered Maintenance) RCM que asegure la contabilidad de estos sistemas críticos de la máquina aséptica ESSI A3; posterior a la puesta en práctica de las rutinas y la validación de los hallazgos resultantes del ejercicio, ofrecer este programa a nuestros clientes como valor agregado al producto.

El programa planteado en el presente proyecto no tiene con finalidad sustituir el plan de mantenimiento que la empresa cliente posea para sus equipos de empaque y proceso, todo lo contrario, el resultado del presente proyecto puede ser un perfecto punto de partida o un elemento para integrarse de la mejor manera

a la gestión del mantenimiento. Es un hecho que al implementar el programa de rutinas de mantenimiento proactivo los clientes, a través de sus operarios y técnicos de mantenimiento, podrá asegurar un alto nivel de confiabilidad de la máquina aséptica así como bajos niveles de desperdicios y re-procesos.

A través del desarrollo de este estudio se buscar crear un plan de actividades de mantenimiento que incluyan inspección, revisión, ajuste y/o cambio de piezas que garantice el óptimo funcionamiento de los sistemas críticos de la máquina ESSI A3. La aplicación de este plan redundará en mejorar los índices de contabilidad de la máquina, aumentar la disponibilidad y reducir los costos globales de producción.

Esta información entregada a todos los clientes representa de igual manera un valor agregado al producto y transfiere parte del "know how" que la compañía ha adquirido durante años de desarrollo de máquinas asépticas y como contratista de mantenimiento OUTSOURCING en diversas plantas de proceso de productos lácteos que cuentan con este equipo.

Se delimita el estudio a los sistemas de sellado y dosificación al enfocar los esfuerzos en reducir las fallas potenciales de estos sistemas que, por su criticidad, son quienes mayormente afectan el desempeño y la confiabilidad de la máquina aséptica.

Al observar con mayor profundidad el problema es posible identificar que el sistema de sellado presenta fallas con consecuencias como: por un lado, el sobre-costeo de las órdenes de producción a causa de la variación de peso de las unidades, además de los riesgos de sanciones que los entes reguladores (INVIMA) podrían imponer a las empresas en caso de detectar unidades bajas de peso producidas en planta; por otro lado, las tallas del sistema de sellado se encuentran relacionadas en primer lugar con problemas de filtración en sala de empaque, el incremento de riesgo de contaminación por leche derramada sobre la

máquina y la sala que esto supone; en segundo lugar, las considerables pérdida económicas que representa la merma de producto terminado (unidades empacadas) a causa de abombamiento, acidez y exceso de aire por sellado deficiente.

La frecuencia de aparición de estas fallas crónicas, las consecuencias y los riesgos de las mismas generan la necesidad de poder contar con un programa de rutinas de inspecciones y/o ajustes que garanticen la pronta corrección de las fallas, el control sobre su ocurrencia o la mitigación de sus efectos.

Para quien propone este estudio, el desarrollo de esta investigación aplicada es importante por cuanto se hace un aporte al mejoramiento de los procesos y los equipos que proporciona ESSI S.A., a empresas del sector lácteo, a fin de propiciar operaciones más eficientes y con altos estándares de calidad.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar Los conceptos de RCM para crear un plan de mantenimiento proactivo

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir sus funciones y estándares de funcionamiento de los componentes de los sistemas críticos,
- Realizar un Análisis de Modos y Efectos de Fallas Funcionales.
- Generar informe final con el plan de tareas proactivas de mantenimiento.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 MARCO TEÓRICO

3.1.1 El mantenimiento proactivo. El mantenimiento proactivo es una táctica de mantenimiento orientada a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria. Una vez se han determinado las causas que generan el desgaste, se deben eliminar para evitar que la vida útil medía y el desempeño de la maquinaria se vean reducidos.¹

El mantenimiento proactivo también se define como una metodología en la cual el diagnóstico y las tecnologías de orden predictivo son empleados para lograr aumentos significativos en la vida de los equipos y disminuir las tareas de mantenimiento con el fin de erradicar a controlar las causas de las fallas de las máquinas.

Según Klusman², el mantenimiento proactivo utiliza las acciones correctivas de acuerdo con la criticidad encontrada y con sus efectos potenciales en los sistemas, desarrolla acciones predictivas y preventivas de mantenimiento para detectar y analizar las causas de falla. A su vez, estas acciones incluyen un rediseño o modificación de los equipos para prevenir o eliminar los problemas una vez ocurran.

Los tres pasos para la implementación de una táctica proactiva, con el fin de lograr el éxito en la aplicación son los siguientes:

- Fijar metas y estándares basados en el análisis de causa raíz de las fallas.

¹ MORA, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. Medellín: Editorial COLDI, p. 313.

² KLUSMAN, Robert. Establishing Proactive Maintenance Management. In: Review Journal, USA, 1995, p. 18-20.

- Mantener el control de la causa raíz y conservarla en el tiempo de una manera sostenible.
- Permanente vigilancia microscópica de los elementos de control de la causa raíz, manteniendo dentro de las condiciones estándares.

3.1.2 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM). El mantenimiento centrado en confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades que deben realizarse, con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes en un contexto operacional.

Según Moubray³, "el mantenimiento centrado en confiabilidad es un proceso utilizado para determinar los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo físico en su contexto operacional".

Otra definición dada por Smith⁴, define al mantenimiento centrado en la confiabilidad como "una filosofía de gestión, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, tomando en cuenta los efectos que originaron los modos de falla de estos activos, a la seguridad, el ambiente y a las operaciones".

Los objetivos del RCM son los siguientes:

- Eliminar las averías de las máquinas.

³ MOUBRAY, Jhon. Industrial Press Inc. Reliability Centered Maintenance, RCM II. New York, 1997, p. 4

⁴ SMITH, Antony. Reliability Centered Maintenance. New York, 1998, p. 32.

- Minimizar los costos de mano de obra de reparaciones, en base a un compromiso por parte de los responsables del mantenimiento de la eliminación de fallas de máquinas.
- Anticipar y planificar con precisión las necesidades de mantenimiento.
- Suministrar fuentes de información de la capacidad de producción de la planta a través de la inspección de sus máquinas y equipos.

El RCM, tiene numerosas ventajas en cuanto al aumento de la disponibilidad y de la maquinaria, entre ellas:

- Crea un espíritu crítico en todo el personal (operaciones y mantenimiento) frente a condiciones de fallas y averías.
- Logra importantes reducciones de los costos de mantenimiento.
- Integra las tareas de mantenimiento con su contexto operacional.
- Optimiza la aplicación de las actividades de mantenimiento teniendo en cuenta la criticidad e importancia de los activos dentro del contexto operacional.
- Establece un sistema eficiente de mantenimiento preventivo.

La implementación del RCM, conlleva las siguientes etapas en el proceso:

1. Formación del equipo normal de trabajo.
2. Selección y definición de las áreas y equipos donde se implementará el RCM.
3. Definición de criticidad y selección de los sistemas críticos, estableciendo sus funciones primarias, secundarias y auxiliares.
4. Análisis de las fallas funcionales, reales o potenciales, para cada una de las funciones.
5. Realización del análisis de los modos y de los efectos de las fallas, para determinar los modos de fallas que se presentan en cada falla funcional y para cada función.
6. Selección de las estrategias y procedimiento de mantenimiento con el apoyo del árbol lógico de decisión.

7. Implantación y evaluación del CMD en cada caso.

8. Revisión y monitoreo periódico de todo el esquema general y específico.

En la siguiente tabla se especifican las etapas a seguir en la implementación global del RCM.

Tabla 1. Etapas de implementación del RCM.

1. Planeación	<ul style="list-style-type: none">• Activos físicos a trabajar bajo RCM.• Definir recursos físicos y humanos requeridos• Definir cronograma de entrenamiento.• Estudiar integralmente cada activo.
2. Grupos de realización y revisión	<ul style="list-style-type: none">• Debe haber personal de operación, mantenimiento e ingeniería que soporten el proceso.• Los núcleos primarios deben tener al menos seis personas.
3. Facilitadores	<ul style="list-style-type: none">• Análisis exhaustivo y excluyente con todo: funciones, fallas funcionales, modos de fallas, tareas, en todos los equipos críticos y elementos claves.
4. Resultados de análisis RCM	<ul style="list-style-type: none">• Planes de mantenimiento y reparaciones a ser realizadas• Rediseño de procesos de operación.• Control de seguimiento de tareas y operaciones nuevas o rediseñadas.
5. Auditoría e Implementación	<ul style="list-style-type: none">• Revisión integral de nivel gerencial por cada activo terminado.• Auditoría de costos. CMD• Revisión a la luz de las normas internacionales SAE JA 101, SAE JA 1012.• Revisión cada dos años de los activos con modificación o cambios en calidad.

Fuente: MORA, A. 2007, p. 312.

3.1.2.1 Contexto operacional. El contexto operacional hace relación al sitio y características del medio en donde se encuentra ubicado el activo bajo estudio. Este concepto afecta y determina las funciones y expectativas de funcionamiento, también incluye en la naturaleza de los modos de fallas que pueden ocurrir, sus efectos, consecuencias, la periodicidad en que ocurren y lo que debe hacerse para mejorarlas.⁵

Al plantear el tema de las fallas que puede tener un equipo, es necesario primero establecer cuáles son las funciones que éste debe realizar, es decir lo que el usuario quiere que haga en el ambiente o contexto operacional en donde se va a desempeñar las funciones son primarias y secundarias.

- Funciones primarias: constituye la razón principal por la cual se compró el activo, debe definirse tan precisamente como sea posible de acuerdo a parámetros de funcionamiento del activo como son velocidad, volumen, calidad y capacidad de almacenamiento.
- Funciones secundarias: son funciones adicionales que el activo físico puede realizar además de las primarias, tales como seguridad, control, apariencia, protección, economía, eficiencia, integridad estructural y ambiental.

Descripción de fallas funcionales. Las fallas funcionales representan la incapacidad de cualquier activo físico para cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario. Es necesario preliminarmente identificar las circunstancias que llevan a la falla y qué eventos pueden causar que el activo falle. El RCM, define los estados de falla como falla funcional, porque se dan cuando el activo no puede cumplir una función esencial.

⁵ AVILA, Rubén. Fundamentos del Mantenimiento. México: Limusa Editores, 1992, p. 51.

Modos de falla. Se definen como las causas de la pérdida de una función, se analizan para saber cómo actuar cuando esas fallas ocurran, el proceso de evaluar las consecuencias y seleccionar las tareas se aplica a los modos de falla individuales.

Dentro de los modos de falla que tienen una probabilidad razonable de producirse se encuentran, las fallas que se han producido antes en el mismo equipo, o en otro similar; y los modos de falla que ya son objeto de mantenimiento cíclico preventivo, y que se producirían si no se realizara dicho mantenimiento.

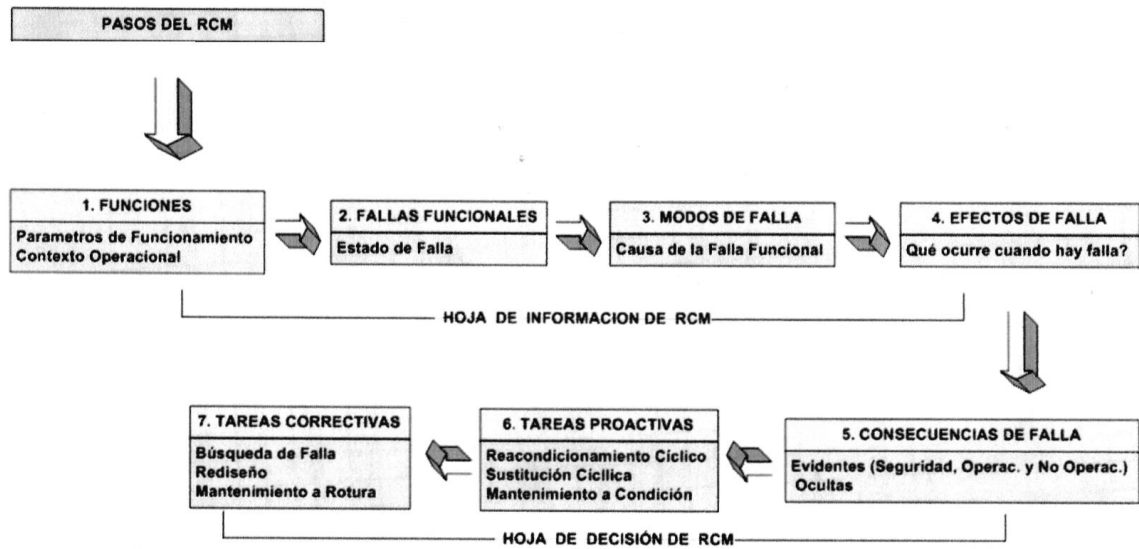
Descripción de efectos de falla. Los efectos de falla se definen como las consecuencias si se produce un modo de falla. La descripción de estos efectos incluye toda la información necesaria para ayudar en la evaluación de las consecuencias de falla.⁶ Para esto debe hacerse constar la evidencia de falla, en donde se describe si la falla es evidente para los operadores, porque va acompañada por efectos físicos como ruido, incendio, humo, vibraciones, vapor, etc. También hay que evaluar los riesgos para la seguridad y el medio ambiente, si existe la posibilidad de que alguien se lesione o muera como consecuencia de la falla, o si al producirse esta, se infrinja una norma ambiental, causándose un impacto medioambiental negativo.

Se considera igualmente los daños secundarios y su efecto sobre la producción, y la acción correctiva que debe hacerse para reparar la falla.

En la siguiente figura se detallan los pasos a seguir en el mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM).

⁶ DÍAZ, Ángel. Confiabilidad en el mantenimiento. Caracas: Ediciones IESA, 1992, p. 48.

Figura 1. Pasos a seguir en el RCM



Los beneficios que reporta el uso del RCM, se relacionan con calidad, tipo de servicio, costo, tiempo y riesgo.⁷

A nivel de la calidad:

- Aumenta la disponibilidad en al menos un 8% por el solo hecho de implementar.
- Elimina las fallas crónicas y elimina las causas raíces.
- Aumenta la flexibilidad operacional.
- La programación de mantenimiento se basa en hechos reales.
- Proporciona un completo conocimiento de las fallas reales y potenciales de la máquina así como de sus causas.

⁷ MORA, Alberto, Op. Cit., p. 369.

A nivel del tipo de servicio, los beneficios son:

- Proporciona un mejor clima organizacional para el trabajo en equipo.
- Ayuda a entender las necesidades y requerimientos de los clientes.
- Disminuye las paradas imprevistas.

A nivel de costo, las ventajas del RCM, son:

- Reduce los niveles de mantenimiento en al menos un 40%.
- Reduce los costos de mantenimiento planeado o no en al menos un 40%.
- Alarga la vida de los equipos para propósitos especiales.
- Todas las actividades de mantenimiento se analizan en un contexto de costo-beneficio.

En cuanto al tiempo, los beneficios del RCM, son:

- Aumenta los tiempos de funcionabilidad de los equipos en al menos un 150% en promedio.
- Reduce o elimina los tiempos de demora en suministros o búsqueda de repuestos.

Los beneficios a nivel de reducción del riesgo son los siguientes:

- Brinda seguridad e integridad ambiental en todo el desarrollo del proceso.
- Reduce al mínimo la posibilidad de fallas en cadena o superpuestas.

3.1.3 El envasado aséptico de la leche y otros productos. En los años 40 del siglo pasado, se desarrolló un tipo de envase de cartón para la leche, cuyo objetivo básico era formación de envases y su llenado simultáneo en un proceso

continuo; proteger la bebida de la luz, oxidación de forma que conserve el sabor y el valor nutritivo inicial, y conservar en esas condiciones la bebida durante un largo período de tiempo, sin necesidad de cadena de frío. Inició así lo que hoy conocemos como envasado aséptico.

El llenado aséptico de productos consta de dos etapas definidas: En primer lugar, el tratamiento térmico del producto, y el envasado aséptico como tal, implementado con el fin impedir que las bacterias se propaguen y arruinen el producto.

El tratamiento térmico de la leche comprende la pasteurización y la esterilización. La pasteurización es un tratamiento tecnológico aplicado a un producto con el objeto de minimizar los riesgos para la salud asociados a bacterias y patógenos presentes en la leche, mediante un tratamiento térmico que produzca a la vez los mínimos cambios químicos, físicos y organolépticos en el producto.

Los tipos de pasteurización son:

- Pasteurización baja a 60° y por 30 minutos, propio para envases abiertos y discontinuos.
- Pasteurización media, entre 70-72° C, tiempo de 15 a 30 segundos.
- Pasteurización alta entre 83 a 85° C, tiempo de 15 a 20 segundos.

En cuanto al proceso de esterilización, para la leche se utilizan temperaturas de 140° C, durante cuatro segundos, en bebidas de alta acidez (pH inferior a 4.5) basta con un calentamiento a 72-96 °C, durante un período de cinco a ocho segundos.

La mayoría de microorganismos se desarrollan rápidamente en un medio neutro o ligeramente ácido (pH 5 a 7), mientras que se inhibe su crecimiento si el pH es

menor de 5, por lo que las necesidades de esterilización en bebidas ácidas son menores.

La excepción son las bacterias lácticas que pueden crecer y multiplicarse a un pH de hasta 2.5. Las bacterias formadoras de ácido butírico pueden desarrollarse a un pH de 4 a 4,5. Los mohos y levaduras también pueden resistir y crecer en medios ácidos.

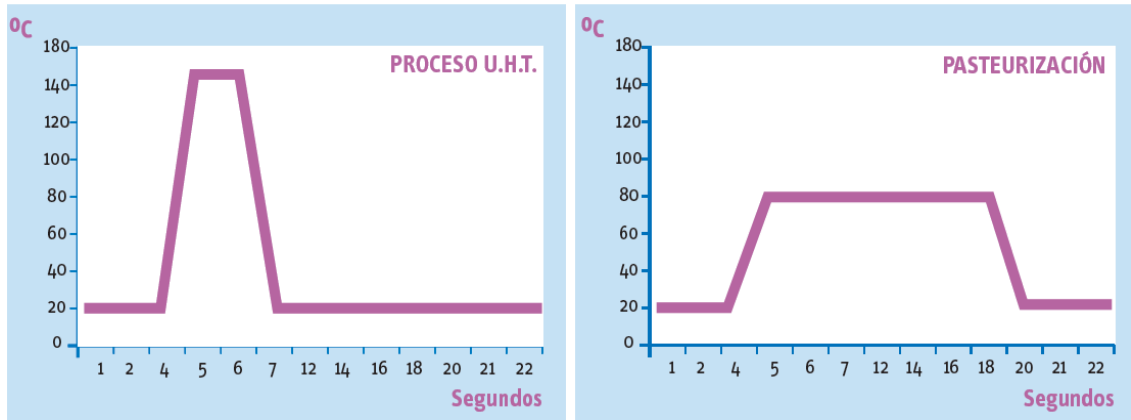
Pasteurización y esterilización hacen parte de la tecnología aséptica, considerada por el Instituto de Tecnología de Alimentos (IFT) de los Estados Unidos como la innovación de los últimos 50 años en el envasado de los alimentos.

Los tres factores a considerar en la tecnología aséptica son el proceso UHT, el envasado aséptico y el envase larga vida.

3.1.4 La Tecnología Aséptica. Es considerada por el Instituto de Tecnología en Alimentos (IFT) de los Estados Unidos como la innovación de los últimos 50 años en la ciencia de los alimentos. A continuación se profundiza en los tres factores que combina dicha tecnología:

- **Proceso U.H.T.** La leche fresca sometida a proceso U.H.T. garantiza al 100 % la destrucción de todos los microorganismos vivos capaces de crecer y multiplicarse, debido a que la temperatura se eleva de 135 a 140 °C por solamente 2 a 4 segundos, para luego enfriarla a temperatura ambiente. Conserva así su sabor, color, consistencia y valor nutritivo por tiempos prolongados (hasta 180 días). Haciendo una comparación con la pasteurización, veremos que durante este proceso se eliminan las bacterias patógenas, más no las esporas. Por otro lado, la duración de la leche pasteurizada es de 4 a 7 días, mientras que la leche larga vida es de 120 a 180 días.

Figura 2. Proceso UHT y pasteurización



Fuente: Tecnología Aséptica. La Revolución en el Procesamiento y Envasado de la Leche. Revista Chilena de Nutrición. Volumen 28, Suplemento Nº1, Enero 2001. P 108

- **Envasado Aséptico.** Es el paso que sigue al proceso U.H.T. con el que se garantiza la calidad microbiológica de la leche, 100 % libre de contaminantes manteniendo su valor nutritivo sin necesidad de conservantes ni refrigeración. En la actualidad existen diferentes sistemas de envasado aséptico, pero vamos a describir el método de “forma-llenado-sellado”, por ser el mejor en tecnología de envase y el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) como esterilizador del material del envase. Una vez terminado el proceso U.H.T, la leche es conducida hasta la máquina de envasado por un sistema de tuberías cerrado y esterilizado.

Luego, se realiza el llenado en forma continua en un envase previamente esterilizado, para que quede herméticamente sellado. Existe una etapa previa al sistema de envasado aséptico, que consiste en la esterilización del material del envase, que se realiza por medios químicos, empleando para tal efecto peróxido de hidrógeno (agua oxigenada). El peróxido de hidrógeno se aplica al material de envase de acuerdo al equipo de envasado aséptico, ya sea con sistema de rodillo o baño de inmersión. La siguiente etapa consiste en el llenado en un medio ambiente estéril. Para ello se requiere que las superficies estén limpias y, por supuesto, que la máquina esterilice solo con calor o a través de una combinación

de calor y peróxido de hidrógeno. Por último, para mantener las condiciones estériles durante la producción, se usa una sobre-presión de aire esterilizado para sellar el área en la cual se forman, llenan y sellan los envases. La esterilización del aire puede obtenerse por filtración, utilizando filtros HEPA (high efficiency particular air).

• **Envase larga vida.** Luego del envasado aséptico nos referiremos al envase, cuyo material debe garantizar lo siguiente:

- Preservación del alimento.
- Calidad nutricional del alimento.
- Ausencia de sustancias tóxicas provenientes del material de envase.
- Protección de agresiones físicas, como luz y calor.
- Rigidez para evitar contaminaciones.
- Integridad del producto durante su transporte y almacenamiento.
- Facilidad de manipulación, apertura y almacenamiento.
- Preservación del sabor y aroma.
- Protección de las vitaminas sensibles a la luz.
- Que no sea dañino para el medio ambiente.

El envase larga vida es la combinación de diferentes materiales que le dan las características mencionadas. Una de sus principales ventajas es que se puede esterilizar. Además, el polietileno es inerte en contacto con el alimento y resistente al calor.

Ventajas de la leche fresca U.H.T en envases larga vida. Existen ventajas de la leche fresca en envases larga vida que hay que recalcar debido a los beneficios que otorga al consumidor:

- Se mantiene el valor nutritivo de la leche.
- Es 100 % natural, sin requerir preservantes.

- Permite la protección de agresiones físicas como la luz y el calor.
- Libre de microorganismos patógenos y esporulados.
- Protección de las vitaminas sensibles a la luz.
- Hay menor oxidación de las grasas, aumentando la vida útil y evitando la formación de radicales libres.
- Hay una mayor digestibilidad de las proteínas debido a la desnaturalización de éstas.
- Conserva el verdadero sabor y color de la leche de vaca.
- No requiere agregar agua.
- Mayor tiempo de conservación: hasta 180 días.
- No sufre cambios durante el transporte y el almacenamiento.

Es importante recalcar que la combinación del proceso U.H.T. con el envasado aséptico y el envase larga vida, garantizan que la leche fresca, llamada precisamente larga vida, conserve todas las características organolépticas y valor nutritivo descritos anteriormente, razón por la cual se recomienda su consumo especialmente a niños a partir de los dos años de edad, por ser el alimento más completo que existe.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

CONFIABILIDAD: probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña, durante un período de tiempo específico y bajo condiciones normales de operaciones ambientales y del entorno.

CRITÍCIDAD: es una herramienta de orientación efectiva para la toma de decisiones sobre a qué parte de la industria se deben priorizar las actividades de mantenimiento. La criticidad consiste en determinar o clasificar los equipos existentes según la importancia que tienen para cumplir los objetivos de la industria.

EFECTOS DE FALLA: consecuencia o hecho que sucede cuando se produce un modo de falla, lo que pasaría si ocurriera una falla.

EQUIPOS CRÍTICOS: son aquellos que al fallar pueden afectar la seguridad del personal, entorno ambiental, provocar un paro de la producción o incrementar el costo de mantenimiento.

FALLAS FUNCIONALES; incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario.

FMECA: programa organizado RCM, utilizado para el ejercicio integral y específico del mantenimiento centrado en la confiabilidad.

FUNCIONES PRIMARIAS: razones principales por las cuales se compra un equipo o activo, por ejemplo: velocidad, volumen, calidad, capacidad.

FUNCIONES SECUNDARIAS: son las funciones adicionales que un activo físico puede realizar además de las funciones primarias, como seguridad, control, protección, economía, eficiencia.

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO: conjunto de actividades necesarias para mantener los equipos e instalaciones en condiciones adecuadas para la función para las que fueron creadas: además de mejorar la producción buscando su máxima disponibilidad y confiabilidad.

MANTENIMIENTO PROACTIVO: táctica de mantenimiento dirigida a la detección y corrección de las causas que genera el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria.

MODOS DE FALLA: son las causas de la pérdida de una función, se analizan para considerar cómo actuar cuando ocurren.

RCM (*Reliability Centered Maintenance*): proceso utilizado para determinar lo que debe hacerse para asegurar que cualquier recurso físico continúe realizando lo que se espera de él.

3.3 MARCO LEGAL

- **NORMA SAE JA1011 Y JA1012**

El estándar SAE JA1011 es un estándar basado en el informe de F. Stanley Nowlan y Howard F. Heap publicado por el departamento de Defensa de los Estados Unidos en 1978, donde se provee la primera discusión del mantenimiento centrado en la confiabilidad. Este mantenimiento es denominado RCM por sus siglas en inglés (*Reliability Centered Maintenance*) donde se buscaba que el RCM fuera tratado como una disciplina lógica para el desarrollo de programas de mantenimiento programado, donde el objetivo de esta disciplina era llegar a la confiabilidad sistémica del activo teniendo en cuenta las funciones para las cuales fue diseñado y bajo un panorama de un mínimo costo en su ciclo de vida. En este documento se definió que cada una de las tareas de mantenimiento deben ser generadas por una razón explícita e identificable, las consecuencias de cada posibilidad de falla deben ser evaluadas y las fallas deben ser clasificadas de acuerdo a la gravedad de sus consecuencias.

El RCM también fue ampliamente usado por otras industrias diferentes a las de la aviación y su creciente uso hizo que la SAE creara el estándar SAE JA1011 (“*Evaluation Criteria for RCM Processes*”) donde se buscaba dar unas pautas para saber si un proceso es o no es RCM, el estándar SAE JA1012 (“*A Guide to the Reliability Centered Maintenance (RCM) standard*”) nació para aclarar cada uno de los criterios listados en el estándar SAE JA1011 adicionando las mejoras que se le

hicieron al estándar SAE JA1011 y el orden en que deben ser manejadas para llevar exitosamente un proceso RCM.

- **NORMA SAE J1739**

El análisis de modos y efectos de fallas y el análisis de modos, efectos y criticidad de falla FMEA y FMECA en inglés respectivamente son metodologías diseñadas para identificar potenciales modos de fallas para un producto o proceso, para evaluar el riesgo asociado a esos modos de fallas, clasificarlos en términos de importancia y finalmente identificar las acciones preventivas o correctivas que al ser puestas en marcha podrán eliminar o reducir los mayores riesgos.

Aunque el propósito, terminología y otros detalles pueden variar de acuerdo al tipo (por ejemplo, FMEA de procesos o PFMEA, FMEA de diseños o DFMEA, FMEA de producto o FMECA, etc.), la metodología básica es similar para todos. El estándar J1739 que especifica los requisitos y recomendaciones a reportar durante la aplicación del FMEA y FMECA.

- **DECRETO 3075 DE 1997**

Regula las actividades que pueden generar factores de riesgo por el consumo de alimentos, hace alusión a mantenimiento de equipos, áreas locativas y utensilios. Este decreto imparte los lineamientos de las buenas prácticas de manufactura (BPM) y sus principales objetivos son:

- Garantizar que procesos de fabricación se encuentran escritos, definidos y sean revisados sistemáticamente a la luz de la experiencia.
- Asegurar la certificación de equipos y validación de los procesos.
- Exigir los recursos necesarios para la correcta elaboración de los productos.
- Verificar la redacción de los procedimientos. Deben tener un lenguaje claro e inequívoco y ser específicamente aplicables a los medios de producción disponibles.

- Mantener registros durante las etapas de fabricación/producción, a fin de demostrar que todas las operaciones exigidas por los procedimientos definidos han sido en realidad efectuados y que la cantidad y calidad del producto son las previstas.
- Registrar e investigar exhaustivamente cualquier desviación significativa.
- Mantener los registros referentes a la fabricación y distribución de los productos de tal manera que sean completos y accesibles a fin de permitir el completo seguimiento de un lote.
- Asegurar que el almacenamiento y la distribución de los productos sean adecuados para reducir al mínimo cualquier riesgo de disminución de la calidad.
- Establecer un sistema que posibilite el retiro de cualquier producto, sea en la etapa de distribución o venta.
- Posibilitar el estudio de todo reclamo contra un producto ya comercializado, y las causas de los defectos de calidad; adoptar medidas apropiadas con respecto a los productos defectuosos para prevenir que los defectos se repitan.

3.4 MARCO CONTEXTUAL

3.4.1 El sector lácteo en Colombia. El sector lácteo ha experimentado en los últimos años el crecimiento de inversiones y la llegada de nuevos competidores extranjeros. Es el sector más grande de los dedicados a la elaboración de alimentos y bebidas en el país.

A nivel del procesamiento de la leche los principales problemáticas se relacionan con los costos de producción, el costo de la materia prima, la eficiencia de los procesos, el estado de la maquinaria, el desarrollo de productos y la gestión empresarial. Estas variables importantes que afectan la competitividad; particularmente la edad y el estado de la maquinaria utilizada en los procesos industriales de transformación de la leche, es indicador de su eficiencia. En el país

se presenta obsolescencia de los equipos de algunas industrias, que afectan la calidad del producto, sus costos y competitividad del sector.

Cifras del Sector Lechero. En el año 2003 la producción bruta del sector alcanzó los US\$ 1.100 millones. Cuatro años después, la cadena láctea representó el 3,7% del total del PIB. Por su parte, el gobierno trazó el objetivo de alcanzar una producción de 1,4 millones de toneladas de leche en 2020, aumentando su producción en un 57% en 15 años y así potenciar el perfil exportador del sector.

Tamaño. De acuerdo con Fedegan, en el país existen entre 650 y 700 empresas lácteas. Esa cifra abarca a las grandes, medianas y pequeñas compañías dedicadas a la pasteurización, producción de derivados, queseras y fábricas de dulces.

En el año 2007 el sector lácteo generó 950.000 empleos directos, equivalentes al 25% del total de generados por el sector agropecuario, más del 7% del total nacional. Se estima que el país cuenta con un total de 26.713.304 cabezas de ganado destinadas a la producción cárnica y lechera.

Producción. 6.176 millones de litros de leche producidos por el sector en 2006. Según Proexport, el 35% de esa cifra se destina a la elaboración de productos con valor agregado, como yogur, quesos, helados, leches ácidas y pasteurización.

Consumidor. Aunque la producción ha mostrado una curva de crecimiento sostenido, el consumo se comporta de manera diferente. En 1998 los colombianos consumían 148 kilogramos de leche por año. La cifra decayó en los años siguientes, pero repuntó en 2004, alcanzando los 144 Kg. per cápita. En 2007, sin embargo, bajó hasta 139 kilogramos de leche per cápita. En 2005 se contaba con un total de 143 litros por persona al año. Para 2007, esa cifra aumentó hasta los 166 litros anuales per cápita.

Figura 3. Producción de leche en finca



Fuente: FEDEGÁN - Cálculos Oficina de Planeación

Hasta julio de 2006 un consumidor pagaba, en promedio, \$1.384 por cada litro de leche pasteurizada. Esto representó un incremento de \$282 en un periodo de cuatro años. Bogotá es la ciudad donde se encuentra la leche pasteurizada más barata cuyo precio promedio por litro es de \$1.264. Mientras en Barraquilla se halla la más costosa, con un promedio de \$1.473.

De acuerdo con el Instituto Español de Comercio Exterior, más de la mitad de los consumidores colombianos se sienten atraídos a probar algo nuevo gracias a las degustaciones, las muestras gratis o las experiencias de terceros. De hecho, según esta entidad el 52% de los colombianos prefiere una recomendación de producto. “60% de los colombianos relacionan las marcas con aspectos de su personalidad, lo cual despierta vínculo y lealtad con las mismas”, asegura la misma entidad española.

4. DESARROLLO TEMÁTICO DEL PROYECTO

4.1 LA EMPRESA ESSI S.A.S.

• **Historia.** La empresa ESSI S.A.S. fue establecida por el Ingeniero Mauricio Briñez Rodríguez. En su momento, el Ingeniero Briñez identificó la necesidad que tenían las empresas del sector productivo en cuanto a los servicios de mantenimiento eléctrico y mecánico, los cuales para entonces no garantizaban, los más mínimos índices de disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Analizando las empresas de servicios en ese momento, se genera este emprendimiento principalmente enfocado a la gestión integral del mantenimiento industrial a través del uso de herramientas administrativas contemporáneas.

A continuación se listan algunos de los hechos que han marcado de manera fundamental la historia de la empresa:

- En 1996, se creó la empresa en la ciudad de Bucaramanga; bajo el nombre ESI Eléctricos al Servicio Industrial.
- En 1998, en el mes de Febrero se constituyó como persona jurídica y el nombre cambio a ESSI SAS Electricidad y Servicios Industriales
- En este año se ejecutaban obras menores en el sector residencial y comercial; obras medianas en el sector industrial (Coca Cola – Palmeras de la Costa – Agroince).
- En 1999, se consolidó como empresa prestadora de servicios de Ingeniería – vinculación de personal profesional y tecnologías; adquisición de equipos de medición.

- En el 2000 y 2001, se inicia la adecuación de la sede empresarial en la carrera 26ª Numero 50-72 Nuevo Sotomayor.
- En el 2003, ampliación de los servicios al territorio nacional; Desarrollo de proyectos en la ciudad de Bogotá.
- En el 2004, diseño y fabricación de maquina aséptica; Apertura de la sede de fabricación (Sede B).
- En el 2006, ganadores del premio INNOVA, otorgado por el gobierno nacional.
- En el 2007, adquisición de la sede ubicada en la Carrera 16 C No 60-110 Barrio la Esmeralda en Girón Santander en la cual se unifica el área administrativa y producción.
- En el 2007, Se exporta la primera máquina aséptica (ESSI A2) a Ecuador.
- En el 2008, Certificación del Sistema de Gestión de la calidad de ESSI, ante el ente certificador ICONTEC.
- En el 2008, Activa participación en la Feria Expo-industrial en la ciudad de Bogotá. Como parte de la muestra, se presentó un modelo de envasadora aséptica ESSI A3 y se expusieron las principales características de los sistemas de la máquina.
- En el año 2009, ESSI participa en el proyecto de la hidroeléctrica de Sogamoso a través del montaje de una de las principales subestaciones.

- En el 2010, culmina el montaje de la subestaciones del proyecto de la hidroeléctrica de Sogamoso con excelentes resultados finales y demostrando buen manejo y control de mega-proyectos.

• **Misión.** Somos una compañía Colombiana fabricante de maquinas envasadoras asépticas diseñadas para el llenado de líquidos en película flexible, de gran versatilidad y nivel tecnológico que cuentan con los más altos estándares de calidad y eficiencia internacionales. También prestamos servicios y hacemos desarrollo industrial con respuesta inmediata a las necesidades de nuestros clientes y productos, en las áreas de la ingeniería eléctrica, mecánica y electrónica, dirigida a los sectores energético, agroindustrial, alimentos, bebidas, salud e hidrocarburos; conformada por un equipo interdisciplinario de ingenieros, tecnólogos y técnicos altamente calificados, comprometidos con la organización para la satisfacción del cliente, enfocados en la calidad, innovación y uso adecuado de la tecnología.

• **Visión.** ESSI S.A.S., para el año 2015, poseerá la maquinaria de empaque aséptico más versátil, innovadora, actualizada tecnológicamente y competitiva del mercado, adicionalmente diseñaremos y proveeremos líneas completas de proceso UHT, seremos reconocidos como los líderes a nivel nacional y nos transformaremos en una multinacional posicionada en Norte y Centro América, con el respaldo de un equipo humano experto en mecánica y automatización, fortaleciendo la marca ESSI como sello de garantía y calidad en el mundo entero.

• **Principios y valores**

- HONESTIDAD
- SOLIDARIDAD
- RESPONSABILIDAD
- ORGANIZACIÓN
- RESPETO

- CALIDAD
- GENERACION DE VALOR
- CUMPLIMIENTO

- **Política de calidad.** Garantizamos la satisfacción total del cliente a través de la aplicación de un sistema de gestión de calidad que permite el eficaz control de los proyectos y el mejoramiento continuo de los procesos.

- **Objetivos de calidad**

1. Lograr y mantener la satisfacción del cliente.
2. Cumplir con el plan de trabajo pactado con el cliente.
3. Optimizar el tiempo de trabajo del Recurso Humano.
4. Optimizar los recursos asignados a cada obra.
5. Mantener actualizada a la organización sobre el desarrollo de nuevas tecnologías.
6. Asegurar el mejoramiento continuo de la organización.
7. Contar con un equipo de trabajo competente en los diferentes servicios que aporten conocimiento y experiencia en beneficio del cliente y la organización.
8. Hacer más eficiente y rentable la organización.
9. Lograr generación de valor en los procesos de Producción, Servicios de ingeniería y OUTSOURCING.

- **Líneas de negocio**

- Formulación, ejecución y control de proyectos eléctricos, mecánicos y de automatización.
- Fabricación de maquinaria industrial de empaque para el sector de alimentos.
- OUTSOURCING en mantenimiento y prestación de servicio de ingeniería con aplicación industrial y comercial en: Suministro, instalación, montaje y

mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo a equipos eléctricos, mecánicos y de refrigeración⁸.

4.2 LA MÁQUINA ASÉPTICA ESSI A3.

4.2.1 Descripción general.

La máquina aséptica ESSI A3 es un equipo especializado en el empaque de productos alimenticios líquidos estériles con capacidad de realizar este empaque sin afectar la inocuidad o demás características físico-químicas y organolépticas del producto.

Las empacadoras asépticas ESSI están diseñadas para garantizar la conservación de las características microbiológicas y fisicoquímicas de productos líquidos, como leche ultra-pasteurizada y larga vida, por lo tanto es recomendable evaluar periódicamente el mantenimiento del equipo y los procedimientos establecidos de lavado y esterilización.

Se debe tener en cuenta que las buenas prácticas de manufactura y la calidad de los materiales de empaque inciden directamente sobre la vida del producto.

Las máquinas fraccionadoras asépticas ESSI son destinadas al acondicionamiento aséptico de los líquidos tratados por esterilización UHT. Las envasadoras asépticas se caracterizan por que todas las partes activas que determinan las operaciones de formado, llenado y soldadura del sachet son agrupadas en un recinto cerrado, esterilizado en una fase preparatoria y con condiciones asépticas durante toda la producción. Así mismo el material de envase es esterilizado previo al contacto con el producto.

⁸ Tomado del Manual de calidad ESSI S.A.S. MAMC-01 Ver. 4. Bucaramanga 2012.

La alimentación de la maquina aséptica con líquido estéril, puede hacerse a partir de todos los tipos de esterilizadores que existen actualmente. Un pequeño número de interconexiones entre la maquina y el esterilizador tienen que ser previstas para hacerlas funcionar en sincronismo. Las operaciones de esterilización de la maquina son automáticas y se desarrollan sin intervención manual del operario. La preparación de la solución de peróxido de hidrogeno y la colocación de la protección de teflón en las cánulas, así como la instalación de los purgadores de vapor previo a la esterilización se realizan manualmente.

Las empacadoras asépticas ESSI están conformadas por cuerpos de funcionamiento independiente, cada uno de ellos habilitado para empacar unidades de 250 ml. Hasta 1000 ml. Dependiendo de la capacidad de abastecimiento de producto en línea, ya sea directo de un esterilizador o bien sea alimentado desde un tanque aséptico.

A pesar de tener uno o varios cuerpos de envasado, y que cada uno de ellos funciona de manera independiente, comparten una misma condición de asepsia.

La empacadora está habilitada para realizar las operaciones en velocidades variables en cada boca. Esta disposición se da para efectos de aumentar o mantener la producción en las diferentes presentaciones de productos.

El arrastre del plástico, tanto en la fase de Predesarrollo como de desarrollo, es efectuado por un conjunto de transmisión motorizado que garantiza un proceso uniforme.

La alineación del plástico en la sección de conformado es ajustable desde pantalla, el sistema mecánico es accionado por micro-motores que transmiten el movimiento, según las señales de control generadas por el PLC.

La estructura de la empacadora, está totalmente construida en acero inoxidable y otros materiales aptos para el contacto con alimentos; adicionalmente, las soluciones de limpieza y vapor utiliza garantizan la asepsia en los procesos de empaque y una larga vida útil al equipo.

La operación básica en producción, se gestiona desde una pantalla tipo touch-screen, que convierte las instrucciones ingresadas por el usuario, al lenguaje del PLC que controla la empacadora, garantizando un proceso eficiente y seguro.

4.2.1.1 Dimensiones de la máquina

- Altura: 3700 mm
- Ancho: 1125 mm (puertas cerradas)
- Largo: 2450 mm (puertas cerradas)
- Peso: 2950 Kg.

4.2.1.2 Características técnicas generales

- Voltaje requerido: 220 Volts Trifásico.
- Potencia instalada: 20 KW
- Presión de aire comprimido: 120 PSIG.
- Consumo de aire comprimido: 30 CFM para 4800 Bolsas / hora. El aire suministrado a la envasadora debe ser seco, libre de aceites, agua y partículas.
- Consumo de vapor en esterilización 30 Kg/h
- Consumo de vapor en producción 0.8 Kg/h
- Presión de suministro 90 PSIG. Vapor calidad alimenticia.
- Aire estéril (filtrado) (Pre filtro de 33.33% y Filtro HEPA de 99.96%)
- Medio Aséptico: Peróxido de Hidrógeno al 35%
- Volumen tanque peróxido de hidrogeno: 160 litros

4.2.1.3 Materiales de Envase

El acondicionamiento se realiza a partir de una bobina de polietileno termo-soldable, obteniéndose un sachet terminado soldado por tres lados. La utilización de un polietileno apropiado asegura:

- La protección del producto acondicionado contra los efectos del oxígeno y la luz.
- Una gran resistencia mecánica del sachet.
- Minimización de las pérdidas,

Se recomiendan las siguientes especificaciones para las bobinas (rollos de polietileno).

1. Ancho: 322 mm
2. Peso: 20 – 25 Kg
3. Diámetro: 300 mm (para 21 Kg)
4. Bobinado: Tipo 1
5. La taca (para lectura de la foto celda) debe ser impreso con tinta negra y NO obtenido de superposición de colores. Esto para asegurar la lectura correcta.

4.2.2 Sistemas. El equipo es en sí, bastante complejo pero, podríamos subdividirlo en 6 sistemas básicos para detallarlo fácilmente. Los sistemas son:

- Sistema eléctrico y de control
- Sistema de vapor
- Sistema de lavado CIP
- Sistema de limpieza de polietileno y formado del sachet
- Sistema de sellados
- Sistema de dosificación de producto.

4.2.2.1 Sistema eléctrico y de control. De manera análoga a lo que es el sistema nervioso en el cuerpo humano, las órdenes a los actuadores, cilindros neumáticos, válvulas y demás componentes son el resultado de la lógica programada en el PLC la máquina y conducidas a través de cientos de metros de cableado

instalados en la máquina. Así mismo y de manera simultánea el PLC recibe cientos de datos por segundo a través de los múltiples sensores de presión, temperatura, de posición y de niveles que se encuentran instalados en los demás sistemas; a partir de esta información el PLC ordena la modificación de algunos parámetros de acuerdo a condiciones estipuladas desde fábrica dentro de software especialmente diseñado para el equipo.

Es importante hacer notar que estas condiciones en el programa de cómputo corresponden a restricciones que garantizan la conservación de la asepsia de la máquina y es por ello que no están habilitadas para modificación por los operarios. Por otro lado, la alimentación eléctrica de los componentes de la máquina también es función de este sistema. La energía eléctrica llega al tablero eléctrico principal donde es distribuida a los breakers, contactores, relevos, PLC y transformadores; de ahí es conducida a los diferentes componentes, equipos y sub-equipos montados directamente sobre la máquina. Debido a la importancia del tablero eléctrico principal este posee su propio sistema de refrigeración, protecciones eléctricas, indicadores que tiempo real monitorean la calidad de la energía eléctrica y puesta a tierra independiente.

4.2.2.2 Sistema de vapor. El sistema de vapor es muy importante para la máquina ESSI porque él posee tres funciones fundamentales, dos de ellas a realizarse en simultáneo. La primera función del sistema es suministrar vapor a las barreras de vapor situadas en las válvulas CIP, Moduladora y Producto y en los dosificadores de cada cabezal. Estas barreras son las encargadas de impedir el ingreso de gérmenes y bacterias al interior de la máquina a través de los vástagos de las válvulas que durante las múltiples aperturas y cierres se ven expuestos al ambiente. La segunda función del sistema es calentar el aire estéril que ingresa a la cabina y que posibilita que esta permanezca a 42-43 °C. El vapor es transportado hasta un serpentín instalado dentro del ducto de admisión de aire y por conducción transfiere la energía térmica. Estas dos funciones ocurren en

simultáneo durante la rutina de operación de la máquina. La última pero no menos importante función del sistema se cumple durante la rutina de esterilización. Durante esta rutina el sistema es el responsable de la inyección de gran cantidad de vapor a lo largo de todas la tuberías de la máquina; esto ocurre luego del lavado químico con soda cáustica y ácido nítrico y es representa la etapa final del lavado de la máquina. El sistema de vapor está conformado por válvulas de corte, válvulas reguladoras, válvulas de alivio, manómetros, sensores de presión de vapor, trampas de condensado, ductos y tuberías de alta presión entre otros.

4.2.2.3 Sistema de lavado CIP. Como norma internacional, a todo equipo de proceso de alimento se le exige un lavado especial cuya función es el garantizar la eliminación de residuos de anteriores procesos y de micro-organismos que pudieron haberse incubado en los componentes con contacto directo del producto. El Clean In Place (CIP), consiste en dos rutinas de recirculación de soluciones químicas y una tercera rutina de inyección de vapor. En la primera rutina se hace recircular un volumen determinado de soda cáustica diluida al 2,5% en agua a una temperatura de 70 °C por 20 minutos, posteriormente es retirada la solución a través de enjuagues con agua. Luego, inicia la recirculación de la solución de ácido al 2% y a una temperatura de 65 °C por 20 minutos, una vez más, al terminar se enjuaga el equipo con agua. Finalmente, se hace recircular vapor a una presión de 3,5 bares a lo largo de las tuberías y componentes expuestos al contacto con el producto por un tiempo de 60 minutos. Finalizada esta rutina la máquina inicia su rutina de enfriamiento hasta que sus componentes alcanzan la temperatura de producción hasta que en pantalla el usuario recibe el mensaje “LISTO PARA PRODUCIR”. El sistema de lavado CIP está conformado por la respectiva bomba de CIP, los medidores de PH o conductivímetros, las válvulas de corte, el tanque de CIP y las tuberías.

4.2.2.4 Sistema de limpieza de polietileno y formado del sachet. Este sistema es uno de los más complejos de la máquina. Posee dos funciones fundamentales

y que representan el corazón funcional del equipo. En primer lugar, el polietileno utilizado para formar el empaque es alimentado en forma de rollos en la parte trasera de la máquina; una vez allí es conducido a través de una seguidilla de rodillos metálicos llamados “canastillas” que finalmente lo traen hasta la parte frontal de la máquina donde se construye la forma del sachet, es llenada y sellada para producir la unidad. Además de conducir el polietileno, otra función es la de desinfectarlo; esto se logra al sumergirlo por medio de las canastillas al interior de un tanque lleno de peróxido de hidrógeno. Este tanque se encuentra situado en la parte superior trasera de la máquina y contiene un juego de canastillas especialmente diseñadas para soportar el efecto corrosivo del químico. Una vez el polietileno abandona el tanque de peróxido atraviesa dos láminas especialmente dispuestas para “raspar” y “escurrir” el peróxido que se encuentra impregnado en la película plástica. Finalmente, el polietileno pasa al interior de la cabina y el sistema se hace mucho más complejo al colocar en funcionamiento decenas de componentes mecánicos en movimiento cuyo objetivo es generar los dobleces, pliegues y vueltas en el polietileno que a la postre darán forma al sachet. Este sistema está conformado por un centenar de componentes: canastillas, bujes, ruedas de silicona, raspadores, tanque interno de peróxido, decenas de elementos de sujeción y de transmisión de movimiento, sensores de posición y actuadores mecánicos entre otros.

4.2.2.5 Sistema de sellados. Este sistema tiene como objetivo el proveer las costuras verticales y horizontales de la unidad en producción. Los sellados verticales deben solamente soldar ambas caras del polietileno en su extremo lateral mientras que los sellados horizontales deben cortar las unidades a medida que se van produciendo. Desde el punto de vista de calidad de producto y consecuencia de falla este es el sistema más crítico de la máquina. Su desempeño no se puede medir sin afectar directamente la producción y las fallas no se pueden detectar sino hasta que han ocurrido, lo que debido a la alta velocidad de producción, por lo general representa la reiteración de la falla en una

gran cantidad de unidades, o lo que es igual, una gran cantidad de unidades defectuosas. El sistema de sellado es susceptible a desajustes y soltura mecánica ocasionados por la vibración misma de la máquina, malos procedimientos de mantenimiento y operaciones así como desgaste de componentes sometidos a cíclicos impactos y deformaciones ocasionadas por las cargas térmicas que impone la temperatura de cabina. El sistema de sellado se encuentra constituido por componentes neumáticos, tales como cilindros, mangueras y accesorios neumáticos; componentes eléctricos como cableado, terminales, resistencias eléctricas y protecciones; componentes mecánicos como elementos de sujeción en general, acoples mecánicos, prensas de sellado; y componentes hidráulicos del sistema de refrigeración como su bomba sumergible, tanque de agua, válvulas de corte, entre otros. La refrigeración de las mordazas se logra a través de un circuito cerrado de agua helada que es bombeada desde un tanque interno instalado al interior de la máquina hasta el interior de cada una de las mordazas. Las prensas poseen un diseño único e innovador que permite el paso del agua al interior de unos ductos que estas poseen y que transfieren la carga térmica acumulada sin provocar cortos-circuitos entre la resistencia eléctrica y el líquido refrigerante.

4.2.2.6 Sistema de dosificación de producto. El sistema de dosificación cumple una función muy importante, entregar a cada unidad producida precisas y exactas cantidades de producto. La pérdida de esta función tiene similares características a la del anterior sistema mencionado en el sentido que es imposible determinar la falla antes de la ocurrencia de la misma, es decir, es necesaria la constante verificación y control por parte de los operarios del equipo para corregir cualquier desviación en el volumen/peso que se pudiese producir. Una vez más, la elevada velocidad de producción exige que el control sea muy estricto so pena de generar demasiadas unidades defectuosas. El sistema de dosificación está conformado por varios componentes, entre ellos, cilindros neumáticos, actuadores neumáticos electrónicamente controlados, tubo y varilla dosificadores, boquilla de dosificación y empaquetadura.

Los dos últimos sistemas mencionados son el objeto de estudio de la presente investigación.

4.2.3 Descripción de operación del equipo. Las empacadoras ESSI están diseñadas bajo el concepto de envasado aséptico y como tal sus procesos tanto automáticos como manuales están enfocados a garantizar las condiciones y características del producto envasado terminado, para que este a su vez pueda mantenerse dentro de los estándares establecidos en los productos de larga o media vida.

Las principales rutinas de la empacadora pueden resumirse en tres grupos:

1. Rutina de limpieza
2. Rutina de esterilización
3. Rutina de empaqueo (producción).

4.2.3.1 Rutina de limpieza. La limpieza consiste en la eliminación de toda suciedad depositada sobre una superficie determinada. El agua utilizada como vehículo en la preparación de soluciones limpiadoras debería contar con ciertas condiciones ideales: potable, límpida, inodora, incolora y de baja dureza.

No obstante ello nos encontramos siempre con aguas de durezas disímiles, clasificadas según el contenido de sales de calcio (Ca) y de magnesio (Mg) disueltas que poseen:

- Aguas blandas: entre 0 y 150 ppm de Ca y Mg
- Aguas semiduras: entre 150 y 300 ppm de Ca y Mg
- Aguas duras: más de 300 ppm de Ca y Mg

Para la preparación de una solución limpiadora, se utilizará de 97 a 98% de agua con 2 a 3 % del producto elegido; este deberá poseer la propiedad de eliminar la dureza del agua; en caso contrario se incrementara el consumo de productos ácidos para eliminar las deposiciones de las sales insolubles.

En los procesos de elaboración y envasado de productos lácteos, la suciedad resultante está compuesta por grasas, proteínas, sales minerales y azúcares, que conforman la llamada “piedra de leche”, que deben ser removidos rápidamente para evitar su adherencia a la superficie del equipo. Cada uno de estos componentes necesita de determinados productos para que se produzca su remoción:

1. Grasas: Se hacen solubles en soluciones alcalinas, transformándose en jabón (Saponificación).
2. Azúcares: son solubles en agua.
3. Sales minerales: algunas son solubles en agua, mientras otras, insolubles, se precipitan sobre las superficies, debiendo ser removidas con soluciones ácidas.
4. Proteínas: Se solubilizan con soluciones alcalinas.

4.2.3.1.1 Limpieza interna (CIP).

La limpieza y el saneado tienen por objeto asegurar la calidad del producto envasado. La contaminación de los productos alimenticios con microorganismos indeseados puede provenir de operaciones de limpieza y saneado deficientes, que dan lugar a la presencia de una cantidad elevada de bacterias en el producto.

El CIP se desarrolla en forma semiautomática, y aplica para todas las áreas o elementos que están en contacto directo con el producto, tales como: la cara interna de los tubos, dosificadores, empaquetaduras, tanque y válvulas.

El proceso requiere del recurso humano para la preparación de las soluciones de lavado, la verificación de las concentraciones y de la ejecución misma del proceso.

La limpieza CIP consta de las siguientes etapas:

a. Enjuague inicial: Es un enjuague que produce la eliminación de todo residuo que pueda ser desplazado por la acción mecánica con agua, con el fin de optimizar el uso del producto limpiador en la siguiente etapa. Se realiza con agua a temperatura ambiente hasta la eliminación de los residuos gruesos.

b. Lavado alcalino: Elimina totalmente la suciedad depositada sobre las superficies, con el fin de dejarlas perfectamente limpias. Se efectúa con una solución acuosa de un producto limpiador adecuado (comúnmente se utiliza soda cáustica), a temperatura, concentración y tiempo determinados. Además requiere de la acción turbulenta del líquido para producir el efecto de remoción.

c. Enjuague intermedio: Elimina la materia activa del producto utilizado en el lavado alcalino, para evitar la inhibición parcial o total del producto a utilizar en el lavado ácido. Se realiza con agua a temperatura ambiente, hasta que la misma sea neutra (pH 7) o no reaccione con el indicador de alcalinidad (fenolftaleína)

d. Limpieza ácida: El limpiador ácido más común utilizado para eliminar el “sarro”, es el ACIDO NITRICO, catalogado como ácido fuerte y peligroso para su manipulación. Cuenta como ventaja su bajo precio y su poder protector contra la corrosión del acero inoxidable.

e. Enjuague final: Elimina los residuos desprendidos por la acción del lavado ácido. Se realiza con agua a temperatura ambiente, hasta que la misma sea neutra (pH 7), lo que garantiza que las partes internas de la máquina que tienen

contacto con el producto han quedado libres de impurezas y de soluciones químicas.

4.2.3.2 Rutina de Esterilización. Se refiere a la eliminación de todo tipo de microorganismos existentes sobre una superficie perfectamente limpia.

Condiciones para esterilización

- Presión de vapor de 90 PSI en la línea de suministro.
- Presión regulador línea de esterilización 45 PSI (2.8 Bar).
- Solución de Peróxido de hidrógeno (H₂O₂) al 35% de concentración.
- Presión de aire comprimido de 120 PSI en la línea de suministro.
- Presión regulador boquilla de atomización. 25 PSI (1.6 Bar).

En esta etapa se inyecta vapor a la máquina en las condiciones antes descritas logrando así la esterilización del tanque de balance, de las válvulas asépticas así como las tuberías hasta el purgador del final de línea que elimina el condensado. El contacto de vapor está programado en 30 minutos, después de alcanzar una temperatura de 140 °C.

4.2.3.3 Rutina de producción. En la etapa de Envasado se desarrolla el objetivo principal de la Máquina: “Envasar productos líquidos en recipientes estériles con barreras a la luz y al oxígeno, cerrados herméticamente, para su posterior almacenamiento, con el fin de que se asegure la esterilidad comercial sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo ni sus características fisicoquímicas y organolépticas, la cual puede ser comercializada a temperatura ambiente.”

4.2.3.3.1 Condiciones de trabajo

- La máquina no deberá perder en ningún momento, por corto que sea, su presurización.

- No deberán producirse aperturas de tubos y/o equipo que estén o pudiesen estar en contacto con el producto.

- El uso de la PARADA DE EMERGENCIA o la salida de producción en la pantalla implica directamente la despresurización de la cabina, y por consiguiente, se requerirá de un lavado y posterior esterilizado para devolverle a la maquina condiciones óptimas de producción.

- No deben interrumpirse bajo ningún motivo, el suministro de vapor a las barreras de las válvulas asépticas, habiendo producto en la línea o estando la maquina en producción.

- Se requiere el constante suministro de aire comprimido a una presión mínima de 8 bares.

- En caso de pérdida de temperatura en la cabina, se deberá interrumpir el envasado, hasta que se restablezca.

- En el caso de exceso de temperatura (superior a 60 °C) en la cabina, se deberá interrumpir el envasado, avisar al personal técnico y de laboratorio para controlar bacteriológicamente la integridad del filtro HEPA.

- Si se detecta baja temperatura de peróxido pero con una concentración correcta, debe detenerse la producción. Se recomienda realizar bulbos de peróxido* en los tubos de inyección, avisar al personal técnico y supervisores. Una vez restablecida la temperatura, dejar circular el peróxido durante unos minutos, y reiniciar el envasado.

* Bulbo de peróxido es un procedimiento en el cual se sella vertical y horizontalmente una sección de polietileno a lo largo de los dosificadores para posteriormente inundar la sección final y la boquilla con peróxido al 35% por un tiempo de 15 minutos.

- Si se detecta baja concentración de peróxido (inferior al 35%) pero a temperatura correcta se debe detener la producción, dar los avisos pertinentes, recuperar la concentración con peróxido nuevo. Posteriormente, dejar circular unos minutos, hacer bulbos durante 15 minutos y reiniciar el envasado.
- La maquina funcionara siempre con ambos tubos de luz UV encendidos, si alguno de ellos se descompusiesen, deberán repararse a la brevedad.
- En ningún caso debe abrirse una o ambas puertas de la cabina, si una o ambas puertas superiores (tapa baúl) se hallan abiertas.
- Cualquier pérdida de producto en una tubería es una fuente de contaminación peligrosa. Deberán hacerse las reparaciones pertinentes, además de un lavado y esterilización de todo el circuito de la maquina y producto.
- Si se corta o desenhebra el polietileno en alguna boca es necesario detener la producción, realizar la corrección de la falla y finalmente realizar un CIP y esterilización antes de nuevamente iniciar producción.
- Desde la pantalla principal “PRODUCCION” es posible realizar algunos ajustes o simplemente ingresar a cada cabezal.

4.2.3.3.2 Ajustes.

- Ciclaje: Desde esta pantalla se puede ajustar la velocidad de producción de la empacadora (Bolsas por Minuto) para cada una de las bocas. El valor recomendado es de 40 und/min.
- Temperaturas: Aquí tenemos la opción de configurar y verificar las temperaturas de trabajo de la maquina.

- Configuración sellados: Permite acceder a los tiempos de sellado del empalmador, prensas vertical y horizontal.

4.2.3.3.3 Ingreso a cabezal y envasado. Una vez se selecciona el cabezal se accede a una pantalla donde se tiene acceso al ajuste de: intensidad de sellado vertical y horizontal, dosificación, tensión y alineación, presentación, inyección de peróxido y cerrar prensa manualmente; presionando CONTINUAR para se inician los accionamientos de la boca, comenzando con el estirado de plástico.

- Cuenta con la opción de bloquear arrastre para detener la acción del desarrollo si se requiere, según las condiciones de operación.
- Al presionar CONTINUAR nuevamente inicia el sellado vertical. En este punto es recomendable verificar: traslapado, firmeza, adhesión. Si es necesario, ajustar la temperatura de sellado, ingresando valores o incrementando con las flechas respectivas.
- Al presionar CONTINUAR nuevamente, se activa la mordaza horizontal. Es recomendable verificar: que el punto de corte de la mordaza horizontal este realizándose adecuadamente, en caso contrario ajustar la posición de la fotocelda. Si es necesario, ajustar la temperatura de sellado de la misma forma que la vertical.
- Al presionar una vez más CONTINUAR, el dosificador del cabezal abre y comienza el proceso de envasado.
- Repetir el procedimiento para iniciar producción en cada una de las bocas.
- Si existe algún problema de sellado o de codificación presione PARAR y realice los correctivos necesarios

Ajustes necesarios que es posible realizar son: intensidad del sellado vertical y horizontal, dosificación, ajuste de tensión y alineación del polietileno y selección de la presentación a empacar. Todas estas opciones se encuentran disponibles en la pantalla de control de producción.

Figura 4. Pantalla de operación cabezal A de envasado

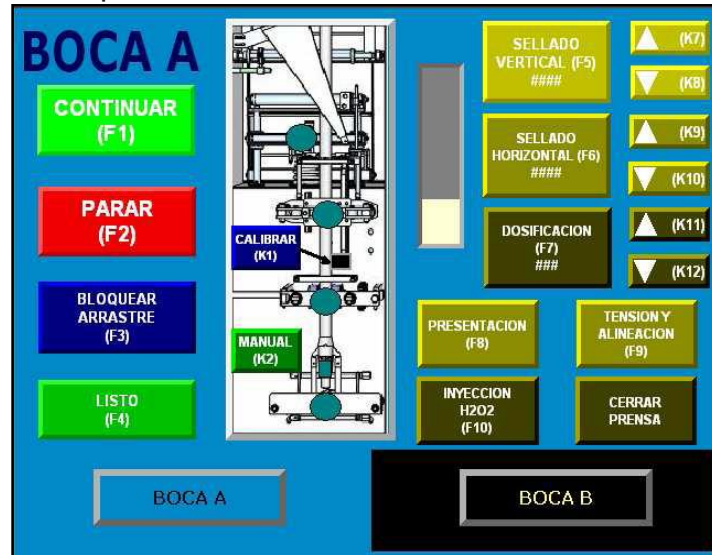


Figura 5. Pantalla de control de producción



5. APLICACIÓN DE RCM A LOS SISTEMAS CRITICOS DE LA MAQUINA ASEPTICA ESSI A3.

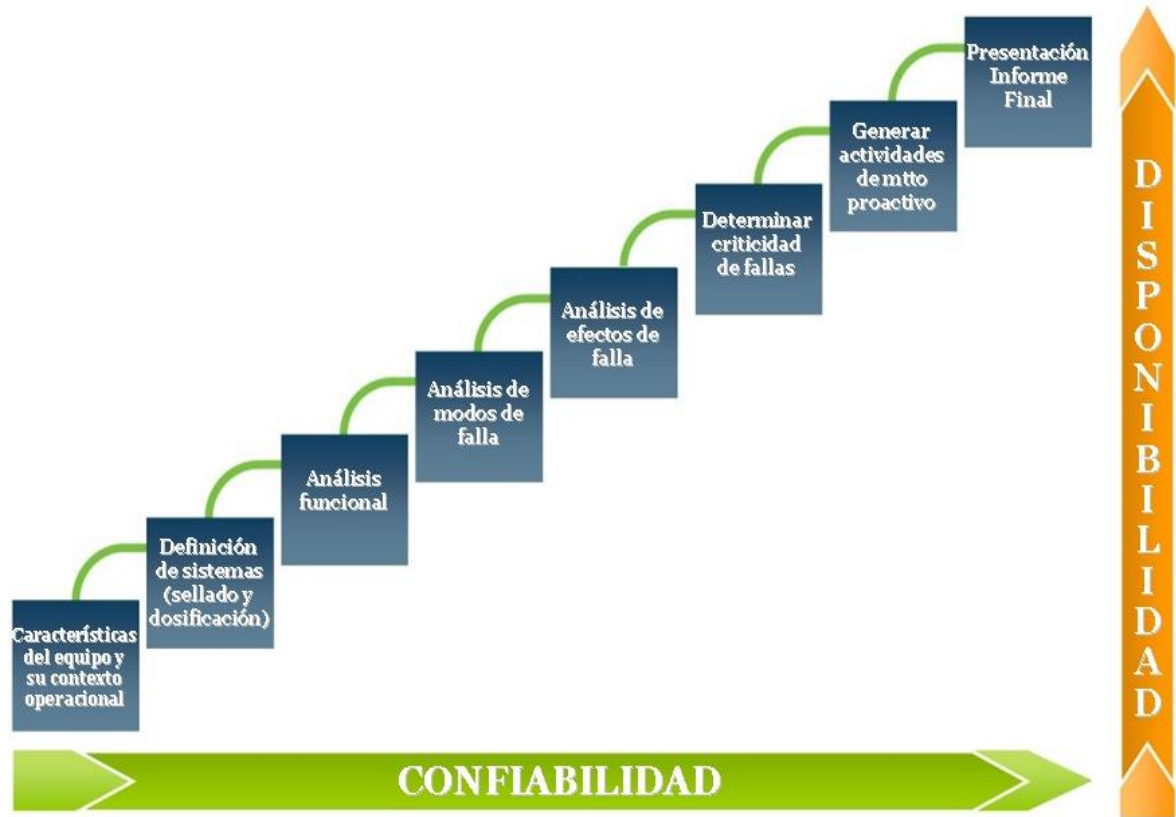
Con base en el desarrollo e implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) expuesto, se pretende describir la aplicación de RCM a los sistemas críticos de la máquina aséptica ESSI A3.

Con este objetivo se tratará: las características técnicas de los sistemas; sus contextos operacionales; las funciones, los fallos funcionales, los modos de falla y los efectos de falla. Posteriormente, de acuerdo con la matriz de criticidad de consecuencia de falla se aplicará la lógica de RCM para clasificar cada uno de estos modos de falla en concordancia y seleccionar la(s) tarea(s) de mantenimiento proactivo más idónea a aplicar para prevenir las fallas o mitigar sus efectos.

Para la aplicación del RCM a la máquina aséptica, se utilizó la metodología descrita en el marco teórico, la información específica del equipo, la experiencia de los operarios y el personal de mantenimiento. Es necesario sin embargo, aclarar que el enfoque que la presente investigación le da al análisis RCM es ligeramente diferente; la metodología es aplicada por el fabricante del equipo y los resultados son ofrecidos a sus clientes. Es por ellos que el principal y concreto resultado entregable de este documento es el consolidado de actividades proactivas.

La implementación del sistema RCM requiere la puesta en marcha de algunas fases y actividades asociadas, estas a su vez, resultan fáciles de realizar, revisar y documentar las cuales si se abordan de manera secuencial. De acuerdo con esto, a continuación se ilustra gráficamente estas fases.

Figura 6. Etapas del proceso de aplicación del análisis RCM



5.1 GRUPO DE TRABAJO PARA RCM

La exitosa aplicación del RCM depende en gran medida la conformación de su respectivo grupo de trabajo. Este grupo de trabajo debe incluir una persona con experiencia en el mantenimiento de la máquina, otra con absoluto conocimiento de su operación y un facilitador especialista en RCM. El grupo de proyecto RCM define los objetivos y el alcance del análisis, requerimientos y políticas con respecto a la seguridad y protección ambiental.

El equipo de trabajo debe ser multidisciplinario y altamente proactivo. Estas personas deberán estar altamente familiarizadas con los temas que les competen.

Del desempeño del grupo de trabajo del RCM y sus contribuciones son los resultados del análisis, su organización, profundidad, idoneidad y aplicabilidad.

5.2 RESULTADOS

En primer lugar se han definido las características técnicas, contexto operacional de los sistemas, así como las interfases o límites dentro de los cuales se desarrolla el análisis, las condiciones ambientales y la(s) principal(es) función(es). Vale la pena aclarar que durante las reuniones del grupo primario de RCM se determinó que subdividir los sistemas a analizar era lo más prudente debido a la complejidad que cada uno de ellos posee y lo fácil que se podría incurrir en confundir las interfases al intentar analizar los sistemas como un todo. Es por ello que se observa la caracterización de cada sub-sistema. **ANEXO A.**

El siguiente paso es diseñar la matriz de criticidad de acuerdo a las necesidades y realidades de las empresas del sector lácteo. En este proceso el apoyo del departamento de producción (supervisores y jefes) es indispensable. Así mismo, en lo que respecta a seguridad, se consideraron las sugerencias y recomendaciones hechas por el coordinador de salud ocupacional y seguridad industrial de la empresa y la coordinadora ambiental aportó su valiosa opinión al calificar las consecuencias ambientales de cada modo de falla. Como resultado se genera la matriz de criticidad ajustada y útil para la aplicación del análisis. **ANEXO B.**

De manera similar, a través de la bibliografía consultada y especialmente con los apuntes de clases la especialización en Gerencia en Mantenimiento, fue posible tomar y aplicar el árbol de decisión que se anexa. **ANEXO C.**

Posteriormente, se enumeran los principales modos y efectos de falla realizando las respectivas descripciones. Seguidamente, se califica cada uno de los modos

de falla de acuerdo a los criterios establecidos en la matriz de criticidad. Con el apoyo del árbol lógico de decisión, se selecciona la mejor disposición de mantenimiento a ejecutar con cada modo de falla. En base a los historiales de fallas se establecen las frecuencias de ejecución de las tareas, se ajustan los estándares de tiempo y se codifica cada tarea. **ANEXOS D1-D7.**

Finalmente, como resultado de la aplicación del análisis, se determina la necesidad de desarrollar tres documentos. El primero, lista los componentes que se sugieren al cliente tener en su bodega de repuestos como stock mínimo. Este documento busca asegurar la mitigación de las consecuencias de los modos de falla cuyo tipo de decisión corresponde a “correr a falla”. **ANEXO E.**

El segundo documentos, entrega listados y organizados los puntos de verificación pre-operacional. Con la aplicación de este documento se posibilita que tanto producción como mantenimiento puedan controlar y realizar seguimiento a las inspecciones diarias que la metodología sugiere realizar al sub-sistema del conjunto de las prensas de sellado. **ANEXO F.**

Por último, el tercer documento entrega precisas instrucciones, recomendaciones y tiempos de ejecución de cada una de las tareas que conforman la actividad periódica *Mantenimiento Aséptico**. Durante la ejecución mensual de esta actividad el nivel de riesgo de inducción de fallas se maximiza en el sistema de dosificación, específicamente a los sub-sistemas de componentes asépticos y estructura del dosificador. Por ello, la presente investigación entrega un recurso más con el cual se estandariza la actividad, se logra un detallado registro de la ejecución y en conjunto con pruebas de funcionamiento posteriores, se puede garantizar un reinicio de producción con cero inconvenientes para la producción. **ANEXO G.**

* El mantenimiento aséptico es una rutina de tareas preventivas que incluyen el cambio de componentes asépticos del sistema de dosificación, tuberías de producto y general todas las secciones no metálicas de la máquina que durante producción se encuentran en contacto con el producto. Se realiza cada 250 horas de producción (equivale aproximadamente a un mes).

De manera adicional, se adjuntan los planos eléctricos y neumáticos del sistema de sellado y de dosificación que representan una herramienta importante dentro de la detección y corrección de fallas esporádicas en los sistemas analizados.

ANEXO H1-H7.

CONCLUSIONES

- Se revisó a profundidad la metodología RCM con el fin de lograr su exitosa aplicación en el mantenimiento de equipo altamente especializado en el empaque de alimentos.
- Se utilizaron las herramientas: matriz de criticidad de consecuencia de falla y árbol lógico de decisión de RCM para seleccionar las estrategias y procedimientos más adecuados para hacer frente a una falla funcional de los sub-sistemas analizados.
- Se investigaron los principios de funcionamiento, eléctrico, electrónico y mecánico de una máquina aséptica resaltando que toda la información plasmada en el presente documento representa una importante fuente de información bibliográfica al ser tan escasa la información que respecto de este tema se encuentra disponible.
- Se logró la interacción y la participación de grupos multidisciplinarios de ESSI y la empresa cliente Freskaleche para el AMFE de los sistemas y sub-sistemas seleccionados. Con esto se identificaron funciones, fallas, modos y efectos de fallas de los sub-sistemas más críticos de la máquina.
- Se potenciaron los grupos de empleados de los departamentos de Producción y OUTSOURCING en la empresa ESSI y el departamento de Producción de la empresa Freskaleche, al capacitarlos en el uso de la metodología RCM y compartir abiertamente el conocimiento que solo poseían de manera fraccionada algunos integrantes del grupo interdisciplinario de análisis de RCM.

- Se establecieron rutinas de mantenimiento proactivo para la máquina aséptica ESSI A3, se instruyó al personal operativo y de mantenimiento acerca de la ejecución de estas tareas y se pusieron en marcha a partir del mes de noviembre.
- Se crearon tres documentos importantes y destinados para el apoyo de la gestión del mantenimiento por parte de la empresa cliente. El formato de inspecciones pre-operacionales, el instructivo de ejecución del mantenimiento aséptico y el listado de repuestos a tener bajo stock en la bodega de repuestos.
- Al involucrar a personal que interactúa con la máquina en sus distintas fases (diseño, construcción, operación y mantenimiento) se logró un alto grado de aceptación de las rutinas de actividades proactivas expresadas por los mismos empleados, como grupo.

RECOMENDACIONES

- La aplicación de la metodología tuvo en cuenta la sistematización de los resultados de la investigación, por ello queda pendiente por parte del cliente la inclusión de las funciones, fallas funcionales, modos de falla, consecuencia de falla y rutinas de mantenimiento a su sistema CMMS o ERP según cada caso. De cualquier manera, la investigación ha codificado cada una de estos aspectos con el fin de facilitar esta sistematización.
- La puesta en práctica de las rutinas de mantenimiento proactivo debe ser complementada con la retro-alimentación de los hallazgos realizados por operarios y mantenedores de los equipos a fin de motivar la mejora continua de los procesos.
- El éxito de la aplicación de las recomendaciones, hallazgos y rutinas desarrolladas a partir de la aplicación de la metodología RCM depende en gran medida del compromiso de las diferentes jefaturas y direcciones de la empresa cliente. Es recomendable que ellos se integren más al trabajo que se realiza durante el análisis RCM para lograr un mejor nivel de compromiso y pertenencia con sus resultados.
- Desde el punto de vista de ESSI como diseñador y fabricante de máquinas asépticas el resultado del RCM también le entrega puntos importantes a considerar con relación al diseño y fabricación de herramientas especiales para el desarme o desmonte de componentes de los sub-sistemas analizados y la mejora o rediseño de algunos componentes de estos sub-sistemas con el fin de mejorar los tiempos de intervención (MTTR) e impactar de manera positiva los índices de disponibilidad del equipo.

- Con base en el desarrollo e implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) expuesto, se pretende describir la aplicación de RCM a los sistemas críticos de la máquina aséptica ESSI A3.
- Con este objetivo se tratará: las características técnicas de los sistemas; sus contextos operacionales; las funciones, los fallos funcionales, los modos de falla y los efectos de falla. Posteriormente, de acuerdo con la matriz de criticidad de consecuencia de falla se aplicará la lógica de RCM para clasificar cada uno de estos modos de falla en concordancia y seleccionar la(s) tarea(s) de mantenimiento proactivo más idónea a aplicar para prevenir las fallas o mitigar sus efectos.
- Para la aplicación del RCM a la máquina aséptica, se utilizó la metodología descrita en el marco teórico, la información específica del equipo, la experiencia de los operarios y el personal de mantenimiento. Es necesario sin embargo, aclarar que el enfoque que la presente investigación le da al análisis RCM es ligeramente diferente; la metodología es aplicada por el fabricante del equipo y los resultados son ofrecidos a sus clientes. Es por ellos que el principal y concreto resultado entregable de este documento es el consolidado de actividades proactivas.
- La implementación del sistema RCM requiere la puesta en marcha de algunas fases y actividades asociadas, estas a su vez, resultan fáciles de realizar, revisar y documentar las cuales si se abordan de manera secuencial. De acuerdo con esto, a continuación se ilustra gráficamente estas fases.

BIBLIOGRAFÍA

AVILA, Rubén. Fundamentos del Mantenimiento. México: Limusa Editores, 1992, p. 51.

DÍAZ, Ángel. Confiabilidad en el mantenimiento. Caracas: Ediciones IESA, 1992, p. 48.

ESSI S.A.S, Manual de calidad, MAMC-01 Ver. 4. Bucaramanga 2012.

KLUSMAN, Robert. Establishing Proactive Maintenance Management. In: Review Journal, USA, 1995, p. 18-20.


MORA, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. Medellín: Editorial COLDI, p. 313.


MOUBRAY, Jhon. Industrial Press Inc. Reliability Centered Maintenance, RCM II. New York, 1997, p. 4

SMITH, Antony. Reliability Centered Maintenance. New York, 1998, p. 32.


ANEXOS

Anexo A. Características, contexto operacional y fronteras de los sub-sistemas analizados

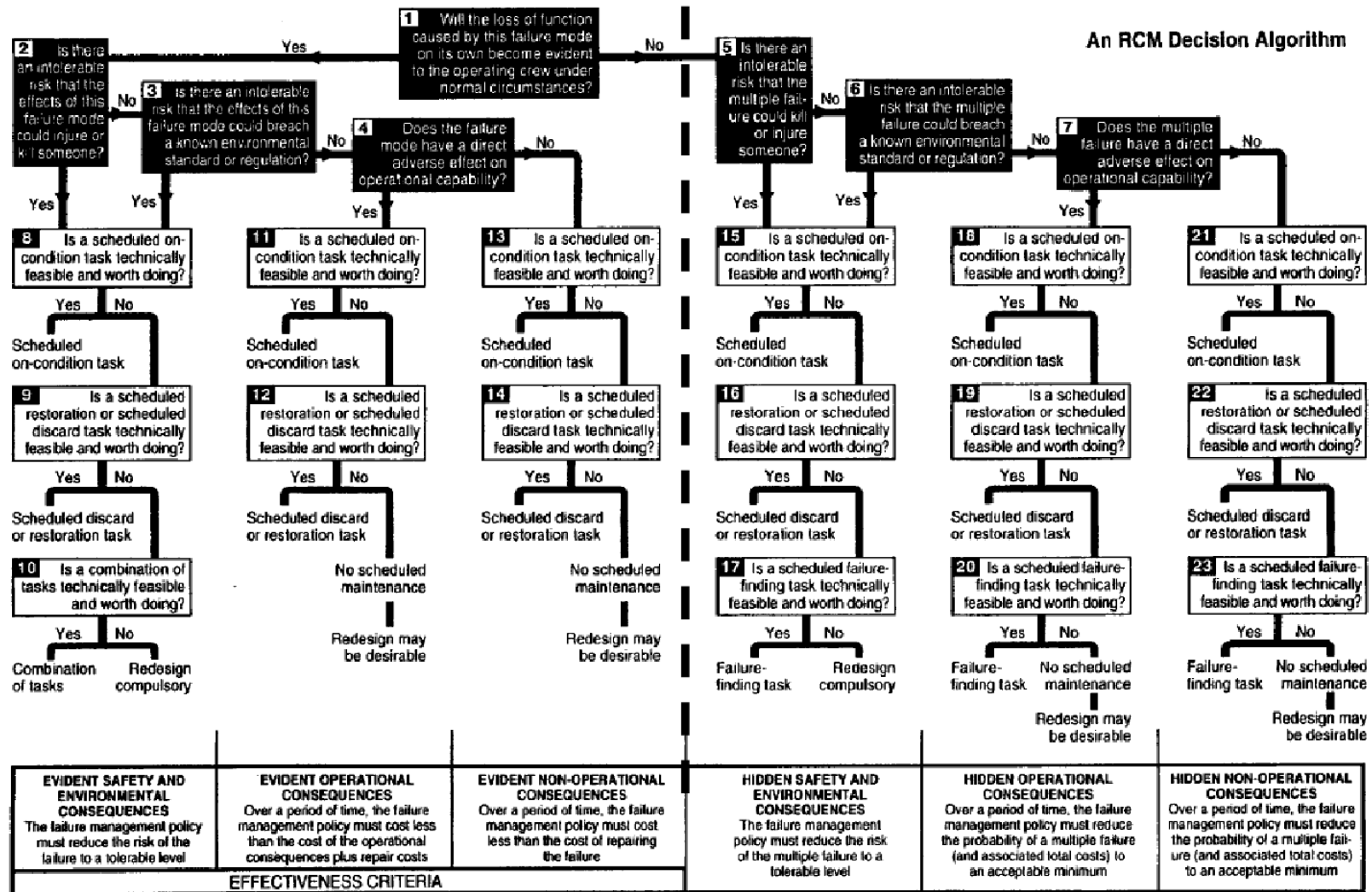
		Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9			CÓDIGO	VERSIÓN
		ANÁLISIS RCM SISTEMAS DE SELLADO Y DOSIFICACION MAQUINA ESSI A3			FOOM-10	1
ELEMENTO DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ELEMENTO	CONDICIONES OPERACIONALES	CONDICIONES AMBIENTALES	FRONTERAS (PLANO-DIAGRAMA)	INTERFASES	FUNCIONES
SISTEMA DE SELLADO MAQUINA ASEPTICA ESSI A3						
SUBSISTEMA NEUMÁTICO	El accionamiento de las prensas de sellado y corte de la máquina aseptica se realiza de manera neumática. Un cilindro neumático empuja una mordaza (la móvil) 40 veces por minuto y así se realiza el trabajo. El sistema neumático se encarga de contener y transportar el aire comprimido y asegurar que la mordaza una presión de cierre de entre 7 y 8 bares. Adicionalmente, el accionar de tantos cilindros neumáticos a alta frecuencia genera un alto nivel de ruido; es importante conservar en buen estado los silenciadores de estos cilindros a fin de poder garantizar la atenuación del ruido que se produce durante la operación y mitigar así los efectos que este tiene en el personal operativo.	El sistema transporta aire comprimido a una presión de 8-9 bares (en el tablero principal), allí es regulada la presión así como lubricado el aire. El entorno en el que se encuentra la planta y sus equipos es de ambiente tropical y semi-tropical, por ende los porcentajes de humedad relativa del aire oscilan entre un 70-80% y pese a que los compresores cuentan con secadores de aire es común encontrar niveles de humedad del 20-30%. Adicionalmente, algunos de los componentes del sistema se encuentran en el interior de la cabina de la máquina y por ende expuestos a peróxido de hidrógeno en estado gaseoso y a una temperatura de cabina de entre 43-45°C.	Los elementos del sub-sistema no representan un peligro a nivel ambiental para los productos o procesos adyacentes.	Para el análisis RCM aplicado se estipula como frontera inicial el tablero neumático principal situado en la máquina y el alcance del sistema se limita hasta el cilindro neumático que acciona la prensa móvil incluye todas las acometidas neumáticas, válvulas de corte, reguladoras, silenciadores y todos los accesorios neumáticos.	Entrada: - Aire comprimido Salida: - Trabajo generado por el desplazamiento del vástago del cilindro neumático a 7 bar	Accionar las prensas móviles a una presión de entre 6 y 7 bares, conservando en todo momento el ángulo de accionamiento, la carrera y reposición del cilindro; mantener bajos niveles de ruido durante la operación.
SUBSISTEMA ELECTRICO	La alimentación eléctrica de las resistencias montadas sobre las mordazas que producen los sellados se logra a través del sub-sistema eléctrico. Este subsistema transporta la energía eléctrica desde el tablero principal de la máquina hasta las mordazas pasando por interconexiones a través de borneras y tableros de paso situados en el interior de la máquina. Así mismo, el sub-sistema debe garantizar bajos niveles de riesgo para los operarios a descargas eléctricas o de incendio de sus componentes ante corto-circuitos.	El sistema transporta y distribuye la energía eléctrica alimentando las resistencias eléctricas de sellado situadas en las mordazas. Gran cantidad de los elementos de este sub-sistema se encuentran expuestos al ambiente corrosivo que provoca el peróxido de hidrógeno en la cabina de la máquina y los 42-43 °C a los que esta se encuentra durante operación así como a la humedad producida por la leche que se puede derramar dentro de la cabina durante la operación y el agua rociada por los operarios para la limpieza de la cabina.	Los elementos del sub-sistema no representan un peligro a nivel ambiental para los productos o procesos adyacentes.	Para el análisis RCM aplicado fueron considerados todos los elementos situados entre los transformadores primarios de los sellados (que se ubican en el tablero eléctrico principal) y las barras de las prensas. La energía eléctrica en su última etapa es entregada por simple conducción entre las barras, portarresistencias y resistencias, esta última etapa no es incluida en este sub-sistema.	Entrada: - Energía eléctrica Salidas: - Energía eléctrica - Calor	Transmitir la energía eléctrica desde los transformadores primarios (ubicados en el tablero eléctrico principal) hasta las resistencias de sellado.
SUBSISTEMA CONJUNTO DE Prensas	Las prensas (móviles y fijas) soportan todos los componentes que finalmente producen el sellado. Estas prensas están fabricadas en aluminio y cubiertas con una pintura especial que las protege de la acción corrosiva del peróxido de hidrógeno y la alta temperatura con el fin de extender su vida útil. Las mordazas poseen componentes en teflón cuya función es aislar secciones de la mordaza y evitar que se presenten corto-circuitos durante los sellados. Finalmente, las altas temperaturas generadas en los componentes de la mordaza durante la operación exigen la aplicación de un sistema que permita la refrigeración de las mismas y garantizar la calidad de los sellados.	Las prensas se encuentran montadas dentro de la cabina, por ende, expuestas al ambiente corrosivo del peróxido de hidrógeno, la temperatura de cabina (42-43°C) y la humedad relativa que posee la cabina a causa del agua y la leche que pueda permanecer en ella. Adicionalmente, las prensas están sometidas a esfuerzos de tensión y compresión a causa del constante accionamiento de los cilindros neumáticos. La gran cantidad de impactos que las prensas experimentan también representa fatiga para el material.	Los elementos del sub-sistema no representan un peligro a nivel ambiental para los productos o procesos adyacentes.	Para el análisis se ha considerado el cuerpo de ambas mordazas, los componentes que estas poseen instalados, las resistencias eléctricas y todo el sistema de refrigeración de las mordazas que incluye, tanque bomba sumergible y conductos.	Entrada: - Energía mecánica (desplazamiento del cilindro neumático a 7 bar) - Refrigeración de las mordazas - Energía eléctrica para alimentar a las resistencias de sellado Salidas: - Presión de cierre de las mordazas - Temperatura de sellado	Producir la soldadura de corte en cada cierre de las prensas horizontales y de sellado en cada cierre de las prensas verticales, sin que la temperatura de refrigeración de mordazas exceda los 14°C.
SUBSISTEMA ELEMENTOS DE SUJECIÓN	La sujeción y soporte de todo el sistema recae sobre elementos simples como tornillos, tuercas, arandelas y acoples. Sin embargo, la poca complejidad de estos elementos no los exime de probabilidades considerables de falla ni elimina el riesgo que estas fallas pueden tener en la operación. Por tratarse de una máquina que procesa alimentos, todos sus componentes de unión están hechos en acero inoxidable. Además, para facilitar su montaje y desmontaje se encuentran, la mayoría, para operar con llave allen. Todos los elementos se encuentran debidamente estandarizados a la norma ISO por ende los elementos de sujeción requieren llaves milimétricas para su accionar.	Los elementos de sujeción, acoples y de ajuste están hechos en acero inoxidable. La gran mayoría de los componentes se encuentran montados dentro de la cabina y expuestos a las condiciones de peróxido, temperatura y humedad antes descritas. Por otro lado, los altos niveles de vibración de los componentes de la máquina que se encuentran en movimiento durante la rutina de producción, ocasionan soltura mecánica en los elementos. Algunos componentes se encuentran sometidos a fatiga y a esfuerzos por compresión y torsión dentro de la cotidiana operación de la máquina. Algunos componentes del sub-sistema deben ejercer la función de aisladores; esto significa que están expuestos a una carga adicional a las descritas: carga eléctrica.	Los elementos del sub-sistema no representan un peligro a nivel ambiental para los productos o procesos adyacentes.	Al definir el sub-sistema de los elementos de sujeción, acople y de ajuste se han considerado toda la tornillería, acoples, tuercas, resortes, y todos los elementos de enlace que no se han incluido en los anteriores sub-sistemas.	Entrada: - Energía eléctrica - Energía mecánica Salidas: - Presión de ajuste - Soporte de componentes	1. Sujeter, ajustar y enlazar componentes evitando que se presenten desplazamientos y rotaciones relativas entre sí superior a los valores de tolerancia permitidos. 2. Aislar eléctricamente sub-sistemas.

		Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9			CÓDIGO	VERSION 1
		ANÁLISIS RCM SISTEMAS DE SELLADO Y DOSIFICACIÓN MAQUINA ESSI A3			FOOM-10	
ELEMENTO DE ESTUDIO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ELEMENTO	CONDICIONES OPERACIONALES	CONDICIONES AMBIENTALES	FRONTERAS (PLANO-DIAGRAMA)	INTERFASES	FUNCIONES
SISTEMA DE DOSIFICACIÓN MAQUINA ASEPTICA ESSI A3						
SUBSISTEMA NEUMÁTICO	El accionamiento de la varilla que se desplazan dentro del tubo dosificador se realiza de manera neumática. Un cilindro neumático desplaza de arriba hacia abajo y viceversa la varilla que permite o da paso del producto hacia las unidades a empacar. El accionamiento del cilindro neumático es controlado por la secuencia de producción de la máquina y por la presentación (volumen de la unidad empacada) que el operario configura en pantalla. Finalmente, los cilindros neumáticos reciben el aire comprimido directamente desde el tablero neumático principal y poseen cada uno sus respectivos reguladores de caudal y de presión para posibilitar el fino ajuste y asegurar altos niveles de precisión en la dosificación.	El sistema transporta aire comprimido a una presión de 8-9 bares (en el tablero principal), allí es regulada la presión así como lubricado el aire. El entorno en el que se encuentra la planta y sus equipos es de ambiente tropical y semi-tropical, por ende los porcentajes de humedad relativa del aire oscilan entre un 70-80% y pese a que los compresores cuentan con secadores de aire es común encontrar niveles de humedad del 20-30%.	Los elementos del sub-sistema no representan un peligro a nivel ambiental para los productos o procesos adyacentes.	Para el análisis RCM aplicado se estipula como frontera inicial el tablero neumático principal situado en la máquina y el alcance del sistema se limita hasta el cilindro neumático que acciona la varilla del dosificador (esto en cada boca). Dentro de estas fronteras se incluyen todos los accesorios neumáticos que intervienen en el correcto funcionamiento y el ajuste del sistema neumático (válvulas, manómetros, reguladores, racores, silenciadores, etc)	Entrada: - Aire comprimido Salida: - Trabajo generado por el desplazamiento del vástago del cilindro neumático	Contener el aire comprimido y transportarlo desde el tablero neumático principal hasta los cilindros neumáticos de los dosificadores; mantener bajos niveles de ruido durante la operación.
SUBSISTEMA DE COMPONENTES ASEPTICOS	Los componentes que hacen parte de este sub-sistema están fabricados en teflón algunos y en vitón otros. Se encuentran expuestos a fatiga por esfuerzo térmico, esfuerzo de compresión; la más mínima falla en alguno de estos componentes supone un enorme riesgo de pérdida de producción debido a la pérdida de condiciones asepticas de la cabina y el ingreso de agentes contaminantes que reaccionarían con el producto estéril.	La protección del producto empacado y la conservación de su estado estéril es la característica fundamental de toda máquina aseptica. Con el fin de cumplir con esta importante función, la máquina ESSI utiliza TEE's de inyección, bujes, cartuchos y orings que en su conjunto propician la esterilización con vapor de los componentes expuestos al ambiente NO estéril ubicado al exterior de la máquina aseptica. Los componentes antes mencionados se encuentran sin embargo, sometidos a alto nivel de desgaste debido al contacto de vapor a 135°C y la fricción entre los oring's y los componentes de la válvula desplazándose constantemente.	Los elementos del sub-sistema no representan un peligro a nivel ambiental para los productos o procesos adyacentes.	En la presente investigación se han considerado dentro de este sistema principalmente los elementos contenidos dentro de las TEE de inyección y a esta misma. El sistema incluye, acoples, cartuchos, bujes, orings y empaques triclover de las uniones feruladas.	Entrada: - Producto estéril - Vapor a 135°C Salidas: - Producto estéril empacado con altas condiciones de calidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contener y transportar el producto estéril desde el tanque de balance de la máquina aseptica hasta la unidad de empaque. 2. Proteger el producto y conservar su condición estéril a través del uso de las barreras de vapor (T>135°C)
SUBSISTEMA ESTRUCTURA DEL DOSIFICADOR	El cuerpo, la sección de boquilla, la sección de ganchos y paletas así como los elementos de acople del dosificador (ubicados en la parte superior) conforman este sistema. Todos los componentes están fabricados en acero inoxidable, se encuentran sometidos (algunos) a fatiga térmica representada en la contracción y dilatación de la estructura del tubo durante la etapa de producción y enfriamiento de la máquina. Adicionalmente, se presentan altos niveles de fricción entre el polietileno y los componentes de este sistema debido a que este debe utilizar la estructura del dosificador como soporte para su desplazamiento. Finalmente, existe algunos componentes, resortes y orings que poseen características que exigen su constante inspección.	El tubo dosificador y demás componentes de este sub-sistema se encuentran en contacto directo con producto y con el polietileno luego de que este ha sido desinfectado es por ello que las condiciones de asepsia a conservar son máximas, cualquier descuido o negligencia en alguno de ellos puede generar la pérdida total de una producción. Por otro lado, la rigidez, construcción y ubicación de estos componentes en la máquina le permite conservar un alto nivel de integridad a lo largo del tiempo de operación. El acero inoxidable del que se encuentran fabricados los componentes no se ven mayormente afectados por el ambiente corrosivo y de alta temperatura en el que se encuentran dentro de la cabina.	Los elementos del sub-sistema no representan un peligro a nivel ambiental para los productos o procesos adyacentes.	Al analizar este sub-sistema, se ha incluido en él las paletas, los ganchos, las boquillas y los orings del plato y las boquillas. Las fronteras a grandes rasgos son: desde el plato superior hasta la boquilla inferior del tubo.	Entrada: - Energía mecánica para mover la varilla del dosificador Salidas: - Preciso caudal de dosificación de producto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contener y entregar la cantidad de producto exacto que requiere cada unidad producida según su presentación. 2. Brindar una infraestructura para el soporte y deslizamiento del polietileno.

Anexo B. Matriz de Riesgos

	Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9					CÓDIGO	VERSIÓN				
						FOOM-10	1				
MATRIZ DE RIESGOS (ANALISIS RCM SISTEMAS DE SELLADO Y DOSIFICACION MAQUINA ASEPTICA ESS1 A3)											
CONSECUENCIAS					PROBABILIDAD						
HUMANAS	AMBIENTALES	COSTOS	IMAGEN	CONSECUENCIA		IMPOSIBLE	IMPROBABLE	REMOTO	OCASIONAL	MODERADO	FRECUENTE
Fatalidad	Efectos irreversibles en menos de 1 trimestre	>\$20M	Internacional	Catastrofico	1	A1	B1	C1	D1	E1	F1
Incapacidad permanente	Efectos irreversibles en menos de 1 mes	ENTRE \$10M-\$20M	Nacional	Critico	2	A2	B2	C2	D2	E2	F2
Incapacidad temporal	Efectos reversibles en menos de 1 semana	ENTRE \$3M-\$10M	Regional	Marginal	3	A3	B3	C3	D3	E3	F3
Lesiones	Efectos pueden ser controlados	ENTRE \$0.5M-\$3M	Local	Insignificante	4	A4	B4	C4	D4	E4	F4
Nunguna	No afecta el medio ambiente	<\$0.5M	Ninguno	Ninguno	5	A5	B5	C5	D5	E5	F5
						>1 Año	<1 Semestre	<1 Trimestre	<1 Mes	<1 Semana	± 1 Dia
						A	B	C	D	E	F

Anexo C. Árbol lógico de decisión




Anexo D. Análisis RCM sistema de sellado maquina aseptica ESSI A3 (Sub-Sistema Neumático)

Electricidad & Servicios Industriales NT. 804.005.810-9												CÓDIGO FOOM-10		VERSIÓN 1		
ANALISIS RCM SISTEMA DE SELLADO MAQUINA ASEPTICA ESSI A3 (SUB-SISTEMA NEUMATICO)																
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	R. Amb	R. Hum	R. Econo	R. Imagen	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECU	TIEMPO ESTANDAR	Cod. Tarea
SSS1F1	Contener el aire comprimido y transportarlo desde el tablero neumático principal hasta el cilindro neumático de sellado	SSS1FF1	Fugas de aire en el sistema	SSS1MF1	Mangueras neumáticas, filtros o accesorios rotos	La presión de aire no es suficiente para cerrar apropiadamente la mordaza móvil generando defectos de sellado.	NO	E5	E5	E4	E5	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de la mangueras neumática, filtros y demás accesorios	A Diario	0.25 HH/día	STJ1
				SSS1MF2	Empaquetadura del cilindro neumático en mal estado	La presión de aire no es suficiente para cerrar apropiadamente la mordaza móvil generando defectos de sellado.	NO	B5	B5	B4	B4	RESTAURACION PROGRAMADA	Realizar el cambio de empaquetadura cada 1500 horas de operación de la boca	Cada 1500 horas	4 HH/año (por cilindro)	STJ2
				SSS1MF3	Eje, cuerpo o tapas del cilindro neumático en mal estado	La presión de aire no es suficiente para cerrar apropiadamente la mordaza móvil generando defectos de sellado.	NO	B5	B5	B4	B4	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar ronda de inspección de tipo preventivo verificando el estado de cada cilindro y sus componentes externos. Eventualmente, realizar el cambio programado del componente tras detectar fallas de funcionamiento	Mensual	2 HH/año	STJ3
		SSS1FF2	Cantidad insuficiente o nula de aire en el sistema	SSS1MF4	Electroválvula del cilindro averiada	Detiene inmediatamente la rutina producción en la boca afectada.	NO	B5	B5	B4	B4	CORRER A FALLA	Poseer en stock este elemento a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ4
				SSS1MF5	Válvula de corte (asiento inclinado) defectuosa	Detiene o impide el inicio de la rutina producción en toda la máquina.	NO	B5	B5	B4	B4	CORRER A FALLA	Poseer en stock este elemento a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ5
				SSS1MF6	Reguladora de aire principal averiada	La presión de aire no es suficiente para cerrar apropiadamente la mordaza móvil generando defectos de sellado.	NO	B5	B5	B4	B4	CORRER A FALLA	Poseer en stock este elemento a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ6
				SSS1MF7	Reguladora(s) de caudal averiada(s)	La presión de aire no es suficiente para cerrar apropiadamente la mordaza móvil generando defectos de sellado.	NO	B5	B5	B4	B4	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar ronda de inspección de tipo preventivo verificando el estado de las reguladoras. Eventualmente, realizar el cambio programado del componente tras detectar fallas de funcionamiento	Mensual	2 HH/año	STJ7

Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9													CÓDIGO FOOM-10		VERSIÓN 1	
ANÁLISIS RCM SISTEMA DE SELLADO MAQUINA ASEPTICA ESSI A3 (SUB-SISTEMA NEUMATICO)																
Cód.. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	R. Amb	R. Hum	R. Econo	R. Imagen	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECU	TIEMPO ESTANDAR	Cod. Tarea
SSS1F2	Accionar las prensas móviles a una presión de entre 6 y 7 bares, conservando en todo momento el ángulo de accionamiento, la carrera y reposición del cilindro; mantener bajos niveles de ruido durante la operación	SSS1FF3	Prensa móvil cierra con ángulo de inclinación mayor a 3º	SSS1MF8	Eje del cilindro neumático en mal estado o descentrado	La inclinación de la prensa produce defectuoso o "falso" sellado. Esto se traduce en producto NO CONFORME.	NO	B5	B5	B3	B3	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar ronda de inspección de tipo preventivo verificando el estado de cada cilindro y sus componentes externos. Eventualmente, realizar el cambio programado del componente tras detectar fallas de funcionamiento	Mensual	2 HH/año	STJ8
				SSS1MF9	Cilindro neumático mal montado	La inclinación de la prensa produce defectuoso o "falso" sellado. Produce paro de la producción en la boca con el cilindro afectado.	NO	B5	B5	B3	B3	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO PROGRAMADAS	Posterior a cada intervención que involucre cambio de componentes nuevos por usados, se realizarán pruebas de funcionamiento con la compañía del operario de la máquina	Sujeto a las intervenciones	Sujeto a las intervenciones	STJ9
				SSS1MF10	El ángulo de accionamiento está desconfigurado	La inclinación de la prensa produce defectuoso o "falso" sellado. Produce paro de la producción en la boca con el cilindro afectado.	NO	B5	B5	B3	B3	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar ronda de inspección de tipo preventivo verificando el ajuste de cada cilindro. Durante estas rondas, reajustes en caso de ser necesario	Mensual	2 HH/año	STJ10
		SSS1FF4	Cilindro neumático hace chocar fuertemente la prensa móvil contra la prensa fija	SSS1MF11	La carrera del cilindro requiere ser ajustada	El sellado resultante bajo esta condición es defectuoso. La prensa fija puede flectarse o romperse por acción del choque.	NO	B5	B5	B3	B3	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar ronda de inspección de tipo preventivo verificando el ajuste de cada cilindro. Durante estas rondas, reajustes en caso de ser necesario	Mensual	2 HH/año	STJ11
				SSS1MF12	La reposición del cilindro requiere ser ajustada	El sellado resultante bajo esta condición es defectuoso. La prensa fija puede flectarse o romperse por acción del choque.	NO	B5	B5	B3	B3	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar ronda de inspección de tipo preventivo verificando el ajuste de cada cilindro. Durante estas rondas, reajustes en caso de ser necesario	Mensual	2 HH/año	STJ12
		SSS1FF5	Cilindro neumático no es capaz de cerrar la prensa móvil	SSS1MF13	La carrera del cilindro requiere ser ajustada	Produce paro de la producción en la boca con el cilindro afectado.	NO	B5	B5	B3	B3	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar ronda de inspección de tipo preventivo verificando el ajuste de cada cilindro. Durante estas rondas, reajustes en caso de ser necesario	Mensual	2 HH/año	STJ13
				SSS1MF14	La reposición del cilindro requiere ser ajustada	Produce paro de la producción en la boca con el cilindro afectado.	NO	B5	B5	B3	B3	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar ronda de inspección de tipo preventivo verificando el ajuste de cada cilindro. Durante estas rondas, reajustes en caso de ser necesario	Mensual	2 HH/año	STJ14
		SSS1FF6	Accionamiento del cilindro neumático produce demasiado ruido	SSS1MF15	Silenciadores del cilindro neumático averiados	El alto nivel de ruido tiene un efecto nocivo para los operarios de la máquina aseptica. Atenta contra el sistema de gestión contra enfermedades profesionales.	NO	C5	C5	C4	C4	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de los silenciadores de los cilindros neumáticos	A Diario	0.25 HH/día	STJ15

Anexo E. Análisis RCM sistema de sellado maquina aséptica ESSI A3 (Sub-Sistema Eléctrico)

	Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9											CÓDIGO FOOM-10	VERSIÓN 1			
	ANÁLISIS RCM SISTEMA DE SELLADO MAQUINA ASEPTICA ESSI A3 (SUB-SISTEMA ELECTRICO)															
Cód.. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	R. Amb	R. Hum	R. Econo	R. Imagen	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECU	TIEMPO ESTANDAR	Cod. Tarea
SSS2F1	Transmitir la energía eléctrica desde los transformadores primarios (ubicados en el tablero eléctrico principal) hasta las resistencias de sellado	SSS2FF1	Energía eléctrica no llega a las prensas	SSS2MF1	Cableado eléctrico, conectores, terminales y borneras sueltos o en mal estado	Detiene inmediatamente la rutina producción en la(s) boca(s) afectada(s).	NO	C5	C5	C4	C4	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de cableado eléctrico, conectores, terminales y borneras	Semanal	0.5 HH/dia	STJ16
				SSS2MF2	Corto-circuito en los componentes eléctricos	Detiene inmediatamente la rutina producción en la(s) boca(s) afectada(s).	NO	B5	B5	B4	B4	CORRER A FALLA	Poseer en stock los elementos de mayor dificultad de consecución en el mercado a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ17
				SSS2MF3	Relé de estado sólido (Dimmer) en mal estado	Detiene inmediatamente la rutina producción en la(s) boca(s) afectada(s).	NO	C5	C5	C3	C4	CORRER A FALLA	Poseer en stock suficientes relés de estado sólido a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ18
				SSS2MF4	Transformador primario averiado	Detiene inmediatamente la rutina producción de la máquina aséptica	NO	A5	A5	A2	A3	CORRER A FALLA	Poseer en stock suficientes transformador(es) a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ19
		SSS2FF2	Sistema eléctrico representa un riesgo a la integridad física del personal operativo	SSS2MF5	Componentes del sistema eléctrico producen descargas	Heridas o quemaduras al personal operativo	NO	A5	A5	A3	A3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo a las puestas a tierras, las conexiones con cinta aislante y todos los puntos de conexión en el sistema eléctrico que representen riesgo de corto-circuito	Mensual	1,5HH/MES	STJ20
				SSS2MF6	Componentes del sistema eléctrico producen fuego	Heridas o quemaduras al personal operativo	NO	A5	C5	A3	A3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo a las puestas a tierras, las conexiones con cinta aislante y todos los puntos de conexión en el sistema eléctrico que representen riesgo de corto-circuito	Mensual	1,5HH/MES	STJ21

Anexo F Análisis RCM sistema de sellado maquina aséptica ESSI A3 (Sub-Sistema Conjunto prensas de sellado)

Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9													CÓDIGO FOOM-10		VERSIÓN 1	
ANÁLISIS RCM SISTEMA DE SELLADO MAQUINA ASEPTICA ESSI A3 (SUB-SISTEMA CONJUNTO PRENSAS DE SELLADO)																
Cód.. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	R. Amb	R. Hum	R. Econo	R. Imagen	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECU	TIEMPO ESTANDAR	Cod. Tarea
SS53F1	Producir la selladura de corte en cada cierre de las prensas horizontales y de sellado en cada cierre de las prensas verticales, sin que la temperatura de refrigeración de mordazas exceda los 14°C	SS53FF1	Mordazas no sellan	SS53MF1	Temperatura de la resistencia eléctrica deficiente	Se pruden unidades cuyos sellados no son capaces de soportar la prueba de los 10 bares de presión. Genera parada de la boca afectada.	NO	E5	E5	E4	E4	CORRER A FALLA	Verificar componentes involucrados directamente en el sellado (ubicados en la mordaza), de persistir la falla, inspeccionar sistema eléctrico y de control	NA	NA	STJ22
				SS53MF2	Siliconas en mal estado	Se pruden unidades cuyos sellados no son capaces de soportar la prueba de los 10 bares de presión. Genera parada de la boca afectada.	NO	E5	E5	E4	E4	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar inspecciones diarias verificando del componente; realizar cambio tan pronto se detecte excesivo desgaste	Adiario	0,2HH/dia	STJ23
				SS53MF3	Tela teflón en mal estado	Se pruden unidades cuyos sellados no son capaces de soportar la prueba de los 10 bares de presión. Genera parada de la boca afectada.	NO	D5	D5	D4	D4	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar inspecciones diarias verificando del componente; realizar cambio tan pronto se detecte excesivo desgaste	Adiario	0,2HH/dia	STJ24
				SS53MF4	Resistencia en mal estado	Se pruden unidades cuyos sellados no son capaces de soportar la prueba de los 10 bares de presión. Genera parada de la boca afectada.	NO	E5	E5	E4	E4	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar inspecciones diarias verificando del componente; realizar cambio tan pronto se detecte excesivo desgaste	Adiario	0,2HH/dia	STJ25
				SS53MF5	Porta-resistencia en mal estado	Se pruden unidades cuyos sellados no son capaces de soportar la prueba de los 10 bares de presión. Genera parada de la boca afectada.	NO	C5	C5	C3	C3	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar inspecciones diarias verificando del componente; realizar cambio tan pronto se detecte excesivo desgaste	Adiario	0,2HH/dia	STJ26
				SS53MF6	Tornillos de apriete de la porta-resistencia sueltos	Se pruden unidades cuyos sellados no son capaces de soportar la prueba de los 10 bares de presión. Genera parada de la boca afectada.	NO	C5	C5	C3	C3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de los tornillos de apriete de las porta-resistencias	Semanal	1HH/mes	STJ27
				SS53MF7	Tornillos de apriete de la mordaza móvil sueltos	Se pruden unidades cuyos sellados no son capaces de soportar la prueba de los 10 bares de presión. Genera parada de la boca afectada.	NO	C5	C5	C3	C3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de los tornillos de apriete de la mordaza móvil	Semanal	0,5HH/dia	STJ28
				SS53MF8	Cnta teflón en mal estado	Se pruden unidades cuyos sellados no son capaces de soportar la prueba de los 10 bares de presión. Genera parada de la boca afectada.	NO	D5	D5	D4	D4	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar inspecciones diarias verificando del componente; realizar cambio tan pronto se detecte excesivo desgaste	Adiario	0,2HH/dia	STJ29
				SS53MF9	Aisladores de la mordaza fija en mal estado	Genera corto-circuito en la mordaza ocasionando parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	C5	C5	C3	C3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de los aisladores de la mordaza fija	Semanal	1HH/mes	STJ30
				SS53MF10	Bujes de la mordaza móvil faltos de Lubricación	Genera desalineamiento forzado y desalineado de la prensa móvil ocasionando parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	D5	D5	D4	D4	ACTIVIDAD DE RESTAURACION PROGRAMADA	Realizar rondas programadas de lubricación a los bujes de las mordazas móviles	Semanal	1HH/mes	STJ31
				SS53MF11	Tornillos de sujeción del tensionador de la resistencia vertical desgastados o sueltos	Genera desalineamiento de la resistencia vertical y defectos de sellado ocasionando parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	C5	C5	C3	C3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado y ajuste de los tornillos de sujeción de los tensionadores de las resistencias verticales	Semanal	1HH/mes	STJ32
				SS53MF12	Tornillos de sujeción de la prensa fija sueltos	Genera desalineamiento de prensa vertical y defectos de sellado ocasionando parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	C5	C5	C3	C3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de los aisladores de la mordaza fija	Semanal	1HH/mes	STJ33

Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9														CÓDIGO FOOM-10		VERSIÓN 1
ANÁLISIS RCM SISTEMA DE SELLADO MAQUINA ASEPTICA ESSI A3 (SUB-SISTEMA CONJUNTO PRENSAS DE SELLADO)																
Cód., Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	R. Amb	R. Hum	R. Econo	R. Imagen	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECU	TIEMPO ESTANDAR	Cod. Tarea
SSS3F1	Producir la soldadura de corte en cada cierre de las prensas horizontales y de sellado en cada cierre de las prensas verticales, sin que la temperatura de refrigeración de mordazas exceda los 14°C	SSS3FF2	Temperatura de refrigeración por encima de 14°C	SSS3MF13	Fuga de agua a través la válvula de drenaje	Ocasiona que el tanque se quede sin nivel de agua helada. Genera parada de producción en la máquina.	NO	B4	B5	B4	B5	CORRER A FALLA	Poseer en stock los elementos a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ34
				SSS3MF14	Válvula solenoide de entrada de agua helada averiada	Impide el ingreso y dar nivel de agua helada al tanque. Genera parada de producción en la máquina.	NO	B5	B5	B4	B5	CORRER A FALLA	Poseer en stock los elementos a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ35
				SSS3MF15	Conductos de refrigeración en la prensa móvil tapados	Ocasiona parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	C5	C5	C4	C4	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de los conductos de refrigeración en las prensas móviles	A diario	0,2HH/día	STJ36
				SSS3MF16	Mangueras de refrigeración con fuga	Ocasiona parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	C5	C5	C4	C4	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de las mangueras de refrigeración	Semanal	1HH/mes	STJ37
				SSS3MF17	Tanque de agua helada sucio con lodos	El tanque de agua helada suministra la refrigeración para todas las bocas, por ende en caso de falla causa parada de toda la máquina.	NO	C5	C5	C4	C4	RESTAURACION PROGRAMADA	Realizar el lavado del tanque de agua helada cada 1500 horas de operación de la máquina (cada 1000 horas si el agua potable que se utiliza no es suavizada)	Semestral	8HH/año	STJ38
				SSS3MF18	Bomba sumergible averiada	La bomba de agua helada suministra la refrigeración para todas las bocas, por ende en caso de falla causa parada de toda la máquina.	NO	B5	B5	B4	B5	CORRER A FALLA	Poseer en stock los elementos a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ39
				SSS3MF19	RTD ubicada en el tanque de agua helada averiada	El tanque de agua helada suministra la refrigeración para todas las bocas, por ende en caso de falla causa parada de toda la máquina.	NO	B5	B5	B4	B5	CORRER A FALLA	Poseer en stock los elementos a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ40

Anexo G. Análisis RCM sistema de sellado maquina aséptica ESSI A3 (Sub-Sistema Elementos de acople y sujeción)

Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9												CÓDIGO FOOM-10		VERSIÓN 1		
ANÁLISIS RCM SISTEMA DE SELLADO MAQUINA ASEPTICA ESSI A3 (SUB-SISTEMA ELEMENTOS DE ACOPLAMIENTO Y SUJECION)																
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	R. Amb	R. Hum	R. Econo	R. Imagen	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECU	TIEMPO ESTANDAR	Cod. Tarea
SSS4F1	Sujetar, ajustar y enlazar componentes evitando que se presenten desplazamientos y rotaciones relativas entre sí superior a los valores de tolerancia permitidos.	SSS4FF1	Excesiva vibración o desalineamiento en la mordaza móvil	SSS4MF1	Tornillería faltante, con juego o soltura mecánica	La mordaza móvil no cierra apropiadamente generando defectos de sellado. Ocasiona parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s).	NO	D5	D5	D4	D5	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el ajuste de la tornillería en general	Mensual	2 HH/mes	STJ41
				SSS4MF2	Acoples cilindro-mordaza averiados o desgastados	La mordaza móvil no cierra apropiadamente generando defectos de sellado. Ocasiona parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s).	SI	C5	C5	C4	C5	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de los acoples cilindro/mordaza	Mensual	2 HH/mes	STJ42
				SSS4MF3	Desgaste de los patines de las barras	La mordaza móvil no cierra apropiadamente generando defectos de sellado. Ocasiona parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s).	NO	C5	C5	C4	C5	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar inspecciones diarias verificando del componente; realizar cambio tan pronto se detecte excesivo desgaste	A diario	0,2HH/día	STJ43
				SSS4MF4	Barras desgastadas, desniveladas o mal montadas	La mordaza móvil no cierra apropiadamente generando defectos de sellado. Ocasiona parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s).	NO	C5	C5	C4	C5	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar inspecciones diarias verificando del componente; realizar cambio tan pronto se detecte excesivo desgaste	A diario	0,2HH/día	STJ44
SSS4F2	Aislar eléctricamente sub-sistemas	SSS4FF5	Corto-circuito en el sistema de sellado	SSS4MF5	Aisladores en mal estado	Ocasiona parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s).	NO	B5	B5	B4	B4	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de los acoples cilindro/mordaza	Timestral	4HH/año	STJ45

Anexo H. Análisis RCM sistema de dosificación maquina aséptica ESSI A3 (Sub-Sistema Neumático)

Cód. Func.		Electricidad & Servicios Industriales NT. 804.005.810-9											CÓDIGO FOOM-10		VERSIÓN 1
		ANÁLISIS RCM SISTEMA DE DOSIFICACION MAQUINA ASEPTICA ESSI A3 (SUB-SISTEMA NEUMATICO)													FRECU
Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	R. Amb	R. Hum	R. Econo	R. Imagen	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECU	TIEMPO ESTANDAR	Cod. Tarea
SDS1F1	SDS1FF1	Fugas de aire en el sistema	SDS1MF1	Mangueras neumáticas, filtros o accesorios rotos	La presión de aire no es suficiente para accionar apropiadamente el cilindro del dosificador generando imprecisiones en dosificación o paro de producción la(s) boca(s) afectada(s).	NO	E4	E5	E4	E3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de la mangueras neumática, filtros y demás accesorios	A Diario	0.25 HH/día	STJ46
			SDS1MF2	Empaquetadura del cilindro neumático en mal estado	La presión de aire no es suficiente para accionar apropiadamente el cilindro del dosificador generando imprecisiones en dosificación o paro de producción la(s) boca(s) afectada(s).	NO	B4	B5	B4	B3	RESTAURACION PROGRAMADA	Realizar el cambio de empaquetadura cada 1500 horas de operación de la boca	Cada 1500 horas	4 HH/año (por cilindro)	STJ47
			SDS1MF3	Eje, cuerpo o tapas del cilindro neumático en mal estado	La presión de aire no es suficiente para accionar apropiadamente el cilindro del dosificador generando imprecisiones en dosificación o paro de producción la(s) boca(s) afectada(s).	NO	B4	B5	B4	B3	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar ronda de inspección de tipo preventivo verificando el estado de cada cilindro y sus componentes externos. Eventualmente, realizar el cambio programado del componente tras detectar fallas de funcionamiento	Mensual	2 HH/año	STJ48
	SDS1FF2	Cantidad insuficiente o nula de aire en el sistema	SDS1MF4	Electroválvula del cilindro averiada	Detiene inmediatamente la rutina producción en la boca afectada.	NO	B5	B5	B3	B4	CORRER A FALLA	Poseer en stock este elemento a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ49
			SDS1MF5	Válvula de corte (asiento inclinado) defectuosa	Detiene o impide el inicio de la rutina producción en toda la máquina.	NO	B5	B5	B3	B4	CORRER A FALLA	Poseer en stock este elemento a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ50
			SDS1MF6	Reguladora de aire principal averiada	La presión de aire no es suficiente para cerrar accionar el cilindro de los dosificadores, detiene producción en la máquina	NO	B5	B5	B3	B4	CORRER A FALLA	Poseer en stock este elemento a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ51
			SDS1MF7	Actuador neumático averiado	Los cilindros neumáticos de los dosificadores no actúan, impide producción en la(s) boca (s) afectada(s)	NO	A5	A5	A3	A4	CORRER A FALLA	Poseer en stock este elemento a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ52
			SDS1MF8	Controlador IP averiado	Los cilindros neumáticos de los dosificadores no actúan, impide producción en la(s) boca (s) afectada(s)	NO	A5	A5	A3	A4	CORRER A FALLA	Poseer en stock este elemento a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ53

Cód. Func.		Electricidad & Servicios Industriales NT. 804.005.810-9											CÓDIGO FOOM-10		VERSIÓN 1
		ANÁLISIS RCM SISTEMA DE DOSIFICACION MAQUINA ASEPTICA ESSI A3 (SUB-SISTEMA NEUMATICO)													
Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	R. Amb	R. Hum	R. Econo	R. Imagen	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECU	TIEMPO ESTANDAR	Cod. Tarea
SDS1F1	SDS1FF3	Dotificadores quedan abiertos (fugan)	SDS1MF9	Sensores magnéticos de los cilindros averiados	Desconfigura la calibración del "cero" de los cilindros por lo que se genera pérdida de producto al inicio de producción, suciedad de la cabina con producto y retraso en producción de la(s) boca(s) afectada(s).	NO	B5	B5	B3	B4	CORRER A FALLA	Poseer en stock este elemento a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ54
		Se presenta variación de peso durante producción	SDS1MF10	Acople de la válvula moduladora con la varilla dosificadora suelto	Ocasiona movimiento irregular de la varilla del dosificador, juego, desajuste. Imposibilita controlar el peso de las unidades empacadas en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	A5	A5	A2	A3	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar ronda de inspección de tipo preventivo verificando el estado y ajuste de los componentes; realizar el cambio programado tras detectar fallas de funcionamiento	Mensual	2 HH/año	STJ55
			SDS1MF11	Desajuste de la tuerca de ajuste de la varilla de dosificación (exterior de la válvula moduladora del dosificador)	Ocasiona movimiento irregular de la varilla del dosificador, juego, desajuste. Imposibilita controlar el peso de las unidades empacadas en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	A5	A5	A3	A3	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar ronda de inspección de tipo preventivo verificando el estado y ajuste de los componentes; realizar el cambio programado tras detectar fallas de funcionamiento	Mensual	6 HH/año	STJ56
			SDS1MF12	Desajuste de la tuerca de ajuste de la varilla de dosificación (interior de la válvula moduladora del dosificador)	Ocasiona movimiento irregular de la varilla del dosificador, juego, desajuste. Imposibilita controlar el peso de las unidades empacadas en la(s) boca(s) afectada(s)	SI	A5	A5	A3	A3	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar ronda de inspección de tipo preventivo verificando el estado y ajuste de los componentes; realizar el cambio programado tras detectar fallas de funcionamiento	Mensual	6 HH/año	STJ57
			SDS1MF13	Micromotor de apertura y cierre del dosificador averiado (si aplica)	No es posible desplazar mecánicamente la varilla del dosificador. Genera paro de producción en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	A5	A5	A2	A2	CORRER A FALLA	Poseer en stock este elemento a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ58
	SDS1FF4	Accionamiento del cilindro neumático produce demasiado ruido	SDS1MF14	Silenciadores del cilindro neumático averiados	El alto nivel de ruido tiene un efecto nocivo para los operarios de la máquina aséptica.	NO	C5	C5	C4	C4	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de los silenciadores de los cilindros neumáticos	A Diario	0.25 HH/día	STJ59

Anexo I. Análisis RCM sistema de dosificación maquina aséptica ESSI A3 (Sub-Sistema Conjunto de elementos asépticos)

Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9													CÓDIGO ROOM-10		VERSIÓN 1	
ANÁLISIS RCM SISTEMA DE DOSIFICACION MAQUINA ASEPTICA ESSI A3 (SUB-SISTEMA CONJUNTO DE ELEMENTOS ASEPTICOS)																
Cód. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	R. Amb	R. Hum	R. Econo	R. Imagen	TIPO DE DECISION	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECU	TIEMPO ESTANDAR	Cod. Tarea
SD52F1	Contener y transportar el producto con seguridad desde el tanque de balance de la máquina aséptica hasta la unidad de empaque	SD52FF1	Fugas de producto en el sistema	5052MF1	Empaques asépticos de los dosificadores deteriorados	La máquina pierde su condición aséptica. Exige realizar un lavado completo del equipo.	NO	A5	A5	A3	A3	RESTAURACION PROGRAMADA	Realizar el cambio de empaquetadura cada 250 horas de operación de la máquina	Cada 1500 horas	8 HH/año	ST:60
				5052MF2	Empaquetadura de las uniones de las varillas de los dosificadores en mal estado (si aplica)	La máquina pierde su condición aséptica. Exige realizar un lavado completo del equipo.	SI	A5	A5	A3	A3	RESTAURACION PROGRAMADA	Realizar el cambio de empaquetadura cada 250 horas de operación de la máquina	Cada 250 horas	2 HH/mes	ST:61
				5052MF3	Componentes mal montados o con soltura mecánica	La máquina pierde su condición aséptica. Exige realizar un lavado completo del equipo.	NO	A5	A5	A3	A3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado y el ajuste de los componentes	Mensual	2HH/mes	ST:62
				5052MF4	Conexiones deterioradas	La máquina pierde su condición aséptica. Exige realizar un lavado completo del equipo.	NO	A5	A5	A3	A3	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar inspecciones diarias verificando del componentes, realizar cambio tan pronto se detecte excesivo desgaste	A Diario	0.25HH/día	ST:63
				5052MF5	Abrazaderas mal estado o desajustadas	La máquina pierde su condición aséptica. Exige realizar un lavado completo del equipo.	NO	A5	A5	A3	A3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de las abrazaderas	Semanal	2HH/mes	ST:64
		SD52FF2	Productos estancados en el sistema	5052MF6	Partículas generando obstrucción en el sistema	Genera parada en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	B5	B5	B4	B4	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	Realizar rutina de verificación de funcionamiento del sistema de dosificación luego de realizado el reemplazo de componentes que puedan al desintegrarse puedan generar obstrucción al sistema	Siglo a las intervenciones	Siglo a las intervenciones	ST:65
				5052MF7	Empaques mal instalados generan retención en el sistema	Genera parada en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	B5	B5	B4	B4	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	Realizar rutina de verificación de funcionamiento del sistema de dosificación luego de realizado el reemplazo de componentes que puedan al desintegrarse puedan generar obstrucción al sistema	Siglo a las intervenciones	Siglo a las intervenciones	ST:66
SD52F2	Proteger el producto y conservar su condición (presión a vapor, del lado de las bombas de vapor (>135°C)	SD52FF3	Ingresos de aire NO controlados al sistema	5052MF8	Barreras de vapor averiada	La máquina pierde su condición aséptica. Exige realizar un lavado completo del equipo.	NO	A5	A5	A3	A3	RESTAURACION PROGRAMADA	Realizar el cambio de empaquetadura cada 5000 horas de operación de la máquina	Cada 5000 horas	1 HH/año	ST:67
				5052MF9	Cartuchos de teflón averiados	La máquina pierde su condición aséptica. Exige realizar un lavado completo del equipo.	NO	B5	B5	B4	B4	RESTAURACION PROGRAMADA	Realizar el cambio de empaquetadura cada 250 horas de operación de la máquina	Cada 250 horas	4 HH/mes	ST:68
		SD52FF4	Temperatura de las bombas de vapor inferior a 135°C	5052MF10	Válvula reguladora y/o válvula de seguridad averiada	Imposibilita la operación de la máquina aséptica, coloca en riesgo la integridad de personal operativo	NO	A5	A3	A3	A3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de las válvulas reguladoras y de alivio del circuito de vapor	A Diario	0.25HH/día	ST:69
				5052MF11	Fuga de vapor en sistema	Genera caída de presión de vapor y por ende pérdida de condiciones asépticas de la máquina. Exige realizar un lavado completo del equipo.	NO	B5	B5	B4	B4	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo, detectar y corregir cualquier fuga de vapor que pueda ser detectada	A Diario	0.25HH/día	ST:70
				5052MF12	Excesivo contenido de condensado en el vapor	Temperatura de las barreras de vapor y por ende pérdida de condiciones asépticas de la máquina. Exige realizar un lavado completo del equipo.	NO	D5	D5	D4	D5	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de los purgadores automáticos las trampas de condensados instalados en la línea	A Diario	0.25HH/día	ST:71
				5052MF13	Válvulas termodinámicas en mal estado o con fugas	Genera caída de presión de vapor y por ende pérdida de condiciones asépticas de la máquina. Exige realizar un lavado completo del equipo.	NO	B5	B5	B4	B4	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Realizar rondas de inspección de tipo preventivo verificando el estado de las válvulas termodinámicas	A Diario	0.25HH/día	ST:72
				5052MF14	Sensor de temperatura averiado	El bloque el inicio o detiene la producción de la máquina aséptica.	NO	B5	B5	B4	B4	CORRER A FALLA	Poser en stock este elemento a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	ST:73

Anexo J. Análisis RCM sistema de dosificación maquina aséptica ESSI A3 (Sub-Sistema Estructura del dosificador)

Electricidad & Servicios Industriales NT. 804.005.810-9													CÓDIGO FOOM-10		VERSIÓN 1	
ANÁLISIS RCM SISTEMA DE DOSIFICACION MAQUINA ASEPTICA ESSI A3 (SUB-SISTEMA ESTRUCTURA DEL DOSIFICADOR)																
Cód.. Func.	Función	Cód. FF	Descripción Falla Funcional	Cód. MF	Modo de Falla	Descripción Efectos	FALLA OCULTA	R. Amb	R. Hum	R. Econo	R. Imagen	TIPO DE DECISIÓN	DESCRIPCIÓN TAREA	FRECU	TIEMPO ESTANDAR	Cod. Tarea
SDS3F1	Contener y entregar la cantidad de producto exacto que requiere cada unidad producida según su presentación	SDS3F1	Se presenta variación de peso en las unidades producidas	SDS3MF1	Sensor de presión del tanque balance de la máquina aséptica averiado	Tanque balance suministra producto a los dosificadores de manera irregular. Ocasiona parada de producción en toda la máquina.	SI	A5	A5	A2	A3	CORRER A FALLA	Poseer en stock este elemento a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ74
				SDS3MF2	Panel View averiada	Imposibilita controlar la dosificación desde pantalla. Ocasiona parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s).	SI	A5	A5	A2	A3	CORRER A FALLA	Poseer en stock este elemento a fin de reemplazarlo tan pronto falle	NA	NA	STJ75
				SDS3MF3	Boquillas presentan soltura mecánica	Se presenta fuga a través de las boquillas y en consecuencia, variación de peso. Ocasiona parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s).	NO	A5	A5	A2	A3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Inspeccionar antes del inicio de cada producción el ajuste de las boquillas	A Diario	0.25HH/dia	STJ76
				SDS3MF4	Las boquillas instaladas no son las apropiadas (según presentación)	El caudal de producto a dosificar no es acorde con la presentación a producir, se genera muy alta variación de peso. Ocasiona parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s).	NO	B5	B5	B2	B3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Verificar, antes del inicio de cada producción, la idoneidad y el buen estado de las boquillas a instalar	A Diario	0.25HH/dia	STJ77
				SDS3MF5	Desajuste del acople de la varilla del dosificador	Se presenta fuga a través de la varilla del dosificador y en consecuencia, variación de peso. Ocasiona parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s).	SI	B5	B5	B2	B3	INSPECCION Y SEGUIMIENTO A CONDICION	Realizar ronda de inspección de tipo preventivo verificando el estado y ajuste de los componentes; realizar el cambio programado tras detectar fallas de funcionamiento	Semanal	4HH/mes	STJ78
SDS3F2	Brindar una infraestructura para el soporte y deslizamiento del polietileno	SDS3F2	Se presenta dificultad en el normal deslizamiento del polietileno sobre el tubo dosificador y sus componentes	SDS3MF6	Tubo desalineado con respecto a la prensa fija	El polietileno no desliza apropiadamente sobre el tubo generando arrugas, problemas de sellado y en consecuencia parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	A5	A5	A3	A3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Inspeccionar durante el inicio de producción (etapa de descarte de unidades) la alineación del tubo dosificador	A Diario	0.25HH/dia	STJ79
				SDS3MF7	Ganchos instalados no son lo apropiados (según presentación)	El polietileno se rompe o no desliza apropiadamente al llegar a los ganchos del tubo dosificador y en consecuencia parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	B5	B5	B3	B3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Verificar, antes del inicio de cada producción, la idoneidad y el buen estado de los ganchos	A Diario	0.25HH/dia	STJ80
				SDS3MF8	Paletas mal instaladas	El polietileno se rompe al llegar a las paletas del tubo dosificador y en consecuencia parada de producción en la(s) boca(s) afectada(s)	NO	B5	B5	B3	B3	BUSQUEDA DE FALLAS (INSPECCIONES)	Verificar, antes del inicio de cada producción, la idoneidad, buen estado y correcta instalación de las paletas	A Diario	0.25HH/dia	STJ81

Anexo K. Listado de componentes sugeridos como stock mínimo de repuestos

	Electricidad & Servicios Industriales		CODIGO	VERSION
	NIT. 804.005.810-9		FOOM-12	1
LISTADO DE COMPONENTES SUGERIDOS COMO STOCK MINIMO DE REPUESTOS				
ITEM	COMPONENTE	SUB-COMPONENTE	UNDS	FRECUENCIA
1	DOSIFICADOR	Paletas Formadoras (2 und por boca)	6	Stock
		Resortes para presentacion pequeña y grande	6	Stock
		Tornillo Prisionero M5 x 10mm (10 und)	10	Stock
		Micromotor	3	Stock
		IP para el Actuador Neumático A3-2	3	Stock
		Actuador Neumático Marca: Modelo:	3	Stock
		Trampa de Condensados para los Pulgadores	3	Stock
		Kit de Empaque Aséptico	3	250
2	SISTEMA DE REFRIGERACION	Bomba sumergible	1	Stock
3	TANQUE DE BALANCE	Oring Tapa	1	500h
		Sensor de Presión. Part of bar 64	1	Stock
		Rango 0,04 bar (0..40KPa)	1	Stock
		Transmisor Megabar 64 Type BR64 xxCA 3CHTNXX	1	Stock
4	TABLERO MOVIL	Panel View Marca Allen Bradley	1	Stock
		Potenciómetro 100KΩ	6	Stock
5	SELLADO VERTICAL	Kit de Empaques Cilindro	3	3000h
		Bujes Barrales (2 und)	6	3000h
		Tensor Resistencia (2 und)	6	Stock
		Resistencia Vertical	3	500h
		Tornillos Aisladores	6	1250h
		Silicona	3	250h
		Buje Pasamuro Barras juego	6	6000h
		Transformador	3	Stock
6	SELLADO HORIZONTAL	Dimer (Optec OP148P65-50PL1-1NH A3-1)	3	Stock
		Portaresistencia o tensores de la resistencia	6	1500h
		Buje Pasamuro Barras juego	6	1500h
		Buje Antigiro juego	6	1500h
		Deslizadores (2 und)	6	1500h
		Kit Empaques Cilindro Marca FESTO Ref:	3	3000h
		Silicona (Referencias 55SH(A3-1) y 60SH(A3-2))	3	80h
		Tela Teflón	3	250h
		Tornillo Pisa resistencia (8 und)	24	750h
		Resistencia	3	80h
7	VALVULA CIP-PRODUCTO-MODULADORA	Barras (2 und)	6	Stock
		Transformador	3	Stock
		Kit Empaques Asépticos	3	250h
		Kit Empaques Cilindro Marca FESTO Ref:	3	4000h

8	SISTEMA NEUMATICO	Reguladora de Presión FESTO Ref: LFR-1/2-D-MIDI-A	1	Stock
		Electrovalvula 5/2 Bobina 24DC, con conector, monoestable reposición por muelle	9	Stock
		Manguera neumatica #6-8-10 (16mm 5mts)		Stock
		Silenciadores ¼ y 3/8 (2 par electrovalvula)	8	Stock
		Racores de 6mm x 1/8 Recto y Acodado (15 unds)	15	Stock
		Racores de 6mm x ¼ Recto y Acodado	15	Stock
		Racores de 8mm x 1/8 Recto y Acodado	15	Stock
		Racores de 8mm x ¼ Recto y Acodado	15	Stock
		Racores de 10mm x ¼ Recto y Acodado	15	Stock
		Racores de 10mm x 3/8 Recto y Acodado	15	Stock
		Unión Neumática de 6mm - 8mm y 10mm	15	Stock
		Tee Neumática de 6mm - 8mm y 10mm	15	Stock
		Manómetro Neumático 1/8" Posición Horizontal Caratula 1" (de 0-160 psi)	5	Stock
		Manómetro Neumático ¼" Posición Horizontal Caratula 1" (de 0-160 psi)	3	Stock
		Prisioneros en acero inox M8 x 10mm	15	Stock
		Tornillos Inox con tuerca y Arandela de Seguridad cabeza bcc M6 x 20mm	15	Stock
		Tornillos Inox con tuerca y Arandela de Seguridad cabeza bcc M8 x 20mm	15	Stock
		Tornillos Inox con tuerca y Arandela de Seguridad cabeza bcc M5 x 20mm	15	Stock
		Tornillos Inox con tuerca y Arandela de Seguridad cabeza bcc M8 x 30mm	15	Stock
		Prisioneros en acero inox M5 x 10mm	15	Stock
Prisioneros en acero inox M6 x 10mm	15	Stock		
9	SISTEMA ELECTRICO	Contactador Allend Bardley C09 24vdc AC3	7	Stock
		Breaker 63A bipolar para Riel Omega	2	Stock
		Relevo 24VCD Allen-Bradley cat 700-tbr24	98	Stock
		Fuente 24DC 10A Allen-Bradley 1606 para fijar en riel omega	1	Stock
		UPS 110v 600VA	1	Stock
		Breaker 25A bipolar con contacto Auxiliar para Riel Omega	2	Stock
		Relevo marca OMROM 24VDC Ref 62R-1-5N y su respectiva base para riel omega	5	Stock
		Relevo marca OMROM 120VDC Ref 62R-1-5N y su respectiva base para riel omega	1	Stock
		Rele de Estado Sólido 25A	3	Stock
		Breaker 16A tripolar con contacto auxiliar para riel Omega	6	Stock
		Guarda motor tripolar 6,3-10A con bloque auxiliar para fijar en riel omega	2	Stock
		Lampara germicida con balastro de 2 x 32 a 120V Marca Silvania	1	Stock
		Breaker 80A tripolar Tipo Totalizador	1	Stock
		Switch PLC Hirschmann Spider 4TX/1FX	1	Stock
		Cooler para dimer NMB315FS-23T-B20	4	Stock
		Transformador 1300VA primario 220V/20V secundaio	3	Stock
		Breaker 16A bipolar con contacto auxiliar para riel Omega	3	Stock
		Breaker 6A monopolar con contacto auxiliar para Riel Omega	6	Stock
		Breaker 1A monopolar para Riel Omega	3	Stock
		Breaker 10A monopolar con contacto auxiliar para Riel Omega	1	Stock
		Breaker 63A bipolar para Riel Omega	2	Stock
		Dimer Marca OPTEC Ref: OP14865-50PL1-INH	6	Stock
		Rele Estado Sólido Ref: TD24A25 (Empalmadores)	3	Stock

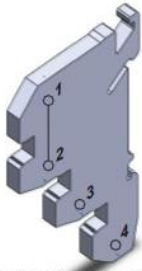


Figura 1. Esquema Conexión Borneras de 3 Pisos



Figura 2. Esquema Conexión Borneras de 2 Pisos

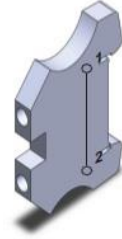


Figura 3. Esquema Conexión Borneras de 1 Piso

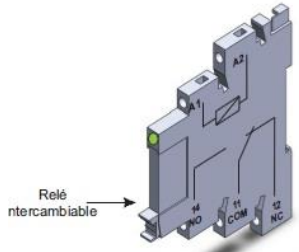


Figura 4. Esquema Conexión Relé con Base



Figura 5. Puente Borneras de 3 Pisos



Figura 6. Puente Borneras de 2 Pisos

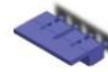


Figura 7. Puente Borneras de 1 Piso



Figura 8. Puente Para Relés

NOMENCLATURA DE LOS TERMINALES DE LAS BORNERAS, BRAKERS, VARIADORES DE VELOCIDAD Y VARIADORES DE POTENCIA

X(Número de Fila de Bornera 1-12),(Posición de Bornera en la Fila)/(Terminal de conexión de la bornera según Figuras 1-3)
 Por Ejemplo:

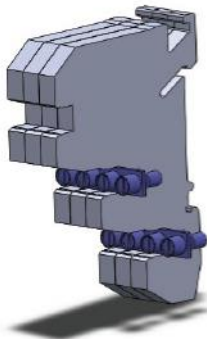
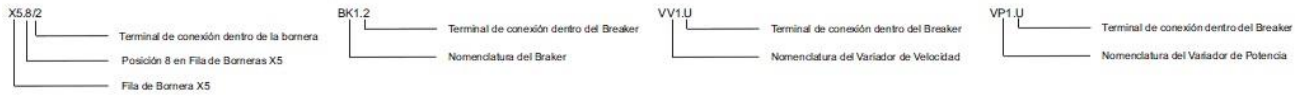


Figura 1. Montaje Borneras de 3 Pisos Con Su Respectivo Puente (Fig. 1, Fig. 5 página 8)

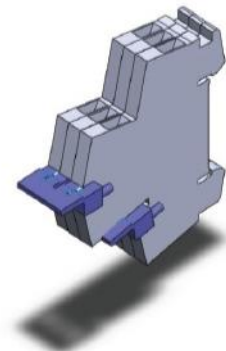
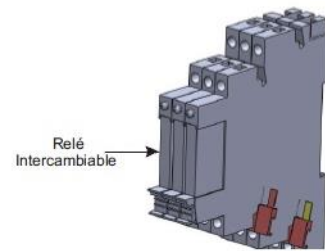





Figura 2. Montaje Borneras de 2 Pisos Con Su Respectivo Puente (Fig. 2, Fig. 6 página 8)



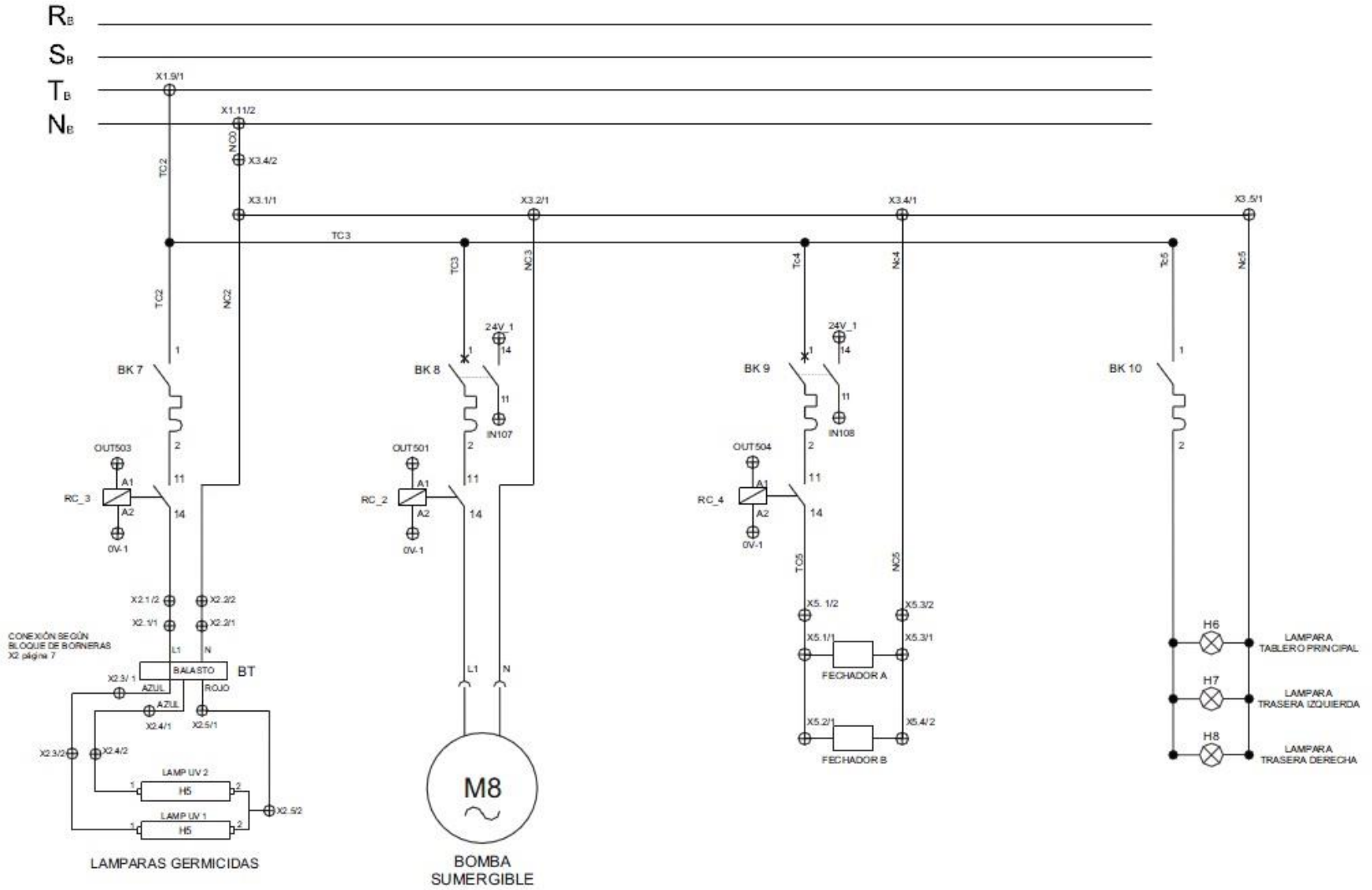
Anexo L. Formato de inspecciones diarias pre-operacionales

	Electricidad & Servicios Industriales	CÓDIGO:	VERSIÓN
	NIT. 804.005.810-9	FOOM-12	1
	FORMATO DE INSPECCIONES DIARIAS PRE-OPERACIONALS		
VARIABLES GENERALES DE OPERACIÓN		REGISTRO	
Temperatura de cabina (42-45 °C)		Temp: _____	
Temperatura de las barreras de vapor (120°C)		Temp: _____	
Temperatura de peróxido (42-45°C)		Temp: _____	
Presión de aire comprimido (7-8 Bares)		Presión: _____	
Presión de vapor (1,5-2 Bar)		Presión: _____	
Presión de vapor Esterilización (50 psi)		Presión: _____	
Presión de la bomba de peróxido (2-3 Bar)		Presión: _____	
Presión de aire comprimido (rutina de atomización de peróxido) (3 Bar)		Presión: _____	
Frecuencia del variador de impulsión de aire (42-45Hz)		Frec: _____	
Frecuencia del variador del extractor de peróxido (55Hz)		Frec: _____	
Boquilla de dosificación instalada en Boca A		(Grande____ Pequeña____)	
Boquilla de dosificación instalada en Boca B		(Grande____ Pequeña____)	
Boquilla de dosificación instalada en Boca C		(Grande____ Pequeña____)	
SISTEMA DE ARRASTRE Y FECHADO		REGISTRO	
Estado del sensor de fin de rollo		Defectuoso____ OK____	
Estado de la cinta y almohadilla del fechador		Defectuoso____ OK____	
Estado de los balancines (Requieren Lubricación SI____ NO ____)		Defectuoso____ OK____	
Verificar el correcto enhebrado del polietileno en la máquina		Defectuoso____ OK____	
Estado de los tensionadores (Requieren Lubricación SI____ NO ____)		Defectuoso____ OK____	
Estado de los alineadores (Requieren Lubricación SI____ NO ____)		Defectuoso____ OK____	
Estado de las canastillas secas		Defectuoso____ OK____	
Estado de las ruedas del desarrollo		Defectuoso____ OK____	
Estado de los piñones		Defectuoso____ OK____	
SISTEMA DE SELLADO		REGISTRO	
Estado de los teflones del sellado horizontal		Defectuoso____ OK____	
Estado de las siliconas del sellado horizontal		Defectuoso____ OK____	
Estado de resistencia de la mordaza vertical Boca A		Defectuoso____ OK____	
Estado de resistencia de la mordaza vertical Boca B		Defectuoso____ OK____	
Estado de resistencia de la mordaza vertical Boca C		Defectuoso____ OK____	
Estado de resistencia de la mordaza horizontal Boca A		Defectuoso____ OK____	
Estado de resistencia de la mordaza horizontal Boca B		Defectuoso____ OK____	
Estado de resistencia de la mordaza horizontal Boca C		Defectuoso____ OK____	
Estado de teflones de las mordaza vertical Boca A		Defectuoso____ OK____	
Estado de teflones de las mordaza vertical Boca B		Defectuoso____ OK____	
Estado de teflones de las mordaza vertical Boca C		Defectuoso____ OK____	
Estado de teflones de las mordaza horizontal Boca A		Defectuoso____ OK____	
Estado de teflones de las mordaza horizontal Boca B		Defectuoso____ OK____	
Estado de teflones de las mordaza horizontal Boca C		Defectuoso____ OK____	

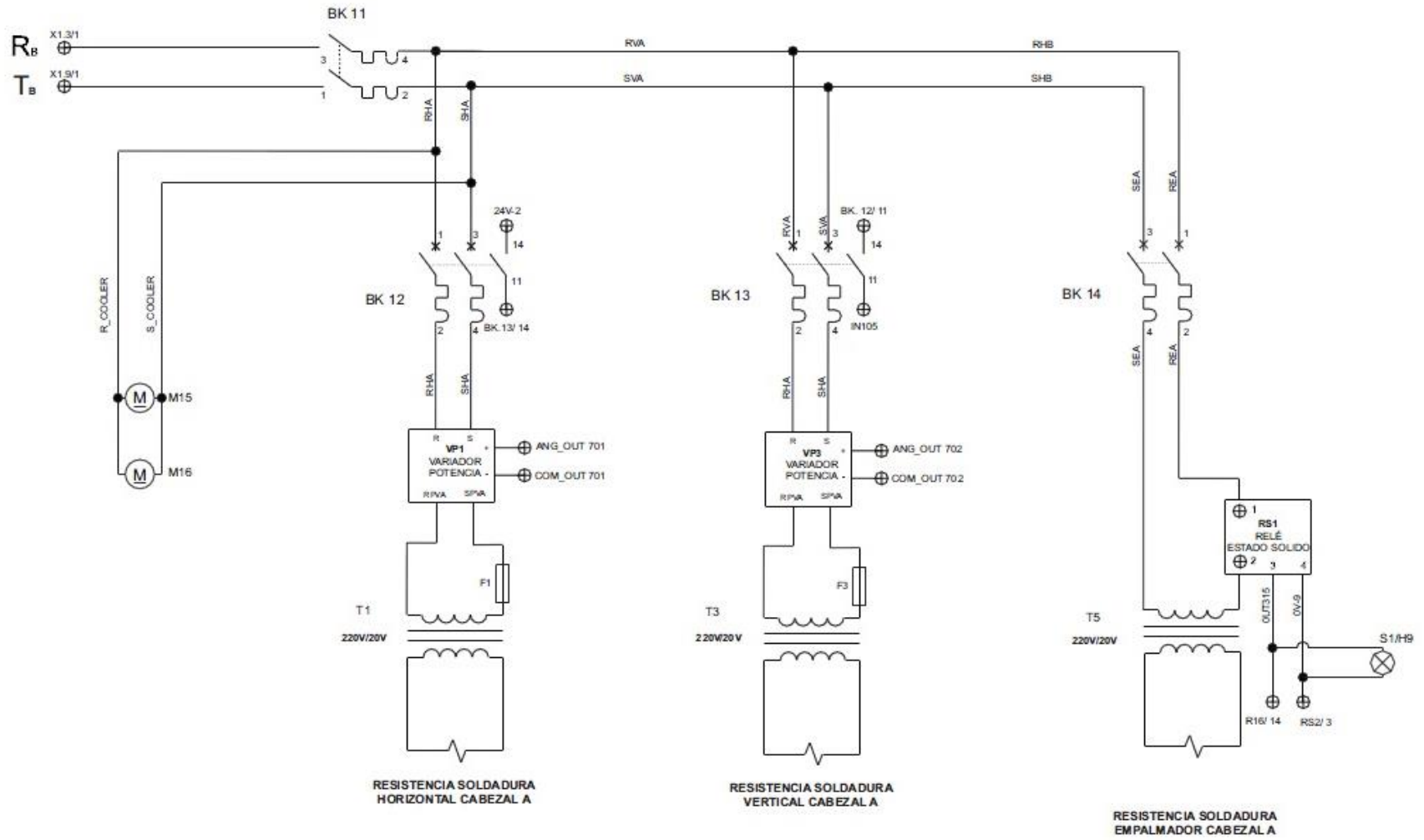
Anexo M. Rutina de intervención

		Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9	CÓDIGO: FOOM-11	VERSIÓN 1
RUTINA DE INTERVENCIÓN				
EQUIPO:	MAQUINA ASEPTICA ESSI A3			
PROCEDIMIENTO:	MANTENIMIENTO ASEPTICO 250 HORAS			
PROCESO:	ULTRA PASTEURIZACION			
TIEMPO ESTIPULADO	8 HORAS (SIN INCLUIR TIEMPOS MUERTOS)			
DATOS A TENER EN CUENTA:				
<p>Todo mantenimiento aséptico consiste en un mantenimiento aséptico de 250 horas, más el cambio de componentes de acuerdo al número de horas trabajadas (1000hrs, 2000hrs, 4500hrs, etc). Sin embargo, es sumamente delicada la ejecución del mantenimiento aséptico de 250hrs y de él depende en gran medida el éxito de la ejecución de cualquier mantenimiento aséptico programado. Se recuerda que es OBLIGATORIO cumplir las exigencias de BPM. Así como, tener presente el elevado riesgo que supone la manipulación de componentes que durante la operación de la máquina están en contacto directo con producto.</p>				
ANTES DE INICIAR:				
<p>1. Verificar los contenidos de los kits de mantenimiento aséptico. Cerciorarse que el contenido del kit corresponda a lo que se requiere cambiar en cada mantenimiento aséptico, según sea el caso.</p> <p>2. Disponer de guantes de látex previo la manipulación de las válvulas (cambio de los o-ring).</p> <p>3. Coordinar previamente con el analista de calidad encargado de liberar las válvulas moduladora, CIP y producto.</p>				
DURANTE LA EJECUCION DE LA LABOR				
ITEM	ACTIVIDAD	TEC1	TEC2	MINUTOS
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL:				
1	Desenergizar tablero principal. Para garantizar que el equipo no sea encendido durante la ejecución del mantenimiento, realizar: a) Bajar breaker principal. b). Actuar térmico manualmente. c) Deshabilitar bobina del contactor. d) Medir a la salida del térmico y verificar que ninguna línea tenga voltaje.	20	20	20
2	Despresurizar línea de vapor y neumática. Cerrar la válvula principal de entrada de vapor al CIP y válvula de entrada de aire, esperar aproximadamente 10 minutos mientras la tubería se enfríe. Cerciorarse que la presión de vapor en el manómetro que se encuentren en la línea de las barreras de vapor esté en cero. Al verificar que la tubería se encuentra fría proceder con el siguiente paso.	20	20	20
DESCONEXIONES:				
3	Identificar y soltar las mangueras que conducen vapor.	30	30	30
4	Identificar y desconectar acometida neumática y eléctrica de todos los actuadores.	20	20	20
5	Soltar abrazaderas tri-clamp que aseguran el cuerpo de válvula.	15	15	15
DESMONTE VALVULAS:				
6	En el desmonte de los cilindros de los dosificadores de la ESSI A3-1 tener especial cuidado con los sensores magnéticos instalados en los cilindros. Por ningún motivo manipular estos sensores ya que su desconfiguración genera problemas de cierre del dosificador en producción.	25	25	25
7	Extraer o-ring del cuerpo de válvula y entregar a operario para lavado y desinfección. Verificar que no queden elementos extraños dentro del cuerpo de la válvula y especialmente en el puesto del o-ring. DE SER NECESARIO, UTILIZAR UN UTENSILIO PARA LIMPIAR PROFUNDAMENTE LA "CAMA" DEL O-RING.	40	40	40
8	El cuerpo de la válvula y especialmente el puesto del o-ring deben estar secos al momento de la instalación de los o-ring, adicionalmente tener especial cuidado de no maltratarlos en la instalación.	60	60	60
9	Lavar y limpiar la varrilla del dosificador, prestando mayor atención en el área donde esta hace el contacto con los o-ring.	25	25	25
10	Al instalar los acoples de los dosificadores, cerciorarse que la varrilla del dosificador y el vástago del actuador estén en contacto. Adicionalmente, los tornillos de ajuste deben quedar bien asegurados; además, verificar buen ajuste entre la varrilla y el vástago de actuador.	NA	NA	NA
11	ESSI A3-1: La varrilla viene roscada en la mitad, esto con el fin de retirarla del tubo dosificador para cambiar el o-ring; realizar esta operación utilizando dos llaves de ¼" de boca. Tener cuidado de NO doblar, ni maltratar varrilla, ni conductos por donde pasa la leche. Cualquier abolladura causada en esta manobra es difícilmente eliminada en un CIP.	NA	NA	NA
12	Al ensamblar cuerpo de válvula en la varrilla esta debe acoplar suavemente SIN NECESIDAD DE APLICAR DEMASIADA FUERZA. TENER ESPECIAL CUIDADO AL REALIZAR ESTE ENSAMBLE PARA NO DAÑAR LOS O-RINGS.	90	90	90
13	Cambiar todos los empaques tri-clover SIN EXCEPCIÓN , ensamblar actuadores, realizar las conexiones de vapor, neumática y eléctrica. Finalmente, dejar listo para pruebas. NOTA: Antes de instalar los o-ring en los cartuchos de teflón verificar la altura de los mismos y asegurarse que no estén ni muy altos o muy bajos.	60	60	60
14	Retirar tapa y o-ring de la olla, entregar a operario para el respectivo lavado y desinfección. Reemplazar el o-ring de la olla e instalar tapa.	30	30	30
15	Retirar prefiltro entrada de aire estéril, limpiar y desinfectar sitio de montaje del prefiltro, reinstalar conjunto.	NA	NA	NA
DISPOSICIONES FINALES				
<p>Consignar en bitácora todas las observaciones, sugerencias, recomendaciones y estado de avance de la actividad (estado de las mangueras, estado de los acoples, estado de los o-ring, estado de la varrilla dosificador, estado de sensores magnéticos, etc). El llenado de bitácora de un mantenimiento aséptico debe ser más detallado de lo que normalmente se realiza. Los técnico 1 y técnico 2 entrantes a turno deben revisar cuidadosamente la bitácora en busca de las anotaciones que los técnicos salientes hallan realizado. En caso de dudas llamar inmediatamente al coordinador de mantenimiento.</p> <p>Es importante disponer debidamente de todos los elementos usados. Ubicar una bolsa o una caja para depositar todo los o-ring, empaques, bujes y demás componentes a cambiar en el mantenimiento aséptico. Es solicitud expresa de Freskaleche la devolución de todos los repuestos usados.</p> <p>Las válvulas de entrada de aire y vapor, así como el manómetro de presión de vapor, deben ser revisados periódicamente y programar el cambio si así lo requiere.</p>				

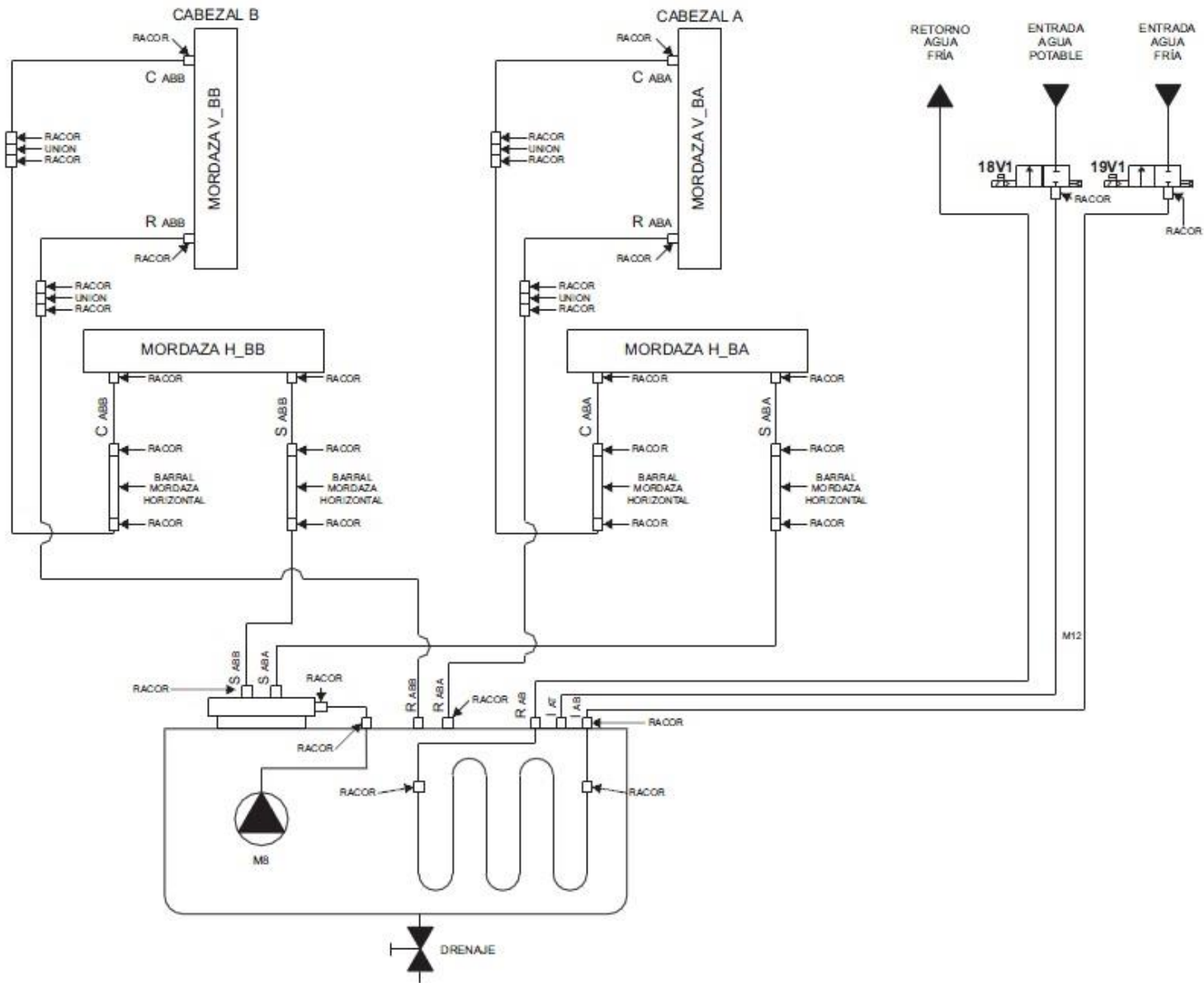
Anexo N. Planos eléctricos sistema de sellado (Alimentación eléctrica bomba sumergible)



Anexo O. Planos eléctricos sistema de sellado



Anexo P. Esquema sistema de refrigeración de mordazas



Anexo Q. Planos neumáticos sistema de dosificación

