

**MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
PARA LOS ACTIVOS DE LA LÍNEA DE ULTRAPASTEURIZACIÓN
FABRICADOS POR LA EMPRESA ESSI SAS.**

**JESÚS DANILO PÁEZ
SERGIO ANDRÉS CÁCERES AMAYA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2015

**MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
PARA LOS ACTIVOS DE LA LÍNEA DE ULTRAPASTEURIZACIÓN
FABRICADOS POR LA EMPRESA ESSI SAS.**

**JESÚS DANILO PÁEZ
SERGIO ANDRÉS CÁCERES AMAYA**

**Monografía de grado presentada como requisito para optar al título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director: CARLOS BORRÁS PINILLA
Doctor en Ingeniería Mecánica**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

A Dios dedico este proyecto porque como hombre de fe, busco aliento en aquellos momentos difíciles, para lograr una vez más, nuevas metas en este camino de vida.

A mis amados padres Hernando y Luz Marina, a mi novia quiénes me brindaron su apoyo incondicional y motivación para concluir este proyecto.

A mis amigos, compañeros de trabajo y todas las demás personas que de alguna manera brindaron su apoyo y conocimiento de forma directa o indirectamente para lograr los objetivos planteados en este proyecto.

SERGIO A. CÁCERES

DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres, por el inmenso amor y el apoyo incondicional que durante toda mi vida me han brindado, a ellos debo el ser humano que soy.

JESÚS DANILO PÁEZ

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

ELECTRICIDAD Y SERVICIOS INDUSTRIALES SAS (ESSI SAS), empresa que ha brindado un valioso apoyo durante más de 14 años al sector industrial de la región de Santander, fomentando el desarrollo tecnológico e innovador en el país.

MAURICIO BRIÑEZ RODRÍGUEZ, Gerente General de ESSI SAS, quien ha depositado toda su confianza en el recurso humano formado en la empresa. Además de haber sido el creador una innovadora cultura organizacional logrando posicionar a la empresa como una organización altamente competitiva y exitosa.

WASHINGTON O. FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Director Ejecutivo de Líneas UHT, quien ha compartido su enorme conocimiento y experiencia en el sector lácteo a los autores de este proyecto.

DR. CARLOS BORRÁS PINILLA, Docente de la Universidad Industrial de Santander y Director de la Maestría en Ingeniería Mecánica UIS. Quién brindó su apoyo, respaldo y conocimiento en la dirección de este proyecto.

PASTEURIZADORA SANTANDEREANA DE LECHEs, LECHEsAN S.A BUCARAMANGA. Cliente fiel de ESSI SAS quien brindó su apoyo e información para el desarrollo del modelo presentado en este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. ELECTRICIDAD Y SERVICIOS INDUSTRIALES SAS	22
1.1 RESEÑA HISTÓRICA	22
1.2 MISIÓN CORPORATIVA	23
1.3 VISIÓN CORPORATIVA	24
1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	24
1.5 UNIDADES ESTRATÉGICAS DE NEGOCIO (UEN)	24
1.5.1 Fabricación	24
1.5.2 Energía	24
1.5.3 Automatización Industrial	24
1.5.4 Outsourcing en Procesos de Negocios (<i>BPO</i>)	24
1.6 PRODUCTOS Y SERVICIOS	26
1.6.1 Equipo de Proceso Esterilizador ESSI <i>UHT-10</i>	26
1.6.2 Máquina Empacadora Aséptica ESSI	26
2. DIAGNÓSTICO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL	27
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	27
2.2 OBJETIVOS	29
2.2.1 Objetivo General.	29
2.2.2 Objetivos Específicos.	29
2.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	30
2.4 ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN EL OUTSOURCING	33
3. CULTURA Y CAMBIO ORGANIZACIONAL	38
3.1 CULTURA ORGANIZACIONAL	38
3.1.1 Características de la Cultura Organizacional	39
3.1.2 Funciones de la Cultura Organizacional	40
3.2 FORMACIÓN DE UNA CULTURA	41
3.3 MANTENIMIENTO DE LA CULTURA	42
3.4 EL CAMBIO ORGANIZACIONAL	44
3.4.1 El Desarrollo Organizacional	45
3.4.2 Diagnóstico Organizacional	47
3.4.3 Resistencia al Cambio	48
4. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA	49
4.1 MATRIZ DOFA	50
4.1.1 Estrategia FO.	51
4.1.2 Estrategia FA.	51
4.1.3 Estrategia DA.	51
4.1.4 Estrategia DA.	51
4.2 ETAPAS DE LA PLANEACION ESTRATÉGICA	52

5.	GESTIÓN MODERNA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	53
5.1	CONFIABILIDAD OPERACIONAL	53
5.1.1	Mantenimiento Basado en Condición (MBC)	55
5.1.2	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)	57
5.2	HERRAMIENTAS DE LA CONFIABILIDAD	59
5.2.1	Análisis de Criticidad (AC)	60
5.2.2	Análisis Causa Raíz (ACR)	61
5.2.3	Análisis de Modos de Falla, Efecto y Criticidad (AMFEC)	63
5.3	MANTENIMIENTO DE CLASE MUNDIAL (MCM)	65
6.	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	69
6.1	CONCEPTOS DEL TPM Y FUNDAMENTOS DEL TPM	69
6.2	QUÉ SE LOGRA CON EL TPM	70
6.3	PILARES Y PRINCIPIOS DEL TPM	71
6.3.1	Mejora Orientada	71
6.3.2	Mantenimiento Autónomo	72
6.3.3	Mantenimiento Planeado	75
6.3.4	Educación y Entrenamiento	75
6.3.5	Gestión Temprana	75
6.3.6	Mantenimiento de Calidad	75
6.3.7	TPM Administrativo	76
6.3.8	Seguridad Higiene y Medio Ambiente	76
6.4	LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS DEL TPM	76
6.4.1	Fallas en los Equipos Principales	76
6.4.2	Cambios y Ajustes no Programados	77
6.4.3	Ocio y Paradas Menores	77
6.4.4	Reducción de Velocidad	77
6.4.5	Defectos en el Proceso	77
6.4.6	Pérdidas de Arranque	77
6.5	ESTRATEGIAS ADMINISTRATIVAS DE APOYO	77
6.5.1	Las Cinco Eses (5S)	78
6.5.2	El Empowerment	79
7.	GESTIÓN DE REPUESTOS PARA LOS ACTIVOS CRÍTICOS	81
7.1	MANEJO DE REPUESTOS ACTUAL	81
7.2	ESTUDIO DE CRITICIDAD	81
7.3	ALMACENAMIENTO DE REPUESTOS MÍNIMO	86
8.	MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	90
8.1	AUDITORÍA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO VIGENTE	90
8.1.1	Estándares de calidad en el proceso <i>UHT</i>	90
8.1.2	Pérdidas en el proceso <i>UHT</i>	94
8.1.3	Panorama actual de los indicadores de gestión del mantenimiento	97
8.1.4	Análisis causa raíz de las pérdidas detectadas	103
8.2	PROPUESTA ESTRATÉGICA DEL MODELO GERENCIAL	123
8.2.1	Política corporativa del modelo.	124
8.2.2	Misión corporativa del modelo.	124
8.2.3	Visión corporativa del modelo.	124

8.2.4 Valores corporativos del mantenimiento autónomo.	125
8.2.5 Matriz DOFA para el mantenimiento actual.	125
8.2.6 Objetivos estratégicos para el desarrollo del modelo.	125
8.2.7 Estrategia para lograr el cambio de cultura organizacional	129
8.3 DESARROLLO DEL MODELO GERENCIAL	131
8.3.1 Protocolo de alistamiento para producción de la máquina ESSI A3.	132
8.3.2 Protocolo de alistamiento para producción del equipo ESSI UHT-10.	136
8.3.3 Registro de mantenimiento autónomo para la máquina ESSI A3.	139
8.3.4 Registro de mantenimiento autónomo para el equipo ESSI UHT-10.	140
8.3.5 Lecciones de un punto para los equipos ESSI.	145
8.3.6 Registro para el informe de producción línea UHT.	145
8.3.7 Indicadores del modelo.	145
8.4 ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO	145
8.4.1 ¿Qué se hará?	145
8.4.2 ¿Cómo se hará?	154
8.4.3 ¿Cuándo se hará?	157
8.4.5 ¿Cuánto costará?	157
9. CONCLUSIONES	161
BIBLIOGRAFÍA	163
ANEXOS	165

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Indicadores de gestión en mantenimiento de equipos ESSI.	34
Tabla 2. Indicadores implementados en el <i>outsourcing</i> de mantenimiento de Lechesan S.A.	35
Tabla 3. Frecuencia de análisis predictivos implementados en Lechesan S.A.	36
Tabla 4. Resultados de la gestión del mantenimiento en Lechesan S.A.	37
Tabla 5. Resultados de la socialización organizacional.	45
Tabla 6. Enfoques sobre el cambio organizacional.	46
Tabla 7. Variables a monitorear.	56
Tabla 8. Ciclo CAPD en el mantenimiento autónomo.	74
Tabla 9. Estrategias administrativas para la gestión del mantenimiento.	78
Tabla 10. Beneficios de la implementación de las 5S.	79
Tabla 11. Niveles del empowerment.	80
Tabla 12. Factores de ponderación para el estudio de criticidad.	82
Tabla 13. Clasificación de repuestos para la máquina empacadora ESSI A3.	84
Tabla 14. Clasificación de repuestos para el equipo esterilizador ESSI UHT-10.	86
Tabla 15. Cantidad mínima de repuestos para la máquina empacadora ESSI A3.	87
Tabla 16. Cantidad mínima de repuestos para el esterilizador ESSI UHT-10.	89
Tabla 17. Aspectos y estándares de calidad en la línea <i>UHT</i> .	91
Tabla 18. Pérdidas en el proceso <i>UHT</i> .	96
Tabla 19. Resultados del ACR para las fallas principales.	123
Tabla 20. Matriz DOFA para el mantenimiento actual.	126
Tabla 21. Objetivos estratégicos para el desarrollo del modelo.	128
Tabla 22. Análisis de campos de fuerza.	129
Tabla 23. Indicadores de gestión para el mantenimiento autónomo del modelo.	153
Tabla 24. Cronograma para la implementación del PMA.	158
Tabla 25. Tabla de presupuesto para el desarrollo del modelo.	160

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Logotipo de ESSI SAS.	22
Figura 2. Estructura Organizacional de ESSI SAS.	25
Figura 3. Esquema organizacional de mantenimiento vigente.	27
Figura 4. Porcentaje de fallas en la máquina empacadora ESSI A3.	28
Figura 5. Diagrama del proceso de ultrapasteurización de la leche.	31
Figura 6. Eficiencia global de producción de empaque de una línea <i>UHT</i> con equipos ESSI, instalada en una planta de la zona de Santander.	32
Figura 7. La empresa como sistema abierto.	39
Figura 8. Características de la cultura organizacional.	40
Figura 9. Funciones de la cultura.	41
Figura 10. Pasos para la formación una cultura organizacional.	42
Figura 11. Métodos para mantener la cultura organizacional.	43
Figura 12. Proceso de socialización.	44
Figura 13. Iniciativas que contribuyen a la gestión del cambio organizacional.	46
Figura 14. Etapas del desarrollo organizacional.	47
Figura 15. Fuentes de resistencia al cambio.	48
Figura 16. Etapas de la planeación estratégica.	50
Figura 17. Matriz DOFA.	51
Figura 18. Estrategias de la gestión moderna del mantenimiento industrial.	54
Figura 19. Frentes de la confiabilidad operacional.	55
Figura 20. Definiciones del MCC.	58
Figura 21. Pasos del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.	59
Figura 22. Pasos del análisis de criticidad.	61
Figura 23. Preguntas básicas de un análisis causa-raíz.	62
Figura 24. Pasos para el desarrollo del análisis causa-raíz.	63
Figura 25. Árbol lógico de fallas.	64
Figura 26. Estructura para la gestión del MCM.	65
Figura 27. Etapas de la gestión autónoma.	66
Figura 28. Mantenimiento de clase mundial.	67
Figura 29. Prácticas para el mantenimiento de clase mundial.	68
Figura 30. Pilares del TPM.	71
Figura 31. Ciclo Deming o PHVA.	72
Figura 32. Los siete pasos para el mantenimiento autónomo.	73
Figura 33. Matriz de criticidad.	83
Figura 34. Juego de válvulas para el <i>CIP</i> de la ESSI A3.	93
Figura 35. Pérdidas en el proceso <i>UHT</i> .	94
Figura 36. Desalineación en la unidad empacada.	96
Figura 37. Indicador de cumplimiento del mantenimiento preventivo.	98

Figura 38. Indicador de porcentaje de actividades de mantenimiento solicitado al mes.	98
Figura 39. Indicador de porcentaje de mantenimiento correctivo emergente ejecutado en el mes.	99
Figura 40. Indicador de eficiencia global de producción (EGP).	99
Figura 41. Indicador de Tiempo medio entre fallas (TMEF).	101
Figura 42. Indicador de afectación al desempeño en producción por mantenimiento.	101
Figura 43. Indicador de afectación al proceso de producción.	102
Figura 44. Indicador de desperdicio por unidades empacadas.	102
Figura 45. Relación de los indicadores de gestión.	104
Figura 46. Árbol de fallas para la filtración en el sellado vertical parte I.	105
Figura 47. Árbol de fallas para la filtración en el sellado vertical parte II.	106
Figura 48. Árbol de fallas para la filtración en el sellado vertical parte III.	107
Figura 49. Árbol de fallas para la filtración en el sellado vertical parte IV.	108
Figura 50. Árbol de fallas para la filtración en el sellado horizontal parte I.	110
Figura 51. Árbol de fallas para la filtración en el sellado horizontal parte II.	111
Figura 52. Árbol de fallas para la filtración en el sellado horizontal parte III.	112
Figura 53. Árbol de fallas para la filtración en el sellado horizontal parte IV.	113
Figura 54. Árbol de fallas para la filtración en el sellado horizontal parte V.	114
Figura 55. Árbol de fallas para la desalineación del polietileno parte I.	115
Figura 56. Árbol de fallas para la desalineación del polietileno parte II.	116
Figura 57. Árbol de fallas para la desalineación de polietileno parte III.	117
Figura 58. Árbol de fallas para la desalineación del polietileno parte IV.	118
Figura 59. Árbol de fallas para la desalineación del polietileno parte V.	119
Figura 60. Árbol de fallas para la variación de peso parte I.	120
Figura 61. Árbol de fallas para la variación de peso parte II.	121
Figura 62. Árbol de fallas para la variación de peso parte III.	122
Figura 63. Estructuración de las estrategias administrativas para el modelo.	124
Figura 64. Valores corporativos del modelo.	125
Figura 65. Los diez aspectos claves para lograr el cambio cultural.	130
Figura 66. Directrices del departamento de producción.	131
Figura 67. LUP para el sistema de sellado vertical.	146
Figura 68. LUP para el sistema de sellado horizontal.	147
Figura 69. LUP para el sistema conformador.	148
Figura 70. LUP para el sistema dosificador.	149
Figura 71. LUP general equipo esterilizador ESSI UHT-10 parte 1.	150
Figura 72. LUP general equipo esterilizador ESSI UHT-10 parte 2.	151
Figura 73. Informe de producción diario línea <i>UHT</i> .	152
Figura 74. Etapas de la implementación del modelo gerencial.	154
Figura 75. Diagrama de Gantt para la implementación del PMA.	159

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Equipo Esterilizador a placas ESSI <i>UHT</i> -10.	166
Anexo B. Máquina Empacadora Aséptica ESSI A3.	167
Anexo C. Proceso de Ultrapasteurización.	168
Anexo D. Envasado de leche <i>UHT</i> .	170
Anexo E. Matriz de criticidad de los activos en planta Lechesan S.A.	171
Anexo F. Interfaz gráfica del sistema de monitoreo a la línea <i>UHT</i> (Smart-line).	176
Anexo G. Registro del EGP mes de Diciembre 2013.	185
Anexo H. Indicadores de gestión del Outsourcing en mantenimiento.	188
Anexo I. Desarrollo del RCM.	192
Anexo J. Diagrama de decisión.	193
Anexo K. Hoja de trabajo para el AMFEC.	194
Anexo L. Análisis de criticidad de modos de falla.	195
Anexo M. Matriz de criticidad para los repuestos de la Máquina Empacadora Aséptica ESSI A3.	196
Anexo N. Matriz de criticidad para los repuestos del equipo Esterilizador a placas ESSI <i>UHT</i> -10.	200
Anexo O. Máquina Empacadora Aséptica ESSI A3 instalada en Lechesan S.A.	201
Anexo P. Esterilizador a placas ESSI <i>UHT</i> -10 instalado en Lechesan S.A.	203
Anexo Q. Peso de las presentaciones empacadas para leche entera <i>UHT</i> en Lechesan S.A.	205
Anexo R. No conformidad en el tamaño de la bolsa empacada.	206
Anexo S. No conformidades en los sellados de las unidades empacadas.	207
Anexo T. No conformidad en el fechado de las unidades empacadas.	209
Anexo U. Características fisicoquímicas de la leche.	211
Anexo V. Registros de control para el proceso <i>UHT</i> .	212
Anexo W. Proceso de limpieza CIP en los equipos ESSI.	217
Anexo X. Limpieza COP de la máquina empacadora ESSI A3.	220
Anexo Y. Filtración en las unidades empacadas.	221
Anexo Z. Registro del porcentaje de destrucción.	223
Anexo 1. Guía para el cambio de cultura organizacional.	224
Anexo 2. Aspectos claves en el desarrollo de un programa de mantenimiento autónomo.	225

GLOSARIO

AGENTE PATÓGENO: es aquel elemento o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un ser humano, animal o vegetal.

ASÉPTICO: relativo a la asepsia. Conjunto de procedimientos científicos destinados a preservar de gérmenes o microbios una instalación, material o un organismo. Para el propósito de este proyecto, es conservar un ambiente aséptico en el proceso de empaclado de la leche en la máquina empacadora.

BPO: corresponde a las siglas en inglés de *Business Process Outsourcing* o subcontratación de procesos de negocios. Es la subcontratación de funciones del proceso de negocio en proveedores de servicios, ya sea internos o externos a la empresa, usualmente menos costosos o más eficientes y eficaces.

CABEZAL: se refiere al conjunto de mecanismos y sistemas por donde se enhebra el plástico o polietileno, se envasa y se empacla las unidades por presentación previamente seleccionada. Una máquina empacadora aséptica ESSI A3 cuenta con tres cabezales de producción o tres líneas de dosificación y una ESSI A2 cuenta con dos cabezales.

CAVA: en este proyecto, la cava o cuarto frío es una nevera o congelador que tiene una mayor capacidad y que permite almacenar los productos de una manera organizada y de acuerdo a sus características, manteniendo la cadena de frío de los productos que allí se depositan.

DESGASIFICADOR: equipo destinado a la eliminación de gases en líquidos o sólidos. En ocasiones pequeñas cantidades de aire o gases pueden generar durante los procesos mal funcionamiento o daños en los equipos o maquinaria, así como fallas en la calidad de los productos. Los diferentes tipos de desgasificadores en el mercado funcionan a base de depresión, vacío, flujo, temperatura, etc.

EAC: siglas para denotar un Equipo de Alta Competencia. Conformado por un equipo de profesionales multidisciplinarios expertos que hacen parte de la organización, los cuales laboran en conjunto durante un tiempo determinado, destinados a resolver un problema complejo y a conseguir un objetivo común.

EMA: siglas para denotar un Equipo de Mantenimiento Autónomo. Conformado por personal de nivel operativo, el cual se encarga de la ejecución de las actividades de mantenimiento autónomo.

INOCUIDAD: es un término técnico que se utiliza en el sector industrial de procesamiento de alimentos y se refiere a la garantía de que dicho alimento (producto) final no causará daño al consumidor. Sin contaminación.

INVIMA: Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. Es una entidad Colombiana, dedicada a proteger y promover la salud de la población, mediante la gestión del riesgo asociada al consumo y uso de alimentos, medicamentos, dispositivos médicos y otros productos objeto de vigilancia sanitaria.

KAIZEN: es el término japonés utilizado para la mejora continua y su metodología de aplicación es conocida como la mejora continua hasta la Calidad Total.

ORGANOLÉPTICA: propiedad organoléptica. Son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general y que se pueden percibir por los sentidos; por ejemplo: color, sabor, olor, textura, etc.

OUTOSURCING: término inglés que se refiere a tercerización o subcontratación de un servicio o negocio. Es el proceso económico empresarial en el que una sociedad mercantil delega los recursos orientados a cumplir ciertas tareas a una sociedad externa, empresa de gestión o subcontrata, dedicada a la prestación de diferentes servicios especializados, por medio de un contrato. Para ello, estas últimas, pueden contratar sólo al personal, caso en el cual los recursos los aportará el cliente (instalaciones, hardware y software), o contratar tanto el personal como los recursos.

PMA: siglas para denotar un Programa para el Mantenimiento Autónomo.

SACHET: es una pequeña bolsa hermética descartable empleada para contener alimentos y otros productos, usualmente líquidos, que suelen consumirse de forma continua y de una sola vez.

SUB-ESTÁNDAR: condición que está por fuera de los límites o parámetros establecidos por normas. En el caso de la calidad, es una condición que no cumple con los estándares de calidad fijados.

UEN: Unidad Estratégica de Negocios.

UHT: son las siglas en inglés de *ultra-high temperature*, que significa ultra-alta temperatura (UAT) ó ultra-pasteurización que corresponde a un proceso de esterilización de un alimento, el cual se calienta por un corto tiempo por encima de los 135°C para eliminar cualquier tipo de esporas para el caso de la leche. Sin embargo, se puede utilizar para el procesamiento de jugos naturales, cremas, yogurt, vinos, sopas, mermeladas, miel entre otros.

RESUMEN

TÍTULO:

MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LOS ACTIVOS DE LA LÍNEA DE ULTRAPASTEURIZACIÓN FABRICADOS POR LA EMPRESA ESSI SAS.*

AUTOR (ES):

Jesús Danilo Páez

Sergio Andrés Cáceres Amaya.**

PALABRAS CLAVES:

Modelo, mantenimiento autónomo, ultra-pasteurización, máquina empacadora aséptica, esterilizador, cultura organizacional, matriz DOFA, gestión moderna.

DESCRIPCIÓN:

En el siguiente estudio de monografía se presenta un modelo gerencial de mantenimiento autónomo que se enfoca principalmente en mejorar el desempeño que tienen los técnicos operadores con los equipos de ultra-pasteurización, específicamente con dos equipos fabricados por la empresa ESSI SAS: la máquina empacadora ESSI A3 y el esterilizador ESSI UHT-10, su objetivo principal es reducir al máximo las fallas frecuentes y por ende el costo de mantenimiento de los mismos.

El proyecto inicia con el análisis y diagnóstico del mantenimiento actual que se lleva a cabo en los equipos, luego se presenta el fundamento teórico del cambio de mentalidad y cultura organizacional, concepto base para la definición del modelo gerencial. En el desarrollo del modelo se plantean las estrategias del mantenimiento autónomo, para esto se realizó el análisis de las fortalezas y debilidades en los equipos utilizando la matriz DOFA, y también se aplicaron metodologías de la gestión moderna del mantenimiento industrial.

Por último, el modelo se presenta como un documento de apoyo a nivel estratégico para que sea implementado en la unidad de negocios de *outsourcing* ofrecido por la empresa ESSI SAS, diseñando la documentación necesaria de apoyo que va desde protocolos de alistamiento para los activos críticos, registros de mantenimiento autónomo, lecciones de un punto (LUP) hasta el registro de producción diaria para líneas *UHT*. Adicional a esto, se presenta un capítulo completo de la estrategia de gestión de repuestos más apropiada para asociarla con los equipos ESSI.

* Monografía.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Dr. Carlos Borrás Pinilla, Director de la Maestría de Ingeniería Mecánica.

SUMMARY

TITLE:

AUTONOMOUS MAINTENANCE MANAGEMENT MODEL FOR THE ASSETS OF ULTRA-PASTEURIZATION LINE MADE BY ESSI SAS COMPANY.*

AUTHORS:

Jesús Danilo Páez

Sergio Andrés Cáceres Amaya.**

KEYWORDS:

Model, autonomous maintenance, ultra-pasteurization, aseptic packing machine, sterilizer, organizational culture, DOFA matrix, modern management.

DESCRIPTION:

In the following study monograph its presents a management model of autonomous maintenance focusing mainly to improve performance of the technical operators with the ultra-pasteurization equipments, specifically with two equipments made by ESSI SAS company: aseptic packing machine ESSI A3 and sterilizer ESSI UHT-10, its primary objective is to reduce the maximum frequent failures and therefore the cost of maintaining them.

The project begins with the analysis and diagnosis current maintenance it is done on equipment, then presents the theoretical foundation change of mentality and organizational culture, based concept for the definition of management model. In development model, the strategies are proposed of autonomous maintenance, for this was done analysis of the strengths and weaknesses on equipment using the matrix DOFA, and methodologies were also applied modern industrial maintenance management.

Finally, the model is presented as a document to support strategic level to be implemented in the outsourcing business unit offered by ESSI SAS company, designing the necessary supporting documentation ranging from protocols readiness for critical assets, autonomous maintenance registry, lessons from one point (OPL) to daily production registry for UHT lines. In addition, an complete chapter of the parts management strategy most appropriate to associate with ESSI equipment.

* Monograph.

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. Director: Dr. Carlos Borrás Pinilla, Director of the Mechanical Engineering Master.

INTRODUCCIÓN

La historia del hombre ha estado marcada por grandes generaciones que han dejado huella, a través de sucesos innovadores y otros de fracaso. La decisión de su éxito o no, depende de los resultados alcanzados y del impacto cambiante logrado en la sociedad. Tales resultados son analizados en la actualidad, mejorados y transformados a criterios de partida para las futuras generaciones.

En la historia del mantenimiento industrial también se puede apreciar toda esta evolución que es inherente al ser humano. Novedosas filosofías y estrategias aparecen como medios para alcanzar la excelencia de los resultados en los negocios, los procesos, los sistemas y las personas. La capacidad en la que el hombre pueda adaptarlo a sus necesidades le permitirá el éxito.

Una organización en cualquiera de los contextos operacionales que se ubique y que posea activos, necesita de una excelente gestión del mantenimiento como una de las tantas razones para ser competitiva en el mercado. La excelente gestión del mantenimiento reduce los costos asignados a lograr que los activos no pierdan su capacidad de continuar realizando las funciones para las cuales fueron adquiridos. Además de extender los tiempos productivos, mantener la calidad en los procesos y generar en última instancia, mayor rentabilidad a la organización.

El objetivo de este proyecto es dar a conocer, el estado actual de la gestión del mantenimiento en una planta Santandereana del sector lácteo, específicamente en la línea de producción de ultra-pasteurización (*UHT*). Además de identificar las restricciones actuales en todos los niveles de la organización, identificar la causa-raíz de la gran pérdida en la producción y desarrollar estrategias para la gestión del mantenimiento autónomo de los activos críticos fabricados por la empresa ESSI SAS que operan en la línea *UHT*.

El documento se divide en ocho capítulos, en el primer capítulo se describe la reseña histórica de la empresa ESSI SAS, las unidades de negocio que la conforman y su portafolio de productos y servicios. Además se realiza una breve descripción del proceso *UHT*, por sus siglas en inglés.

En el segundo capítulo se realiza un diagnóstico general del programa de mantenimiento actual implementado en la planta de Lechesan S.A. para los activos de la línea *UHT*; exponiendo los resultados obtenidos a lo largo de la tercerización del mantenimiento realizado por la empresa ESSI SAS como aliado estratégico, tecnológico y generador de valor.

La cultura y el cambio organizacional junto con la planeación estratégica son temas gerenciales que no se pueden descartar y que van ligados a la gestión del mantenimiento. Estos se tratan en los capítulos tercero y cuarto respectivamente. Se ha profundizado en el tema de la cultura organizacional porque es un aspecto determinante en el desarrollo de este modelo, su efectividad, depende de la convicción que posea toda la organización frente a los alcances y objetivos de este proyecto.

En el quinto capítulo se estudia la gestión moderna del mantenimiento industrial, desde la confiabilidad operacional y sus estrategias hasta la optimización del mantenimiento planeado. Se estudia también, algunas herramientas de la confiabilidad y una tendencia excelente de la gestión empresarial moderna, el mantenimiento de clase mundial.

En el sexto capítulo se trata el mantenimiento productivo total (*TPM*) destacando al mantenimiento autónomo como pilar fundamental para el desarrollo del modelo gerencial planteado. La gestión de repuestos se estudia en el séptimo capítulo como tema adicional y clave para los resultados de la evaluación del modelo gerencial.

El desarrollo del modelo gerencial de mantenimiento autónomo para los activos de la línea *UHT* fabricados por ESSI SAS se plantea en el capítulo octavo. Allí se describen las estrategias y metodologías orientadas a mejorar la confiabilidad de los activos, asegurar la disponibilidad de los mismos, aumentar la eficiencia de los recursos utilizados y garantizar la calidad del producto final.

Finalmente, el modelo se presenta como un documento de apoyo a nivel estratégico para que sea implementado en la unidad de negocios de *outsourcing* ofrecido por la empresa ESSI SAS. Se aclara que los temas tratados a lo largo del documento pueden ser ampliados con la bibliografía que se anota al final y consultando cada una de las referencias mencionadas a lo largo del texto.

1. ELECTRICIDAD Y SERVICIOS INDUSTRIALES SAS

1.1 RESEÑA HISTÓRICA

Labrar poco a poco el camino y avanzar con paciencia, es una de las claves necesarias para efectuar en una compañía que quiere surgir. Este es el caso preciso de ESSI SAS. Una compañía que nace tras el liderazgo y valentía de un joven soñador, quien en su empeño de consolidar una empresa en Santander líder en Ingeniería, pensó en la construcción de lo que hoy sería su más grande sueño. De esta forma, en el año 1996, el Ingeniero Mauricio Briñez Rodríguez, convirtió a ESSI en su gran aliada para brindarle a Santander, la mejor alternativa en Ingeniería e innovación existente en el mercado.

Para el inicio de su fundación, se disponía de una oficina ubicada en la Cra 26a # 51- 19 donde la empresa comenzó a generar sus primeros pinos en crecimiento. Además, el mismo año de fundación, con la ambición de consolidar las metas inicialmente propuestas, se inscribió la marca ESSI SAS “Electricidad y Servicios Industriales” en cámara de comercio, lo cual abrió con ímpetu grandes oportunidades a sueños venideros. Véase figura 1.

Figura 1. Logotipo de ESSI SAS.



Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

El trabajo constante y el empuje de sus 45 empleados, permitieron que para el año 2000, la empresa se hiciera acreedora de un contrato con Coca-Cola, que sin duda le brindaría una brillante apertura a la empresa en la prestación de servicios de Ingeniería. Al poco tiempo y con el único objetivo de expandir su línea de mercado, ESSI inició en el 2001 su plan de llevar a cabo diversas actividades en la cadena de la Ingeniería con el objetivo de incursionar en el campo de mantenimiento eléctrico e Industrial dirigido al sector lácteo.

Toda decisión en la vida, se debe tomar con perspectiva a lo que sería mejor. Enfoque por el cual se dirigió ESSI en el año 2005, donde emprende la fabricación de una máquina empacadora aséptica, que prometería llevar a la empresa al desencadenamiento del éxito. Éxito que el año siguiente se haría tangible, pues la compañía se hizo acreedora del Premio Innova 2006, por el diseño y fabricación de la máquina ESSI A1, gracias a la cual en el año 2007 se realiza la primera exportación al Ecuador, abriendo brechas en mercados internacionales.

Tras arduos años de trabajo y dedicación, fue hasta en Mayo de 2008 cuando ESSI obtuvo el respaldo diferenciador en el mercado, haciéndose merecedor de la certificación ICONTEC ISO 9001, en Fabricación, comercialización y saneamiento de maquinaria industrial para el sector de alimentos, outsourcing y prestación de servicios de Ingeniería.

Las gigantescas proyecciones y la alta capacidad en materia de servicios de Ingeniería, se fueron afianzando de ESSI para el año 2010. Año en el cual la empresa empieza a suministrar sus servicios a la reconocida Hidroeléctrica de Sogamoso y donde hoy en día continúa vigente su imprescindible labor en la misma.

La premisa de crecer e innovar también en sus servicios, manteniendo siempre el patrón único que brinda indiscutiblemente la compañía, generó para el 2011 el componente diferenciador de cualquier marca proveedora de equipos para el procesamiento de leche, dando como resultado el lanzamiento de la línea completa de producción láctea *UHT*, marca ESSI.

Actualmente, la empresa está ubicada en la Cra. 16c # 60-110 del barrio La Esmeralda, Girón. Además de su sede principal, ESSI también permea mercados nacionales haciendo presencia en Bogotá, Neiva, Aguachica, Cali, Barranquilla, Sta. Marta y Pasto. Donde sus más de 200 empleados son entrenados para abrir su mercado dentro y fuera del país. Pese a que existen otras marcas prestadoras de servicios de Ingeniería en la ciudad, ESSI SAS es la única que cuenta con un alto reconocimiento en el sector empresarial del Departamento y su marca aun continúa siendo líder en Fabricación de máquinas asépticas, haciéndose acreedora de altos estándares de calidad en mercados extranjeros como México, Honduras, Ecuador, Salvador, China y Guatemala.

1.2 MISIÓN CORPORATIVA

Somos una organización dinámica, constituida por un equipo de personas integrales con criterios técnicos e identificados en una cultura, que establecen de forma planificada, soluciones flexibles con tecnología innovadora, generando rentabilidad, valor a nuestros clientes, estabilidad laboral, bienestar a la comunidad y crecimiento al país.

1.3 VISIÓN CORPORATIVA

En 2017 Ingeniería & Servicios Industriales SAS, tendrá un crecimiento sostenido mínimo del 20% anual, alcanzando el liderazgo en el mercado nacional con sus líneas de negocios y participando en 10 países de Latinoamérica, estableciendo alianzas estratégicas de largo plazo.

1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

ESSI SAS cuenta con una estructura organizacional moderna que se puede observar en la figura 2.

1.5 UNIDADES ESTRATÉGICAS DE NEGOCIO (UEN)

Las cuatro unidades estratégicas de negocio de la empresa ESSI Colombia son las siguientes:

1.5.1 Fabricación. Unidad estratégica dedicada a la fabricación, ensamble, instalación y mantenimiento de maquinaria para el sector de alimentos. Entre sus productos más representativos están los equipos para el procesamiento y envasado de leche UHT.

1.5.2 Energía. Unidad estratégica dedicada a la consultoría de estudios de diseño, construcción y soporte técnico en ingeniería eléctrica y mecánica. Entre sus servicios más representativos están los diseños, instalación, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas, sistemas de fibra óptica, redes de distribución, sistemas de potencia y control, ventilación mecánica y refrigeración industrial.

1.5.3 Automatización Industrial. Unidad estratégica dedicada a la gestión y soporte de procesos industriales, proyectos de automatización, programación de PLCs y sistemas Scada. Sus servicios más sobresalientes en el mercado son los diseños básicos y conceptuales de ingeniería de detalle, selección y programación de equipos controladores lógicos y fabricación de celdas de potencia de media y baja tensión.

1.5.4 Outsourcing en Procesos de Negocios (BPO). Unidad estratégica de negocio dedicada a la gestión del mantenimiento industrial y los proyectos de ingeniería, brindando modelos modernos de tercerización, expertos y flexibles; los cuales están diseñados para optimizar los procesos de una planta productiva. La unidad se crea con el objetivo de ser un aliado estratégico y tecnológico que potencia la productividad y competitividad, generando valor al cliente, a ESSI y a la sociedad.

Figura 2. Estructura Organizacional de ESSI SAS.



Sistema de Gestión Integral	Código: OTGI - 03
	Versión: 06
Manual de Gestión Integral	Fecha: 18/01/2014

ORGANIGRAMA CORPORATIVO



Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

1.6 PRODUCTOS Y SERVICIOS

1.6.1 Equipo de Proceso Esterilizador ESSI *UHT-10*. El Esterilizador es un equipo diseñado para realizar el proceso de ultrapasteurización. Véase anexo A. Los dos tipos de esterilizadores son más usados son:

- Ultrapasteurizador a placas. Este equipo se compone de una serie de placas metálicas integradas, dispuestas de forma alternativa y atornillada entre los bastidores de los extremos, para formar canales mediante los cuales fluyen medios calientes y fríos. El intercambiador de calor de placas brinda una excepcional eficacia en la transferencia de calor de un líquido a otro o de vapor a líquido. Este intercambiador modular combina bastidores, placas y conexiones para formar una serie de configuraciones.
- Ultrapasteurizador tubular. El intercambiador de calor tubular es ideal para el tratamiento térmico de productos, incluso la de alta viscosidad, así como productos con contenido sólido (trozos enteros, pulpa o fibra). Su configuración radica en uno o varios tubos interiores rectos envueltos en un tubo exterior. Los tubos interiores se encuentran disponibles en un modelo liso y ondulado. La ondulación y la proporción optimizada de producto/medio refrigerante/volumen aumentan la efectividad térmica de los intercambiadores de calor.

1.6.2 Máquina Empacadora Aséptica ESSI. La empacadora aséptica ESSI está diseñada para garantizar la conservación de las características microbiológicas y fisicoquímicas de productos líquidos lisos, como leche ultra-pasteurizada y larga vida y otros. La empacadora aséptica ESSI está conformada por cabezales de funcionamiento independiente, cada uno de ellos habilitado para empacar unidades de 250 ml. hasta 1400 ml. Véase anexo B.

El equipo de proceso al igual que la máquina empacadora hacen parte del proceso de ultrapasteurización; sin embargo aparte de estos existe otro equipo llamado homogeneizador que también pertenece a los activos críticos de la línea productiva.

El proceso de ultrapasteurización (*UHT*) se verá con más detalle en el Anexo C y una descripción breve del proceso de envasado de leche *UHT* se puede consultar en el anexo D. La profundización de estos temas se deja a disposición del lector para que sea consultado con más detalle en otros libros.

2. DIAGNÓSTICO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El departamento de mantenimiento dentro del esquema de gestión organizacional de ESSI SAS, se encuentra integrado a la unidad de producción como otra jefatura más del organigrama y por tanto, no posee autonomía para la toma de decisiones como sí la tiene las demás unidades estratégicas de la empresa.

La jefatura de mantenimiento es un departamento dirigido por la dirección de producción y sus políticas de calidad no están enfocadas a la gestión del mantenimiento como debería esperarse. Esta es la causa principal del problema planteado porque desde allí se evidencia un grupo de fallas que van desde el nivel estratégico hasta el nivel operativo.

En la actualidad, ESSI SAS posee un programa de mantenimiento obsoleto aplicado sólo a la máquina empacadora y apoyado bajo la metodología del mantenimiento preventivo. No existe un programa para la gestión moderna del mantenimiento que contenga una política de calidad establecida, misión, visión, responsables definidos y procedimientos claros para la ejecución de las actividades que corresponda la ingeniería de mantenimiento. Véase figura 3.

Figura 3. Esquema organizacional de mantenimiento vigente.



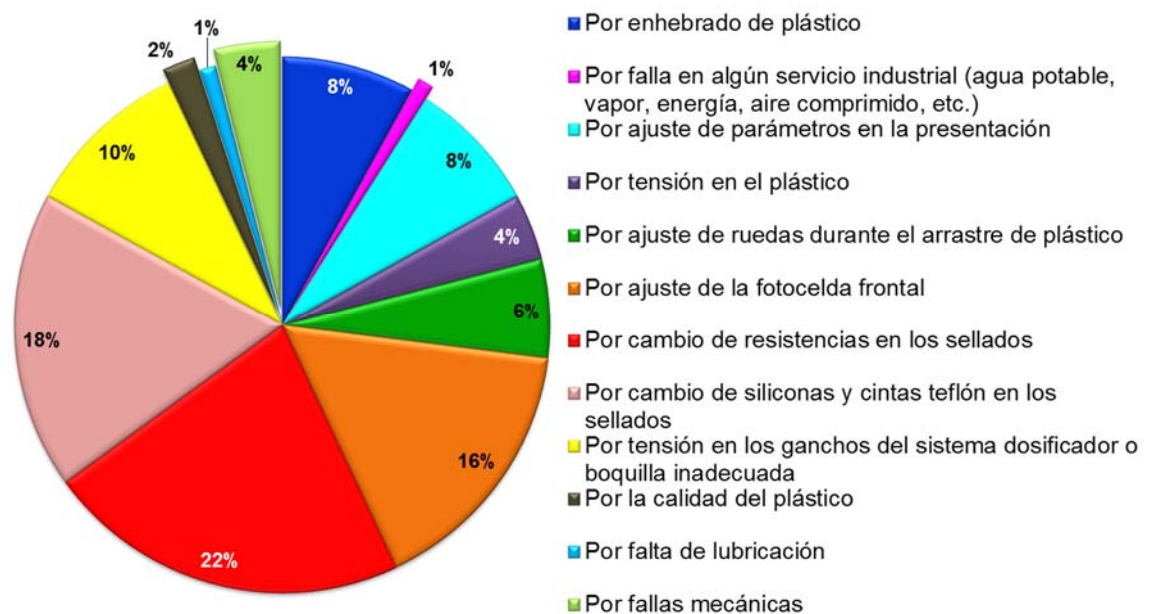
Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

Un aspecto que también es determinante, es la cultura que posee los operadores frente a la manutención de los equipos fabricados por ESSI SAS, ya que es anticuada y su responsabilidad se limita a labores sólo de carácter operativo independiente de las labores de mantenimiento básicas. Contar con un operador-mantenedor capacitado puede reducir los costos de mantenimiento especializado luego de la garantía. Disminuye las paradas de proceso y mejora el clima laboral en todos los aspectos.

Se ha detectado que el 90% de las causas que provoca la baja calidad en el producto final corresponde a problemas donde se involucra: la limpieza de los sistemas, el ajuste de elementos de sujeción, la lubricación de partes, los chequeos pre-operacionales, etc. Véase figura 4. Donde cada una de estas actividades básicas hace parte de la metodología aplicada en el mantenimiento autónomo.

En la figura 4, se observa tres porciones apartadas hacia el exterior del círculo. Estas porciones corresponden a fallas que resultan ajenas al control del operario de la máquina y compromete la intervención de otras áreas como calidad y mantenimiento especializado.

Figura 4. Porcentaje de fallas en la máquina empacadora ESSI A3.



Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

El modelo actual de gestión de repuestos para los activos fue implantado de acuerdo a criterios de experiencia y estrategias de venta. Existen varias reclamaciones por los altos costos de mantenimiento, ya que la frecuencia de cambio de repuestos no presenta justificación fundamentada en estudios de ingeniería de mantenimiento. Por tanto, no se cuenta con un inventario ideal para acudir en caso de que se tenga que realizar un cambio de un repuesto crítico.

El cambio de repuestos en la máquina empacadora aséptica ESSI se realiza cada 250 horas de trabajo en producción y no existe un procedimiento definido de la instalación de tales piezas y mucho menos de otras actividades con frecuencia menores que involucra chequeos, lubricación, limpieza y ajustes. A causa del rediseño de sistemas mecánicos, algunas piezas no quedan incluidas dentro del plan de mantenimiento preventivo y otras tienden a cambiar sus condiciones de trabajo, lo que obliga a cambiar el criterio de mantenimiento basado en tiempo por el de condición.

El plan de mantenimiento actual del equipo esterilizador ESSI UHT establece unas horas determinadas con intervalos de actividades a realizar cada 250 horas, 500 horas y hasta 750 horas. El cambio de repuestos a componentes como bombas centrífugas, válvulas de dos y tres vías, válvulas de seguridad, válvulas modulantes, entre otros; se realiza a criterio del fabricante del componente, lo que se considera como conservativo cuando se pretende crear una estrategia de un sistema de gestión de repuestos fundamentado en metodologías de mantenimiento basadas en condición y confiabilidad.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo General.

Establecer y desarrollar un modelo gerencial para la gestión del mantenimiento autónomo de los activos de la línea de ultrapasteurización fabricados por la empresa ESSI SAS, que mejore la confiabilidad de los activos, asegure la disponibilidad de los mismos, aumente la eficiencia de los recursos utilizados y garantice la calidad del producto final.

2.2.2 Objetivos Específicos.¹

- Realizar un diagnóstico y auditoría del programa de mantenimiento vigente para los activos críticos de la línea de ultrapasteurización fabricados por la empresa ESSI SAS.

¹ Cuando se mencione la frase “activos críticos” se hará referencia a la máquina empacadora aséptica ESSI A3 y al esterilizador de placas ESSI UHT-10.

- Establecer la estrategia de mantenimiento autónomo más apropiada del nuevo modelo gerencial para los activos críticos de la línea de ultrapasteurización fabricados por la empresa ESSI SAS.
- Diseñar y desarrollar la documentación estratégica basada en las normas ISO 17359 e ISO 14224 como información requerida por la empresa ESSI SAS para el gestionamiento del mantenimiento autónomo de los activos críticos de la línea de ultrapasteurización en una planta productiva (e.g. Pasteurizadora Santandereana de Leches, Lechesan S.A.).
- Diseñar la estrategia para la implementación del mantenimiento autónomo para los activos críticos de la línea de ultrapasteurización fabricados por la empresa ESSI SAS.
- Desarrollar las estrategias de un sistema de gestión de repuestos para los activos críticos de la línea de ultrapasteurización fabricados por la empresa ESSI SAS aplicando técnicas modernas de criticidad y confiabilidad a control de inventarios.

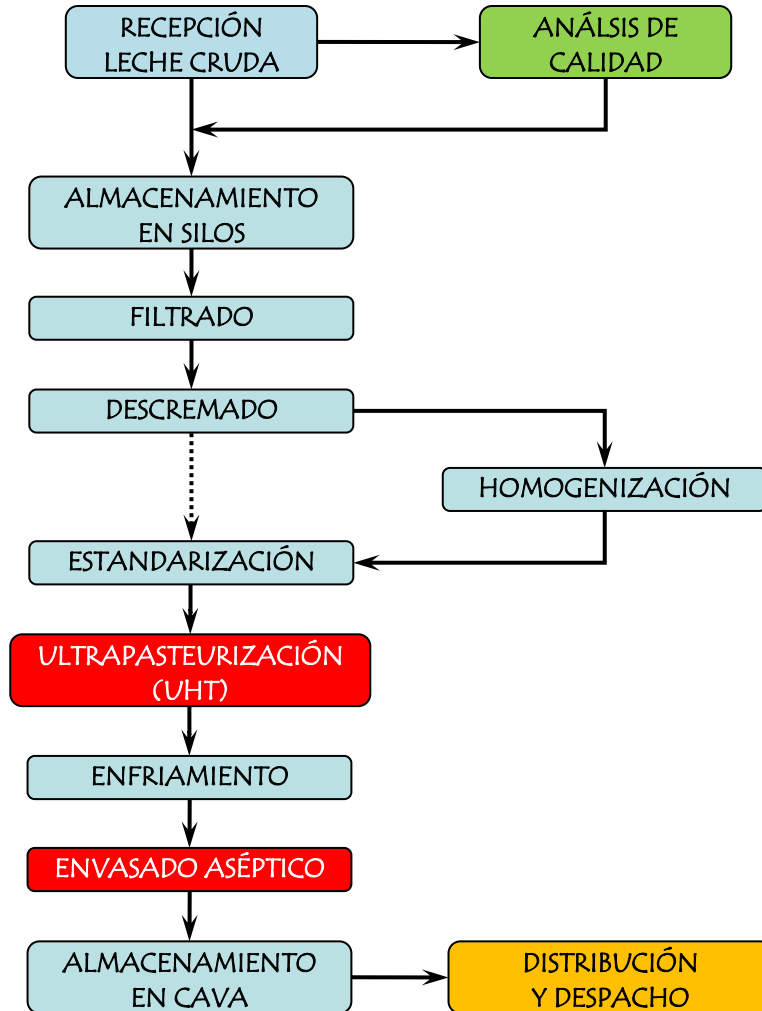
2.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Los equipos para el procesamiento de leche larga vida ó leche de ultra alta temperatura (*UHT* por sus siglas en inglés), exigen el desarrollo de metodologías de mantenimiento de clase mundial que garanticen la disponibilidad de los activos, aumenten la confiabilidad de los mismos y mejoren la eficiencia de la línea productiva que en resumen garantiza un producto final con altos estándares de calidad. Véase figura 5.

La calidad del producto final sería: la inocuidad del líquido empacado en bolsa plástica bajo condiciones de asepsia, las características organolépticas líquido dentro de los parámetros exigidos y el manejo de las buenas prácticas de manufactura (BPM) desde el recibo hasta el despacho. La responsabilidad de la gestión del mantenimiento debe, desde sus directrices, definir un modelo para lograr tal calidad total de los procesos junto con la de los activos utilizados en el proceso productivo.

En la figura 5, se observa dos de las etapas críticas del proceso en color rojo. El objeto de estudio de este proyecto será aplicado a dos activos críticos fabricados por ESSI SAS, utilizados en esa línea productiva. En la etapa de ultrapasteurización (*UHT*) se utiliza el equipo de proceso conocido como esterilizador o ultrapasteurizador ESSI UHT y en la etapa de envasado aséptico se utiliza la máquina empacadora aséptica ESSI A3.

Figura 5. Diagrama del proceso de ultrapasteurización de la leche.



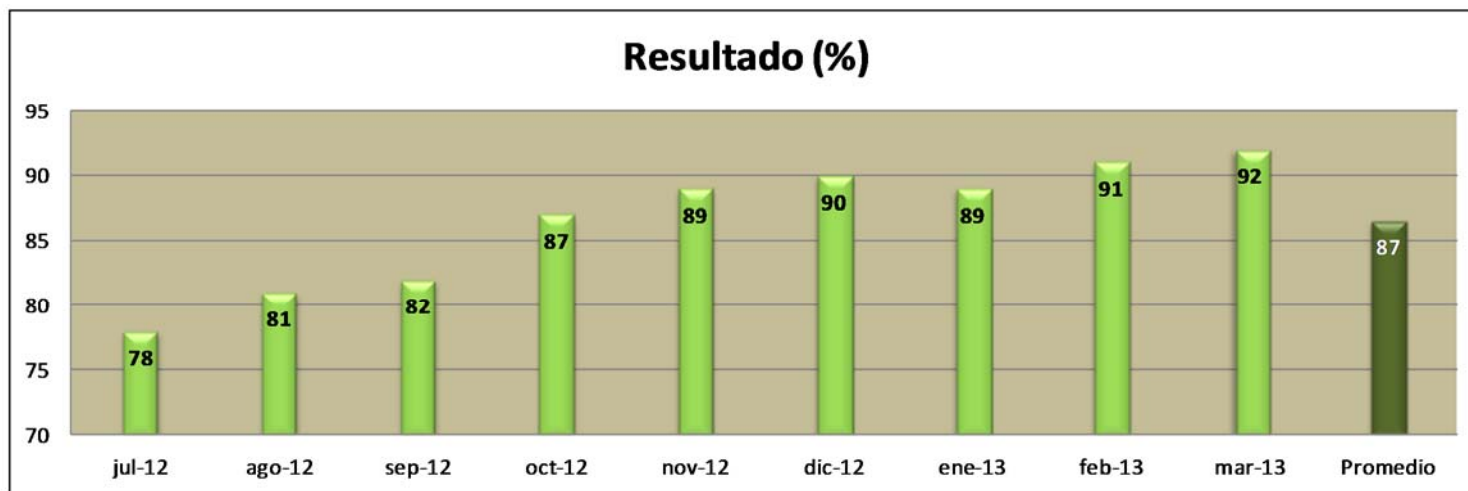
Fuente: los autores.

La actualización del programa de mantenimiento vigente para estos activos es necesaria mediante la aplicación de metodologías modernas de clase mundial como ya se mencionó, pero se desea hacer énfasis en el empleo del mantenimiento autónomo como el pilar principal del modelo gerencial de mantenimiento a desarrollar. Su establecimiento dentro de la estructura de gestión organizacional de la empresa brindará resultados tales como: la reducción de costos de mantenibilidad, aumento en la confiabilidad de los activos y mayor disponibilidad; lo que resumido sería un aumento en la eficiencia global de producción (EGP)². Véase la figura 6.

² Es el indicador establecido para medir la eficiencia global de los equipos instalados en la línea productiva de ultrapasteurización y fabricados por la empresa ESSI SAS.

Figura 6. Eficiencia global de producción de empaque de una línea *UHT* con equipos ESSI, instalada en una planta de la zona de Santander.

Mes	jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	ene-13	feb-13	mar-13	Promedio	Meta
Resultado (%)	78	81	82	87	89	90	89	91	92	87	>=90%



Fuente: Electricidad y Servicios Industriales ESSI SAS.

El modelo gerencial a desarrollar debe plantear responsabilidades dentro de todos los departamentos de la empresa ESSI SAS y de esta manera hacerlos partícipes en la gestión del mantenimiento. Además debe definir procedimientos claros para la gestión del mantenimiento desde todos los niveles; con ello, se buscará generar una nueva cultura organizacional que logre el empoderamiento de cada individuo frente al mantenimiento autónomo de los activos.

Se ha evidenciado que el costo por intervenciones de mantenimiento dentro del período de garantía es del 5% del costo total del activo. El cliente exige un acompañamiento por parte del fabricante, en este caso ESSI SAS, para solucionar problemas de filtración en las unidades producidas, variación de peso, pliegues generados en el sellado y exceso de aire al interior de la bolsa. Este sobre costo debe disminuir al 1% con la implementación a futuro del modelo a desarrollar en este trabajo de grado.

El desarrollo de nuevas estrategias para la gestión de repuestos de los activos en estudio; también resulta favorable para ESSI SAS como para sus clientes. Aplicar técnicas de criticidad y confiabilidad sobre cada uno de los sistemas que componen a los activos para determinar las referencias, las cantidades óptimas, el tiempo de reposición, puntos de reorden y los recursos necesarios para la ejecución del mantenimiento; no es más que la muestra de un estudio especializado, fundamentado en la ingeniería y el diseño, sustentable ante cualquier cliente bajo la relación costo-beneficio. De esta forma se eliminaría las quejas manifestadas por el alto costo del mantenimiento y mejoraría el prestigio de ESSI SAS como empresa líder en ventas de equipos para la industria alimenticia.

Finalmente, los resultados de la implementación de este modelo gerencial serán evidenciados al cabo de un año y para ello la gerencia de ESSI SAS debe destinar los recursos suficientes para la fase de implementación. Dentro de los resultados más destacados se indican en la tabla 1.

2.4 ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN EL OUTSOURCING

El modelo de gestión de mantenimiento industrial establecido en la planta Lechesan S.A., es un soporte técnico especializado en la línea de producción UHT que consta de:

- a. Servicio estratégico de mantenimiento:
 - Estudio e implementación del modelo gerencial de mantenimiento preventivo.
 - Control diario de indicadores y variables de producción.
 - Mantenimiento aséptico mensual de todas las máquinas UHT.
 - Soporte especializado 7 x 24 horas.
 - Asesoría técnica con analistas expertos.

Tabla 1. Indicadores de gestión en mantenimiento de equipos ESSI.

OBJETIVO	INDICADOR	META
Reducir los tiempos fuera de servicio de los activos, por motivo de una intervención por mantenimiento especializado.	(EGP) Eficiencia global de proceso de la línea <i>UHT</i>	> 85%
Reducir tiempo de mano de obra directa para simplificar el trabajo con actividades sencillas.	Afectación al desempeño en producción por mantenimiento	< 5%
Trabajos ejecutados con eficacia, eficiencia y calidad.	Eficacia del mantenimiento	> 90%
Mejorar el clima laboral incentivando el estado de ánimo de los involucrados en la ejecución, supervisión y coordinación de los trabajos de mantenimiento.	Indicador de satisfacción del cliente.	Excelente
Alta competitividad en el mercado.	Porcentaje de filtración	< 0,3%
Reconocimiento de la marca a nivel mundial.	Variación de peso/unidad	+/- 3 g

Fuente: los autores.

b. Aseguramiento de confiabilidad de planta con técnicas predictivas:

- Análisis de vibraciones.
- Análisis termográfico.
- Análisis de calidad de la energía eléctrica.
- Análisis de ultrasonido.
- Análisis de sistema de tierras.

c. Monitoreo de variables críticas e indicadores en tiempo real del proceso:

- Monitoreo continuo y en tiempo real de las áreas de proceso de empaque y esterilizadores.
- Monitoreo de las variables críticas de proceso: Temperaturas, presiones, niveles y caudales.
- Control y registro diario de datos técnicos.

d. Suministro de repuestos para las máquinas envasadoras asépticas.

El modelo de *outsourcing* en mantenimiento cuenta además con indicadores de gestión para medir su eficiencia y eficacia mensualmente. La tabla No. 2 muestra los resultados alcanzables ofrecidos por el soporte técnico especializado.

Tabla 2. Indicadores implementados en el *outsourcing* de mantenimiento de Lechesan S.A.

INDICADOR	META
Porcentaje de filtración	< 0,3%
Variación de peso/unidad	+/- 3 g
Afectación al desempeño en producción por paradas de proceso	< 3%
EGP (Eficiencia Global de Producción de la línea <i>UHT</i>)	> 85%
Tiempo medio entre fallas (TMEF)	> 360 min
Afectación al desempeño en producción por mantenimiento	< 5%
Afectación al proceso de producción	< 0%
Eficacia del mantenimiento:	
▪ Cumplimiento del mantenimiento preventivo	> 90%
▪ Eficacia del servicio	> 90%
▪ Mantenimiento correctivo emergente	< 10%

Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

El modelo se desarrolla mediante la metodología P_VA (planear, verificar y actuar) el cual es gestionado por un ingeniero de mantenimiento permanente, ya que la ejecución (el hacer), la realiza el cliente. Durante la implementación de este modelo se realizó un análisis de criticidad (véase anexo E) a cada uno de los activos pertenecientes a las líneas productivas y luego se estableció un plan estratégico de mantenimiento para:

- El diseño del plan de mantenimiento preventivo, estandarizado y certificado por el modelo ESSI SAS.
- Controlar y gestionar los indicadores implementados.
- Utilizar técnicas de análisis de falla tales como AMEF (análisis de modo y efectos de fallas) para la capitalización de los correctivos presentados y encausarlas al cumplimiento total de las metas proyectadas.

Mediante la aplicación de matrices de efectividad se evaluaron los parámetros de medición de los diferentes equipos de proceso, los cuales indican la condición o el estado actual de los componentes y/o equipos. De esta manera se programó la frecuencia de las actividades de mantenimiento predictivo en la planta mostrados en la tabla 3.

Tabla 3. Frecuencia de análisis predictivos implementados en Lechesan S.A.

ITEM	TIPO DE PREDICTIVO	TECNOLOGIA	FRECUENCIA
1	VIBRACIONES	Analizador de vibraciones marca PROFTECHNIK modelo 2012	1. Bimensual a todos los motores
2	TERMOGRAFIA	Analizador termo grafico FLUKEN modelo 2011	1. Trimestral a todos los tableros de planta 2. Bimensual sub-estación
3	ULTRASONIDO	EPOCH LTC Digital Ultrasonic Flaw Detector	Trimestral a tuberías de amoníaco, calderas y vapor y ejes.
	CALIDAD DE ENERGIA	Analizador de calidad de energia marca FLUKE SERIE 430 MODELO 2011	Semestral a subestaciones y auditoria por área/consumos
5	ANALISIS DE TIERRAS	Equipo medidor de tierras stec	Trimestral a todas las mallas a tierra de equipos y subestaciones.

Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

El servicio de monitoreo de variables críticas e indicadores del proceso productivo *UHT* es una nueva herramienta y ofrecida hasta el momento sólo a este cliente, mediante el cual se verifica las variables en tiempo real del proceso tales como: Temperaturas, presiones, caudales, niveles, unidades producidas, horas de funcionamiento, tiempo de producción, tiempos de paradas, eficiencias mecánica y de producción, entre otros. Véase anexo F.

El monitoreo es supervisado desde la sede principal de la empresa ESSI SAS por personal especializado y cuenta con una conexión al sistema de PLC desde la máquina empacadora y al esterilizador vía internet. De esta forma se brinda atención remota a fallas mediante la aplicación de protocolos de falla-solución, basada en tendencias y análisis de registros del proceso y de los equipos.

En la tabla 4, se observa los resultados promedio obtenidos para cada indicador durante el año 2013. Estos indicadores se evalúan mensualmente a través del registro diario de actividades consolidado en el *EGP* (véase anexo G) y el comportamiento de las gráficas arrojadas por el monitoreo del proceso *UHT*.

Tabla 4. Resultados de la gestión del mantenimiento en Lechesan S.A.

INDICADOR	VALOR ACTUAL	META
Porcentaje de filtración	2%	< 0,3%
Variación de peso/unidad	+/- 10 g	+/- 3 g
EGP (Eficiencia Global de Producción de la línea <i>UHT</i>)	84%	> 85%
Tiempo medio entre fallas (TMEF)	370 min	> 360 min
Afectación al desempeño en producción por mantenimiento	3,6%	< 5%
Afectación al proceso de producción	1,9%	< 0%
Eficacia del mantenimiento:		
▪ Cumplimiento del mantenimiento preventivo	72%	> 90%
▪ Eficacia del servicio	72%	> 90%
▪ Mantenimiento correctivo emergente	13%	< 10%

Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

El resultado mensual de los indicadores de gestión del mantenimiento implementados por el modelo del outsourcing se pueden consultar en el anexo H y específicamente persiguen los siguientes aspectos:

- Mantener la calidad del producto final con el control del porcentaje de filtración y la variación de peso/unidad empacada.
- Mejorar la disponibilidad, velocidad y calidad del proceso productivo de la línea *UHT*.
- Medir el desempeño y efectividad del departamento de mantenimiento.
- Analizar los resultados y desempeño obtenidos.
- Detectar la causa-raíz de las restricciones en la línea *UHT*.
- Realizar planes de mejora continua en la producción.
- Mantener informada a la alta gerencia del estado actual del mantenimiento de la planta productiva.
- Satisfacción del cliente externo e interno.

En el...capítulo 8...se realizará un diagnóstico de los resultados obtenidos luego de la implementación del outsourcing de mantenimiento industrial en Lechesan S.A., se verá con más detalle lo que mide cada indicador y el impacto de mejora que tendrá con el planteamiento de estrategias de mantenimiento autónomo.

3. CULTURA Y CAMBIO ORGANIZACIONAL

Las personas viven la mayor parte de su tiempo trabajando en organizaciones; crecen, se educan, trabajan y se divierten dentro de ella. Estas determinan que los individuos dependan cada vez más de las actividades grupales o en equipo. Si bien las personas conforman las organizaciones, éstas constituyen un medio de lograr objetivos, que no podrían alcanzarse mediante el esfuerzo individual.

Como lo describe Chiavenato, las organizaciones, los equipos, los grupos y las personas son clases de sistemas abiertos que interactúan continuamente con sus alrededores generando cambios; algunos de estos cambios, se presentan en el curso de los procesos, en tanto que otros se proyectan con anticipación.³

El sistema (una organización empresarial) debe recibir los recursos necesarios para mantener sus procesos y exportar hacia el entorno suficiente cantidad de recursos transformados para continuar el ciclo. Véase figura No. 7. Así mismo, los individuos son sistemas abiertos dentro de la organización.

3.1 CULTURA ORGANIZACIONAL

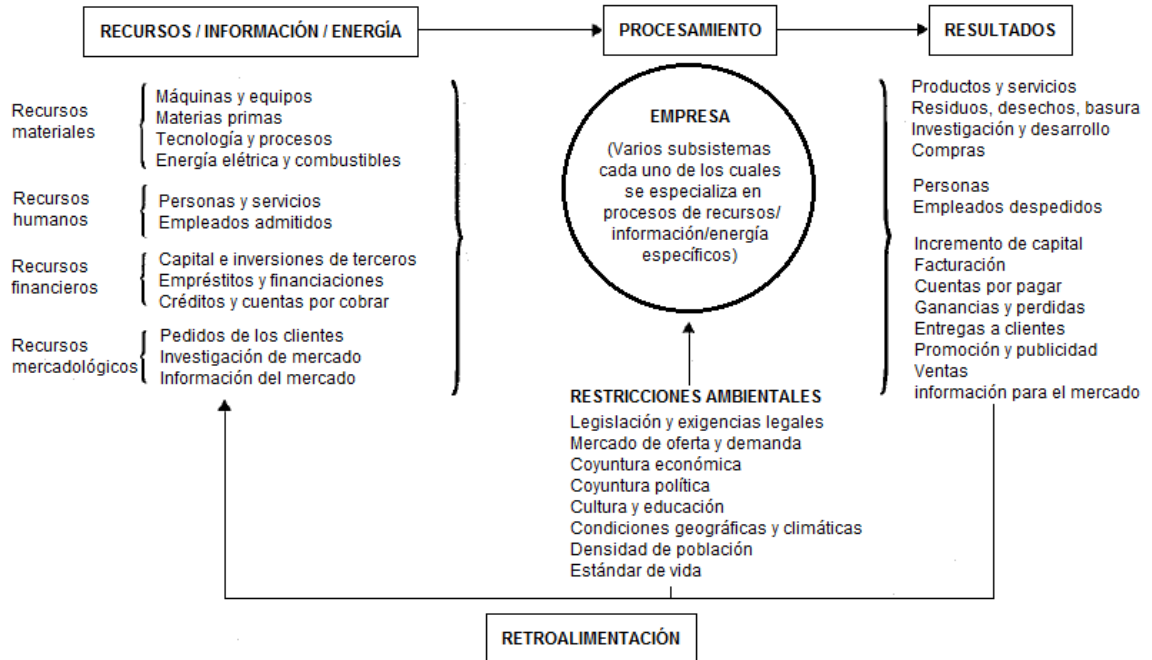
La cultura no es innata sino que se adquiere, necesita un proceso gradual de aprendizaje de los elementos que la forman. Esta instrucción surge de forma natural durante la socialización del individuo desde su etapa de niño hasta su vejez creando de esta manera los valores, las costumbres, conductas y hasta los paradigmas.

La cultura organizacional otorga a sus miembros la lógica de sentido para interpretar la vida de la organización, a la vez que constituye un elemento distintivo que le permite diferenciarse de las demás organizaciones.

La importancia de identificar y conocer la cultura en una organización permite establecer herramientas para detectar los problemas dentro de la misma y ofrecer posibles soluciones. Integra al personal bajo las políticas de la misión y la visión de la organización. Además, permite formar equipos de trabajo que se interrelacionan para alcanzar los objetivos organizacionales e individuales.

³ CHIAVENATO, Idalberto. Administración de Recursos Humanos. 5 ed. Bogotá: Mc Graw Hill, 2001. p. 18. ISBN 958-41-0037-8.

Figura 7. La empresa como sistema abierto.



Fuente: CHIAVENATO, Idalberto. Administración de Recursos Humanos. 5 ed. Bogotá: Mc Graw Hill, 2001. p. 21. ISBN 958-41-0037-8.

3.1.1 Características de la Cultura Organizacional. La cultura de una organización puede ser débil o fuerte y lo que se espera para que logre el éxito, es que posea una cultura con características fuertes, en la cual los valores centrales y bien definidos se sostienen con firmeza y son ampliamente reconocidos y compartidos por los miembros de la organización. Véase figura 8.

Los valores y creencias se relacionan con la cultura y a partir de estos, los miembros de un sistema cultural interpretan la realidad, lo que repercutirá en su comportamiento. Estos valores fundamentales constituyen la base desde la cual los líderes actúan en cada organización y a partir de la cual establecen sus metas y estrategias. Cada organización define sus propios valores (valores corporativos) y se debe resaltar que, en la medida que los valores corporativos sean acordes con los valores naturales que los miembros, socios y comunidad tienen como característica inherente, la organización se verá más fortalecida.

No cabe duda que una cultura organizacional se encuentra fuertemente influenciada por la sociedad y su entorno. Las leyes, normas vigentes y los valores culturales de la región donde se encuentre la organización son determinantes en la conducta ética de los individuos que hacen parte de la misma. Por tanto, El comportamiento ético es afectado por la cultura organizacional y viceversa.

Figura 8. Características de la cultura organizacional.

AUTONOMÍA INDIVIDUAL	•Es el grado de iniciativa y responsabilidad que cada miembro tiene dentro de la organización para dar inicio a cualquier actividad.
ESTRUCTURA	•Es la forma como está organizada la empresa y las normas, políticas y reglamentos que rigen la organización.
APOYO	•La calidad y la cantidad de recursos que los gerentes brindan a sus subordinados.
IDENTIDAD DEFINIDA	•Consiste en que cada miembro de la organización se identifique con la organización en general.
DESEMPEÑO	•Es la forma de evaluar y motivar el desempeño laboral de los empleados a través de recompensas.
TOLERANCIA AL CONFLICTO	•Es la habilidad tanto individual como en equipo para manejar las relaciones entre compañeros y las situaciones difíciles.
TOLERANCIA AL RIESGO	•Es la capacidad para innovar y enfrentar situaciones de peligro con talento creativo e innovador.

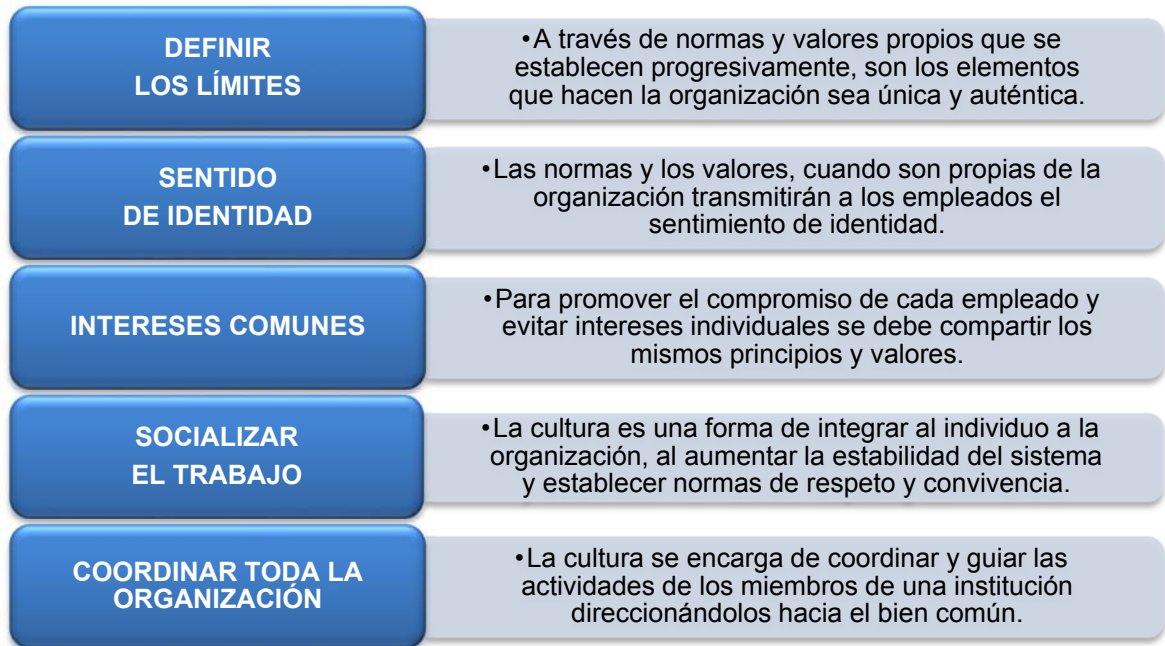
Fuente: UNIVERSIDAD INTERAMERICANA PARA EL DESARROLLO (México). Cultura Organizacional I. México: UNID, 2006. p 3.

3.1.2 Funciones de la Cultura Organizacional.⁴ La cultura de una organización promueve el cumplimiento de funciones que serán determinantes para que sus miembros se adapten exitosamente al equipo de trabajo. Para establecer una cultura, el objetivo primordial es guiar la integración de cada uno de sus miembros. En la gráfica 9 se listan algunas funciones para lograr esta integración.

Cuando se ha establecido algún tipo de cultura en la organización debe realizarse constantes prácticas orientadas a mantenerla activa, entre ellas se encuentran la motivación, las estrategias de alta gerencia y la socialización.

⁴ UNIVERSIDAD INTERAMERICANA PARA EL DESARROLLO (México). Cultura Organizacional I. México: UNID, 2006. p 5.

Figura 9. Funciones de la cultura.



Fuente: UNIVERSIDAD INTERAMERICANA PARA EL DESARROLLO (México). Cultura Organizacional I. México: UNID, 2006. p 5.

3.2 FORMACIÓN DE UNA CULTURA

Una cultura organizacional se forma como respuesta a dos grandes retos que toda organización enfrenta⁵:

- La adaptación externa y la supervivencia, se relacionan con el modo en que la organización encontrará un nicho y cómo hará frente a su entorno en constante cambio.
- La integración interna, se relaciona con el establecimiento y el mantenimiento de relaciones de trabajo entre los miembros de la organización.

En la figura 10, se observa cada paso que se debe recorrer para la formación de una cultura trabajando desde cada uno de los dos grandes frentes que se mencionaron anteriormente.

⁵ SCHEIN, E.H. How culture forms, develops, and changes. In R.H. Kilmann, M.I. Saxton, and R. Serpa (eds.), *Gaining Control of the Corporative Culture*. Citado por: HELLRIEGEL, Don y SLOCUM, John W. Jr. *Comportamiento Organizacional*. 10 ed. México: Thomson, 2004. p. 380-381. ISBN: 9706863672.

Figura 10. Pasos para la formación una cultura organizacional.



Fuente: los autores.

3.3 MANTENIMIENTO DE LA CULTURA

La manera en que opera y se gestione una organización tendrá efectos tanto intencionales como no buscados en el mantenimiento o cambio de la cultura organizacional. En la figura 11, se muestra un método básico para mantener la cultura de una organización que va desde la contratación de personal hasta el despido del mismo en caso de que no se logre la adaptación.

Los métodos para mantener la cultura organizacional son más complejos que la simple contratación de personas idóneas y el despido de las que no se acoplan. Uno de los métodos más poderoso incluye la resolución sistemática que el nivel estratégico fija para hacerle frente a cualquier situación. Esto transmite a los empleados señales sobre lo que es importante y lo que se espera de ellos.

“Los empleados también aprenden sobre la cultura organizacional por medio del sistema de premiación. Los premios y castigos relacionados con las diversas conductas transmiten a los empleados las prioridades y valores, tanto de los administradores como de la organización.”⁶

⁶ HELLRIEGEL, Don y SLOCUM, John W. Jr. Comportamiento Organizacional. 10 ed. México: Thomson, 2004. p. 384. ISBN: 9706863672.

Figura 11. Métodos para mantener la cultura organizacional.



Fuente: HELLRIEGEL, Don y SLOCUM, John W. Jr. Comportamiento Organizacional. 10 ed. México: Thomson, 2004. p. 381. ISBN: 9706863672.

Muchas de las creencias y valores fundamentales de la cultura de una organización se expresan mediante leyendas, anécdotas y relatos que se convierten en parte de su historia y tradición. Estos relatos transmiten la cultura existente de los empleados más antiguos a los nuevos, resaltando los aspectos más importantes de esa cultura.

Como lo manifiesta Hellreigel⁷, el proceso de transmitir las habilidades y el conocimiento social desde los empleados más antiguos a los más jóvenes, necesarios para desempeñarse con eficacia en una organización se conoce como socialización. De la misma manera, la socialización organizacional es el proceso sistemático mediante el cual una organización incorpora a los nuevos empleados dentro de su cultura, proporcionándoles el conocimiento y las competencias necesarias para desarrollar las funciones organizacionales con éxito. Además de fomentar las relaciones sociales y de trabajo.

En la figura 12, se presenta un ejemplo muy común del proceso de socialización dentro de una organización. Todas las organizaciones y grupos socializan a sus nuevos miembros en alguna forma, pero los pasos pueden variar, su alcance y la duración. Si la cultura es efectiva, el proceso de socialización contribuirá al éxito organizacional.

⁷ Ibid., p. 397.

Figura 12. Proceso de socialización.



Fuente: HELLRIEGEL, Don y SLOCUM, John W. Jr. Comportamiento Organizacional. 10 ed. México: Thomson, 2004. p. 398. ISBN: 9706863672.

El proceso de socialización puede afectar al empleado y al éxito organizacional en diversas formas, cada resultado se lista en la tabla 5. Estos resultados no están determinados sólo por el proceso de socialización, pueden verse afectados por otros factores. En todo caso, la socialización exitosa puede contribuir a la satisfacción laboral y lo contrario puede generar insatisfacción.

3.4 EL CAMBIO ORGANIZACIONAL

Entender y manejar el cambio organizacional plantea retos complejos. El cambio planeado puede no funcionar o puede tener consecuencias muy distintas de las que se pretendía obtener. En muchos casos, las organizaciones deben tener la capacidad de adaptarse eficaz y rápidamente con el fin de sobrevivir. Sin embargo cuando las organizaciones no cambian, los costos de esa decisión pueden ser bastante altos.

Una cultura emprendedora es ideal para lograr el cambio de cultura dentro de la organización, ya que no sólo reacciona rápidamente a los cambios en el ambiente sino crea el cambio. La cultura emprendedora se caracteriza por tener compromiso con la innovación rompiendo paradigmas, favoreciendo la iniciativa individual, la libertad, la participación en todos los niveles de la organización y fomentando el crecimiento de la organización.

Tabla 5. Resultados de la socialización organizacional.

UNA SOCIALIZACIÓN EXITOSA SE REFLEJA EN	UNA SOCIALIZACIÓN NO EXITOSA SE REFLEJA EN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Satisfacción en el puesto de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Insatisfacción en el puesto.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Roles y objetivos bien definidos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ambigüedad y conflicto en las funciones.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alta motivación laboral. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baja motivación laboral.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entendimiento de la cultura, se percibe control. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Confusión, tensión, se percibe descontrol.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alta participación en el trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baja participación en el trabajo.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compromiso con la organización. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de compromiso con la organización.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ejercicio del puesto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausentismo y rotación de personal.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alto desempeño. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bajo desempeño.

Fuente: HELLRIEGEL, Don y SLOCUM, John W. Jr. Comportamiento Organizacional. 10 ed. México: Thomson, 2004. p. 400. ISBN: 9706863672.

Existen dos enfoques diferentes para alcanzar el cambio organizacional: el económico y el desarrollo organizacional. Véase tabla 6. Cada enfoque está guiado por un conjunto de supuestos sobre el objetivo y los medios para el cambio. En este proyecto se tratará sólo el desarrollo organizacional por tratarse de un enfoque que se puede utilizar como base de apoyo para el inicio de la cultura del mantenimiento autónomo.

Los cambios organizacionales sean cuales sean, no son aislados sino sistémicos, pues se afectan en sí y producen un fuerte efecto multiplicador dentro de la organización. Sea cual sea la clase de cambio organizacional todos comparten ciertas características comunes que se deben gestionar a través de iniciativas como se describe en la figura 13.

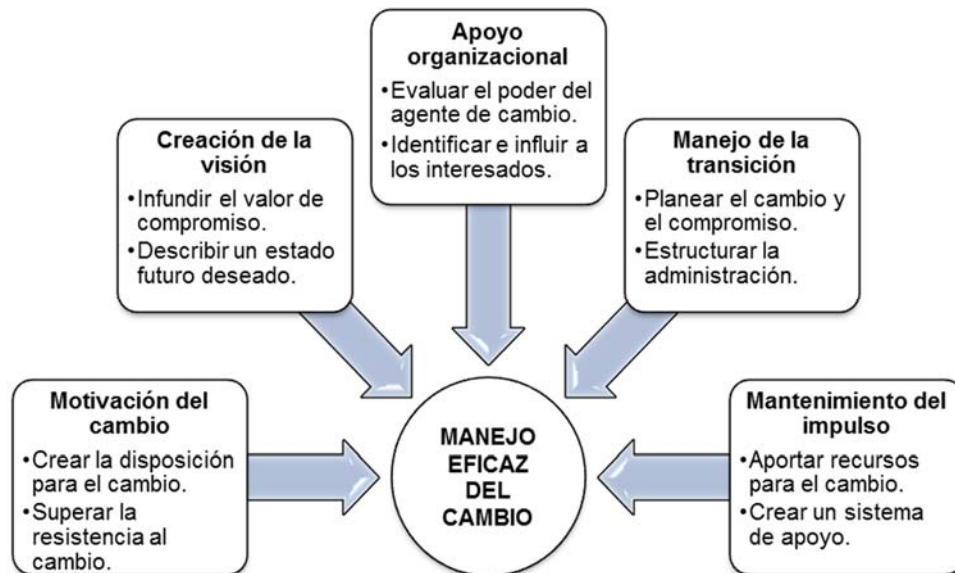
3.4.1 El Desarrollo Organizacional. Este enfoque hace énfasis en la relación más estrecha y democrática entre las personas y la organización para alcanzar la administración participativa. Esto se logra estableciendo una visión con valores claves que involucre la participación de todo el personal de la organización.

Tabla 6. Enfoques sobre el cambio organizacional.

MEDIOS	ECONÓMICO	DESARROLLO ORGANIZACIONAL
Objetivo	Utilidades	Desarrollo de las competencias
Liderazgo	Vertical descendente	Participativo
Enfoque	Estructura y estrategia	Cultura
Motivación	Los incentivos guían el desempeño	Los incentivos retrasan el desempeño

Fuente: HELLRIEGEL, Don y SLOCUM, John W. Jr. Comportamiento Organizacional. 10 ed. México: Thomson, 2004. p. 410. ISBN: 9706863672.

Figura 13. Iniciativas que contribuyen a la gestión del cambio organizacional.



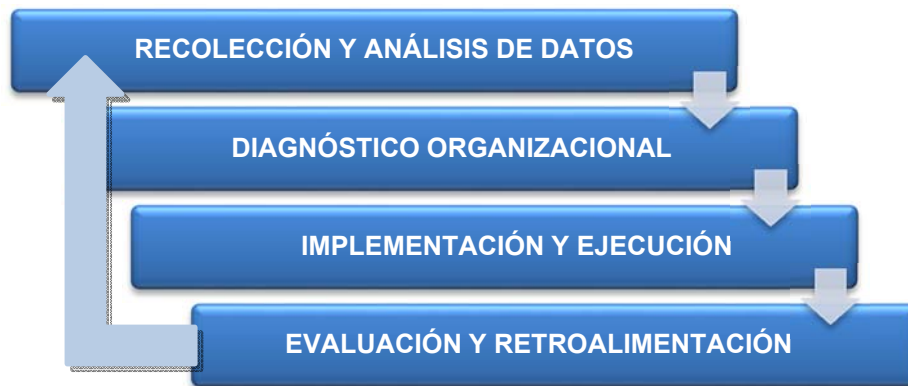
Fuente: HELLRIEGEL, Don y SLOCUM, John W. Jr. Comportamiento Organizacional. 10 ed. México: Thomson, 2004. p. 410. ISBN: 9706863672.

“El énfasis en los valores pretende crear un vínculo emocional con la empresa, que es esencial para el compromiso. Si los empleados se comprometen con la organización, no serán necesarios los sistemas de control de arriba abajo. El propósito de este enfoque es desarrollar las competencias de los empleados, de tal manera que se conviertan en solucionadores de problemas.”⁸

⁸ HELLRIEGEL, Don y SLOCUM, John W. Jr. Comportamiento Organizacional. 10 ed. México: Thomson, 2004. p. 410. ISBN: 9706863672.

El desarrollo organizacional parte desde la premisa que es posible que las metas de los individuos se integren con los objetivos de la organización. Con el ánimo de alcanzar estos objetivos colectivamente se debe transitar por cuatro etapas como se observa en la figura 14.

Figura 14. Etapas del desarrollo organizacional.



Fuente: los autores.

3.4.2 Diagnóstico Organizacional. Es el proceso de evaluar el funcionamiento de la organización para detectar las causas de los problemas y posibles mejoras. Requiere de la recolección de datos sobre los procedimientos actuales, el análisis de tales datos y la obtención de conclusiones para posibles cambios y mejoras.

Un diagnóstico correcto y preciso de los problemas y del funcionamiento organizacional, es totalmente esencial como punto de partida para el cambio organizacional. Los líderes o agentes del cambio deben tener una idea clara de qué tipo de información deben reunir y analizar.

El diagnóstico debe realizarse evaluando la información obtenida a través de encuestas, entrevistas u observación de los registros de la organización o con la combinación de algunas de ellas. Una ventaja del proceso de recolección de información es que aumenta la conciencia de la necesidad del cambio.

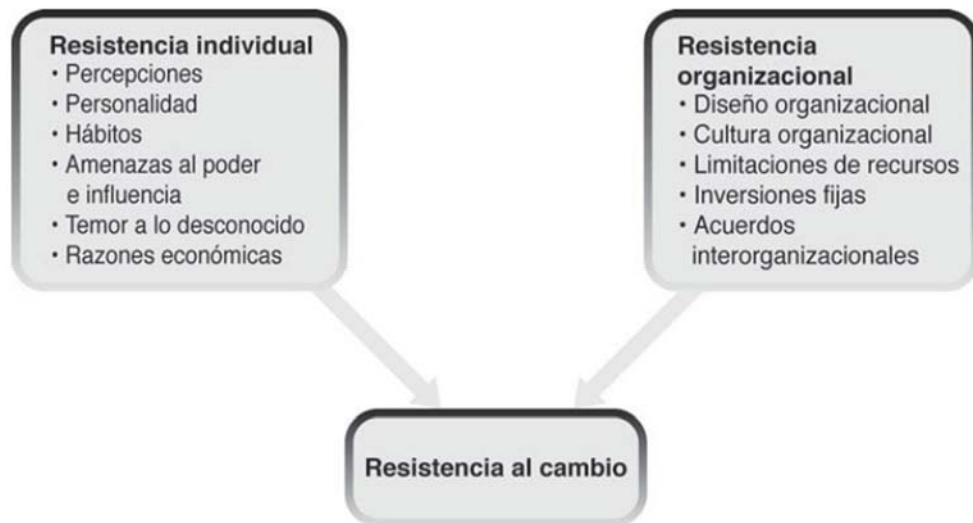
La retroalimentación de encuestas se usa en algunas ocasiones como herramienta de diagnóstico para identificar problemas de los equipos, departamentos y organizaciones. Por su valor en el diagnóstico organizacional, la retroalimentación de encuestas se suele utilizar como parte de programas de cambio en gran escala, de largo plazo, en combinación con otros enfoques y técnicas. En la retroalimentación de encuestas, la información se recopila (por lo general mediante cuestionarios), se organiza en forma comprensible y útil, finalmente se retroalimenta a los empleados que la brindaron.

3.4.3 Resistencia al Cambio. El cambio significa moverse de lo conocido a lo desconocido. Como el futuro es incierto puede afectar negativamente a los miembros de la organización y por ello, a menos de que existan razones muy poderosas para ceder al cambio, los miembros apoyarán el cambio.

En la figura 15, se muestran varias razones de la resistencia al cambio. Algunas se identifican con las personas y otras involucran la estructura organizacional. La combinación de estas dos fuentes de resistencia puede ser devastadora para los esfuerzos de cambio. Los gerentes y empleados necesitan comprender las razones de la resistencia al cambio y sus fuentes.

La resistencia al cambio nunca cesará por completo. Sin embargo, administradores y empleados pueden aprender a identificar y minimizar la resistencia, convirtiéndose en agentes de cambio más eficaces. El análisis de un problema de cambio puede ser muy complejo cuando debe considerarse un gran número de variables.

Figura 15. Fuentes de resistencia al cambio.



Fuente: HELLRIEGEL, Don y SLOCUM, John W. Jr. Comportamiento Organizacional. 10 ed. México: Thomson, 2004. p. 415. ISBN: 9706863672.

4. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

La planeación estratégica es una herramienta que permite a las organizaciones prepararse para enfrentar las situaciones que se presenten a futuro, logrando con ello, orientar los esfuerzos hacia metas realistas de alto desempeño, por lo cuales necesario conocer y aplicar los elementos que intervienen en el proceso de la planeación.

La planeación estratégica está integrada con el proceso completo de la dirección; por tanto, todo directivo debe comprender su naturaleza y ejecución. Integrada por las estrategias que se derivan de la misión, la visión y los escenarios, las principales características de la planeación estratégica son:

- Está proyectada a varios años, con efectos y consecuencias previstos.
- Cubre totalmente a la organización que la realiza y abarca todos los recursos, áreas de actividades
- Se preocupa por trazar los objetivos a nivel organizacional.
- Es definida por el nivel directivo de la organización y corresponde al plan mayor, al cual están subordinados todos los demás miembros.

Un buen plan estratégico requiere de elementos importantes. Es vital un compromiso de la dirección o gerencia general en el aspecto de establecer claramente el rumbo deseado de la organización y para lograrlo es necesario primeramente: la información histórica y los indicadores actuales de desempeño.

Se requiere contar también con la información detallada sobre el medio ambiente en el que opera la compañía: quienes son los competidores, cuantos servicios ofrecen, a que costo, nivel de calidad; mercado o nivel al cual se enfocan los servicios, regulaciones gubernamentales que requieren cumplirse, hoy y en el futuro.

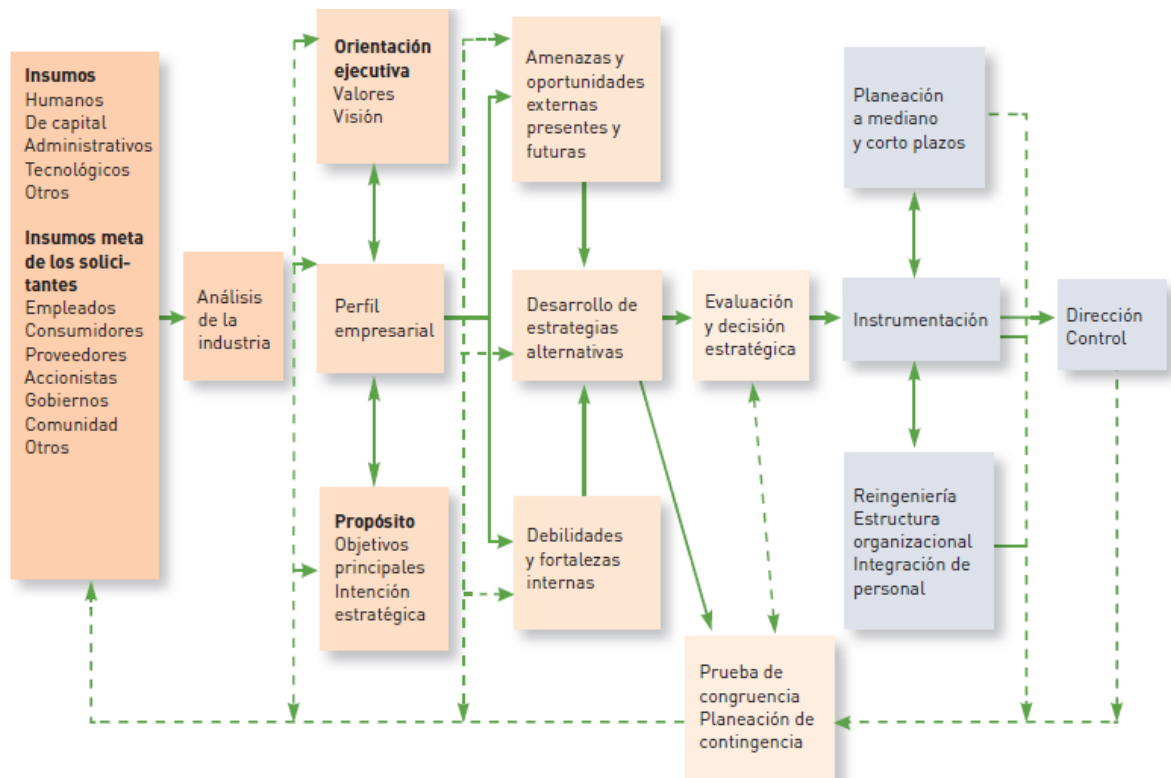
Con la información obtenida, el primer paso de un plan estratégico consiste en realizar un análisis de la situación actual, definiendo:

- Misión: el qué hacer.
- Visión: la proyección y el futuro.
- Valores corporativos: conjunto de reglas de comportamiento esperado.
- Posición competitiva actual.

En base a lo anterior, se permitirá ver un mejor panorama para lo que es la generación de estrategias de acción en tres niveles básicos, los cuales son: nivel estratégico, nivel táctico y nivel operativo.

Aunque los pasos específicos para la formulación de una estrategia pueden variar, el proceso puede desarrollarse, al menos conceptualmente, con base en los elementos clave que se muestran en la figura 16.

Figura 16. Etapas de la planeación estratégica.

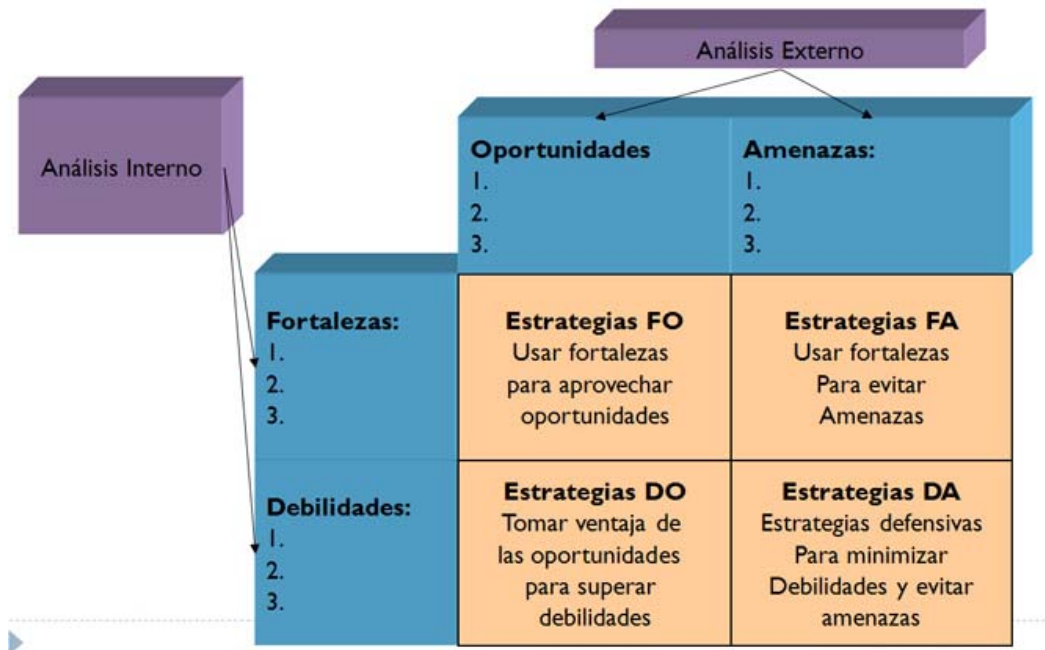


Fuente: KOONTZ, Harold; WEIHRICH, Heinz y CANNICE, Mark. Administración Una Perspectiva Global y Empresarial. 14 ed. México: McGrawHill, 2012. p. 132. ISBN: 978-607-15-0759-4.

4.1 MATRIZ DOFA

La matriz DOFA es una herramienta de formulación de estrategias que conduce al desarrollo de cuatro tipos de estrategias: FO, DO, FA y DA. Las letras F, O, D y A representan fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Sería ideal para una organización utilizar sus fortalezas y así mismo explotar sus oportunidades externas. Puede a partir de sus fortalezas y mediante el uso de sus recursos, aprovecharse del mercado para sus productos y servicios. Luego de hacer una la valoración ponderada de los aspectos claves del proyecto, se continúa con las correspondientes estrategias. De esta forma se debe construir una matriz de acciones y estrategias que se relacionan con cada una de las celdas de la matriz DOFA (véase figura 17), las mismas se deben agrupar así:

Figura 17. Matriz DOFA.



Fuente: KOONTZ, Harold; WEIHRICH, Heinz y CANNICE, Mark. Administración Una Perspectiva Global y Empresarial. 14 ed. México: McGrawHill, 2012. p. 138. ISBN: 978-607-15-0759-4.

4.1.1 Estrategia FO. Se basa en el uso de fortalezas internas de la organización con el objetivo de aprovechar las oportunidades externas. Es la estrategia con mayor potencial si sus objetivos son alcanzados. La organización podría partir de sus fortalezas y utilizar sus capacidades positivas, para aprovecharse del mercado para promover sus bienes y servicios.

4.1.2 Estrategia FA. Esta estrategia busca disminuir el impacto de las amenazas del entorno, valiéndose del entorno de las fortalezas. Esto no quiere decir que siempre se tengan que afrontar las amenazas de una forma tan directa, ya que puede resultar más problemático para la organización.

4.1.3 Estrategia DA. Su propósito es aminorar las debilidades y neutralizar las amenazas, a través de acciones de carácter defensivo. La mayoría de las veces este tipo de estrategia se utiliza solo cuando la organización se encuentra en una posición altamente amenazada y posee muchas debilidades, aquí la estrategia va orientada hacia la sobrevivencia.

4.1.4 Estrategia DO. Su finalidad es mejorar las debilidades internas y aprovechando las oportunidades externas, una organización a la cual el entorno le brinda unas ciertas oportunidades, pero no es capaz de sacarles partido por sus debilidades, podría optar por destinar recursos para desarrollar el área deficiente y de tal manera aprovechar la oportunidad.

4.2 ETAPAS DE LA PLANEACION ESTRATÉGICA

La Planeación Estratégica consta de cuatro etapas:

- Evaluación de la situación. Se encarga de analizar el entorno de la organización y la organización misma. La valoración del entorno identifica las oportunidades y amenazas de la organización; al pronosticar los cambios, valoran su significado para la organización y preparan las estrategias para enfrentarlas.
- Misión organizacional. Las misiones establecen expectativas gerenciales acerca de políticas y el desempeño organizacional. Una declaración de misión bien desarrollada es sensitiva a las fuerzas del entorno y para que sea buena debe encargarse al servicio de las necesidades del cliente.
- Objetivos organizacionales. Son declaraciones de propósito de desempeño más importantes, a largo plazo, que la organización desea lograr. Por lo general se especifican en términos de crecimiento de ventas, posición líder en un mercado, estabilidad de las ventas.
- Estrategias organizacionales. Son acciones a largo plazo diseñadas para llevar a cabo la misión organizacional y lograr objetivos. Estas se basan en: cambios en el conjunto de mercados, a los que servirán. Y cambios en los tipos de productos o servicios que se van a ofrecer o en el nivel de esfuerzo aplicado en reunir a los mercados diferentes.

5. GESTIÓN MODERNA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El mantenimiento industrial ha sufrido en los últimos cuarenta años grandes cambios dejando de ser visto como un centro de costos y transformándose en un proceso integral, el cual contribuye vitalmente en la generación de utilidades para una empresa. Por esta razón, el departamento de mantenimiento debe prepararse para un entorno dinámico y de constante evolución tecnológica, adoptando esquemas flexibles que les permitan cambiar, evolucionar y sobrevivir.

El objetivo general de la gestión moderna del mantenimiento es:

Garantizar al cliente interno o externo, que el parque industrial esté disponible, cuando lo requiera con confiabilidad y seguridad total, durante el tiempo necesario para operar, con las condiciones técnicas y tecnológicas exigidas previamente, para producir bienes o servicios que satisfagan necesidades, deseos o requerimientos de los compradores o usuarios, con los niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno al menor costo posible y con los mayores índices de productividad y competitividad⁹.

La gestión integral de los todos los departamentos que conformen una organización junto con el mantenimiento, optimizará los recursos disponibles, tanto humanos como materiales. Esto conducirá a un ahorro importante en los costos de gestión y a la reducción de ineficiencias; al compartir la información y poder analizarla desde diferentes puntos de vista en el proceso de toma de decisiones.

Las estrategias más modernas y utilizadas en la gestión moderna del mantenimiento industrial se observan en la figura 18. Una o varias de ellas pueden ser aplicadas en la gestión del mantenimiento con el ánimo de conseguir el mantenimiento excelente.

5.1 CONFIABILIDAD OPERACIONAL

La confiabilidad operacional se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistémica, avanzadas herramientas de diagnóstico, estrategias modernas y metodologías de análisis, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la producción industrial.¹⁰

⁹ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Seminario de Gestión Moderna de Mantenimiento [diapositivas]. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2006. 233 diapositivas.

¹⁰ ADAM, Everett. HERSHAUER, James y RUCH, W. Productividad y Calidad. 2 ed. México: Trillas, 1995. Citado por: GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1 ed. Bucaramanga: Ediciones de la U, 2012. p. 90. ISBN: 9789587620511.

Figura 18. Estrategias de la gestión moderna del mantenimiento industrial.



Fuente: los Autores.

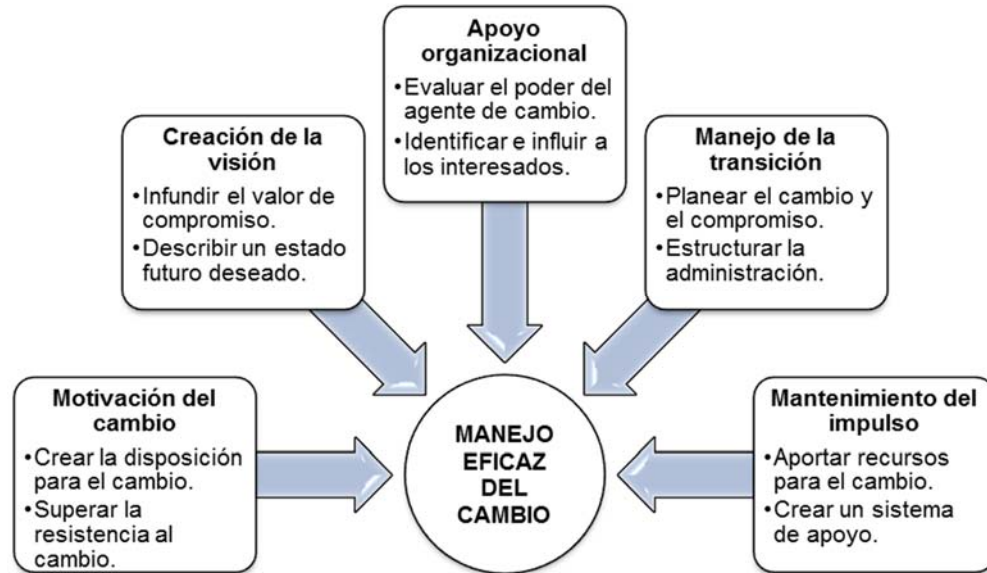
Esta moderna estrategia se fundamenta en el análisis de condición y en análisis estadísticos, enfocados mejorar la disponibilidad y la confiabilidad de los activos, con la participación activa del personal de la organización desde todos los niveles. Un proceso de mejora de la confiabilidad operacional envuelve cambios en la cultura organizacional, logrando un sentido amplio de la productividad con visión de los objetivos de negocio.

Un sistema de confiabilidad operacional debe poseer cuatro frentes operativos (véase figura 19), sobre los cuales conviene actuar simultáneamente si se desea un mejoramiento continuo y de largo plazo.

La confiabilidad en mantenimiento, según Palencia¹¹, es la probabilidad de que un sistema, activo o proceso sobreviva a fallas durante un determinado ciclo de tiempo, bajo unas condiciones de operación específicas. La confiabilidad más que la probabilidad, es una nueva forma de ver el mundo, en realidad es una cultura que debe implementarse en todos los niveles de una organización.

¹¹ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1 ed. Bucaramanga: Ediciones de la U, 2012. p. 91. ISBN: 9789587620511.

Figura 19. Frentes de la confiabilidad operacional.



Fuente: GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1 ed. Bucaramanga: Ediciones de la U, 2012. p. 91. ISBN: 9789587620511.

En la actualidad, existen varias estrategias de confiabilidad operacional que han sido exitosas en algunas empresas tras su implementación, logrando altos estándares de calidad en sus procesos, productos y servicios. Estas son algunas de ellas: Mantenimiento Basado en Condición (MBC), Mantenimiento Productivo Total (TPM), Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), Optimización del Mantenimiento Planeado (OMP). En este capítulo se abordará sólo las dos primeras, ya que el TPM se tratará con más detalle en el...capítulo 6...y el OMP se sale del alcance de este trabajo.

5.1.1 Mantenimiento Basado en Condición (MBC). Es el mantenimiento planeado y programado con base en la medición del estado o condición de un equipo para evaluar su probabilidad de falla durante un período futuro, con el objetivo de planear anticipadamente las actividades más apropiadas para evitar las consecuencias del fallo. El estado o condición se determina mediante el monitoreo de variables mostradas en la tabla 7.

Los resultados correspondientes al estado o condición, se pueden obtener de maneras diferentes como se aprecia en el anexo I. Seleccionar la mejor alternativa tecnológica depende del criterio ingenieril, el contexto operacional y la factibilidad técnico-económica. Este último aspecto involucra:

- Selección del alcance del MBC en el plan de mantenimiento.
- Selección de la tecnología predictiva más conveniente.

- Selección de los equipos a analizar.
- Fijación de rutinas o frecuencias.
- Análisis de costo-beneficio-riesgo.
- Variables a monitorear y condiciones del monitoreo (*on-line / off-line*)

Tabla 7. Variables a monitorear.

Temperatura	Función eléctrica	Dimensiones
Presión	Calidad eléctrica	Posición mecánica
Movimiento mecánico	Función y secuencia	Desplazamiento
Impulsos / Choques	Condición de aceites	Tiempo
Ultrasonido	Humedad	Descargas
Aceleración	Caudal	Composición
Desaceleración	Tensión mecánica	Función mecánica
Acción cíclica	Deformación	Secuencia eléctrica
Grado de cambio	Vibraciones mecánicas	Características magnéticas
Concentración	Sonido / Ruido	Otras

Fuente: GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento Preventivo: Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2009. p. 28.

La inversión que se haga en el MBC es totalmente justificada, si se logra el objetivo principal del programa, se obtienen las siguientes ventajas¹²:

- Reducción de los costos del mantenimiento a largo plazo, aunque la inversión inicial sea alta.
- Disminución substancialmente las fallas imprevistas.
- Reducción de los costos de inspecciones.
- Disminuye la mano de obra, repuestos y probablemente el tiempo de reparación.
- Reducción de los costos de inventario y facilidad en el manejo del mismo.
- Ahorro apreciable del consumo de energía de los equipos, cuando trabajan en óptimas condiciones.
- Optimización del mantenimiento planeado.
- Mejora la cultura organizacional.
- Mejora notablemente la calidad del mantenimiento.

¹² BORRÁS PINILLA, Carlos. Principios de Mantenimiento: Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2013. p. 71-72.

5.1.2 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC). Es una estrategia utilizada para diseñar planes y programas que aumenten la confiabilidad de los activos con el mínimo costo y riesgo; para lo cual combina otras estrategias tales como: el mantenimiento preventivo, el *TPM* y el *MBC*. Es también llamado *RCM* (*Reliability Centered Maintenance*), por sus siglas en inglés.

La definición formal del MCC según Moubray¹³: Es un proceso utilizado para determinar qué debe hacerse para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual. Los requerimientos de los usuarios van a depender de dónde y cómo se utilice el activo (contexto operacional). El MCC desarrollado por Moubray es conocido mundialmente como *RCM 2* e incorpora al medio ambiente y el proceso de decisión de *RCM*. Véase anexos J, K y L.

El objetivo principal del MCC es entonces, conservar la función del sistema, antes que la función del equipo. Un programa de MCC debe garantizar que las siguientes preguntas básicas sean respondidas en la secuencia mostrada¹⁴:

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su contexto operacional actual?
- ¿De qué manera puede fallar y no cumplir dichas funciones?
- ¿Cuál es la causa raíz de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla funcional?
- ¿Cuál es la importancia de cada falla?
- ¿Cómo se puede predecir, prevenir o eliminar cada falla?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentran tareas adecuadas que permitan anticiparse a cada falla?

Las preguntas anteriores se resuelven definiendo cada término (figura 20) y a través de una herramienta de confiabilidad llamada: Análisis de Modos de Fallas, Efectos y Criticidad (*AMFEC*) o mejor conocida como *FMECA*, por sus siglas en inglés. Esta metodología se verá con más detalle en la...sección 5.2.3...

El MCC inicia su proceso conformando un equipo de revisión que consta de varios profesionales, entre ellos: el facilitador (especialista en MCC); un especialista externo; supervisores de producción, de mantenimiento y de ingeniería; y el operador. Este proceso debe ser apoyado por la alta gerencia y por la ingeniería de mantenimiento.

¹³ MOUBRAY, John. *RCM II: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Oxford: Biddles, 2004. p. 7. ISBN: 09539603-2-3.

¹⁴ GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. *Mantenimiento Preventivo: Especialización en Gerencia de Mantenimiento*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2009. p. 40.

Figura 20. Definiciones del MCC.

FUNCIONES Y PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

- La función consiste de un verbo, un objeto y el estándar de funcionamiento deseado por el usuario. Se dividen en dos categorías: las funciones primarias y las secundarias.

FALLAS FUNCIONALES

- Falla funcional se define como la incapacidad del cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable por el usuario.

MODOS DE FALLA

- Un modo de falla es cualquier evento que causa una falla funcional (estado de falla).

EFFECTOS DE FALLA

- Los efectos de falla describen qué se presenta cuando ocurre un modo de falla.

CONSECUENCIA DE FALLA

- Describe lo que sucedería dada la ocurrencia de un modo específico de falla.

Fuente: los autores

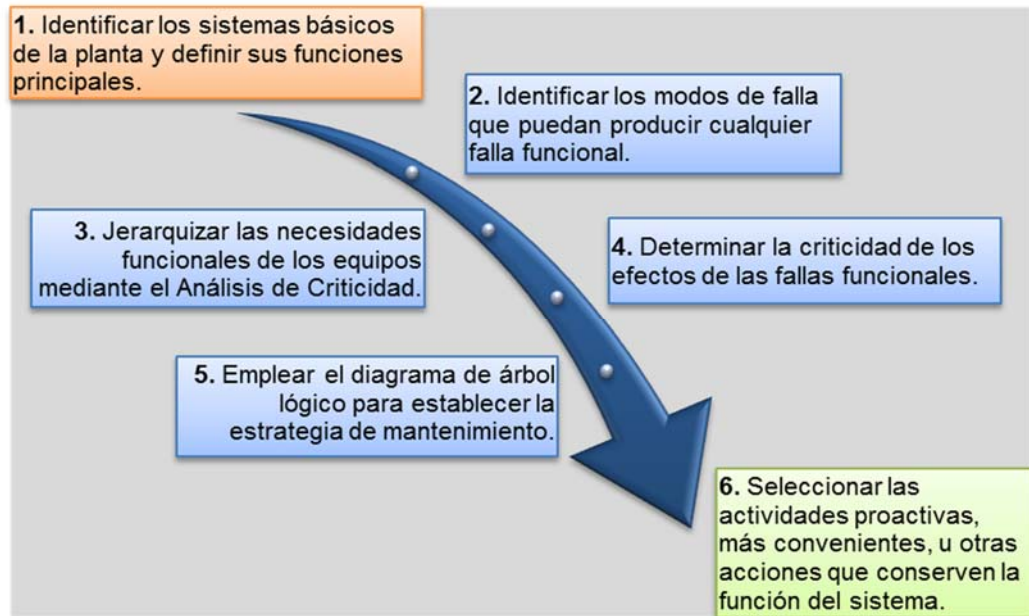
La metodología lógica del MCC, se puede resumir en seis pasos como se observa en la figura 21. Luego de resolverse las preguntas básicas a través del AMFEC, todo el proceso termina con las hojas de decisión, en la cual según la criticidad (riesgo) del modo de falla, se toman las estrategias de mantenimiento a seguir.

El uso del MCC posee los siguientes alcances en la gestión moderna del mantenimiento industrial¹⁵:

- Aumenta la seguridad e integridad ambiental.
- Reduce globalmente el número y las frecuencias de tareas cíclicas.
- Aumenta la disponibilidad y la confiabilidad de la planta productiva.
- Mejora en la calidad del producto y/o servicio.
- Aumenta la efectividad del mantenimiento.
- Aumenta la vida útil de los activos críticos.
- Aumenta la motivación de los empleados que participan en el proceso.
- Mejora el trabajo en equipo.
- Crea una base de datos de mantenimiento confiable.
- Genera un marco de referencia integrador.

¹⁵ MOUBRAY, John. RCM II: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Oxford: Biddles, 2004. p. 312-321. ISBN: 09539603-2-3.

Figura 21. Pasos del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.



Fuente: los autores.

“El resultado definitivo de cada análisis del MCC, es una lista de responsabilidades de mantenimiento que permiten aumentar la efectividad, confiabilidad, disponibilidad y rendimiento operativo del equipo de trabajo, con un alto nivel de eficacia en costos. El éxito del MCC se debe a que esta filosofía permite establecer los requerimientos necesarios de los distintos sistemas en su contexto operacional.”¹⁶

5.2 HERRAMIENTAS DE LA CONFIABILIDAD

La confiabilidad como metodología de análisis, debe soportarse en una serie de herramientas que permitan evaluar el comportamiento de los activos de una forma sistemática. A continuación se verán herramientas con métodos cuantitativos (estadísticos) y cualitativos para el análisis de falla que se aplican en la ingeniería de mantenimiento para determinar las causas que originan las fallas en los procesos, sistemas y activos mediante técnicas de observación y verificación, entrevistas, lluvias de ideas, entre otras.

¹⁶ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1 ed. Bucaramanga: Ediciones de la U, 2012. p. 105. ISBN: 9789587620511.

Las principales herramientas cualitativas que se utilizan para la gestión de activos que contribuyen a la confiabilidad de los equipos son:

- El Análisis de Criticidad.
- El Análisis de Modos y Efectos de Falla.
- La Inspección Basada en Riesgos.
- Análisis de Integridad Mecánica
- Análisis Costo-Riesgo-Beneficio.
- Análisis de la Confiabilidad Humana.
- Gestión del conocimiento.
- Análisis del Costo del Ciclo de Vida del Equipo
- Análisis causa-raíz (ACR).

La mejor herramienta de confiabilidad de todas las anteriores es el ACR ó *RCA* (por sus siglas en inglés), que combinada con los métodos de medición de fallas cuantitativo basado en los análisis estadísticos, elimina los defectos de una falla repetitiva logrando solucionar problemas cotidianos de manera rápida y eficiente.

En esta sección se verán algunas herramientas que serán utilizadas para el desarrollo del modelo de mantenimiento autónomo. El estudio avanzado de las herramientas se dejará a disposición del lector para que consulte la bibliografía referenciada.

5.2.1 Análisis de Criticidad (AC)¹⁷. Es una metodología que permite priorizar sistemas, procesos, activos y hasta repuestos en función de su impacto global, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones. El análisis de criticidad permite así mismo identificar las áreas sobre las cuales se tendrá una mayor atención del mantenimiento en función del proceso que se realiza. Los pasos para la aplicación de esta metodología se muestran en la figura 22.

La información requerida para el análisis de criticidad siempre estará relacionada con la frecuencia, los efectos y las consecuencias de las fallas, donde se destaca la seguridad industrial y el respeto por el medio ambiente. Por tanto, la criticidad se evalúa de con la siguiente fórmula:

$$CRITICIDAD = (FRECUENCIA DE FALLA) \times (CONSECUENCIA)$$

Donde:

FRECUENCIA DE FALLA = La veces que falla un componente del sistema.

¹⁷ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1 ed. Bucaramanga: Ediciones de la U, 2012. p. 91. ISBN: 9789587620511.

CONSECUENCIA = (Nivel de producción*Tiempo medio para reparar*Impacto en la producción) + Costos de reparación + Impacto en seguridad + Impacto ambiental + Satisfacción del cliente.

Figura 22. Pasos del análisis de criticidad.



Fuente: los autores.

Cada uno de los parámetros utilizados para calcular la criticidad se puede cualificar y cuantificar de acuerdo a la consecuencia de las fallas para posteriormente tomar las decisiones más oportunas y de menor riesgo.

5.2.2 Análisis Causa Raíz (ACR)¹⁸. Es un método cualitativo de análisis de falla que utiliza la lógica sistemática para identificar la causa directa de una falla. Por tanto, permite encontrar la mejor solución para corregir la causa identificada y cómo realizar su seguimiento y no tratar los síntomas evidentes de inmediato.

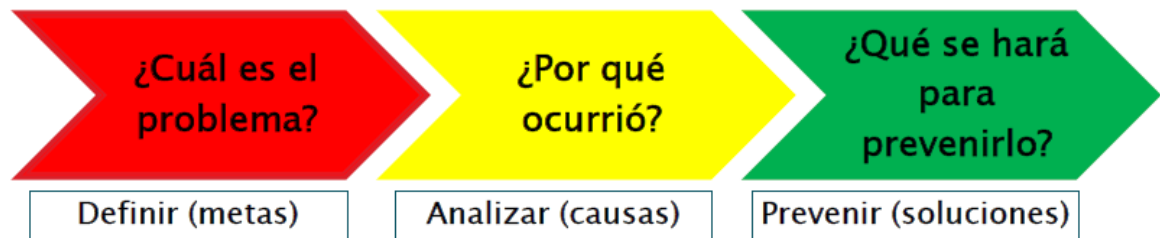
Al dirigir las medidas correctivas a las causas primarias, se espera que la probabilidad de la repetición del problema disminuya. Sin embargo, se reconoce que la prevención total de la recurrencia de una sola intervención no siempre es posible. Por lo tanto, el ACR es considerado a menudo como un proceso iterativo, y con frecuencia es usado como una herramienta de mejora continua.

El ACR es un método reactivo de detección de problemas y solución, lo que significa que el análisis se realiza después de que un evento ha ocurrido. Al ganar experiencia en el ACR este se convierte en un método de proactivo, el cual es capaz de prever la posibilidad de un evento, incluso antes de que pudiera ocurrir.

¹⁸ BORRÁS PINILLA, Carlos. Principios de Mantenimiento: Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2013. p. 80-81.

Dentro de una organización, la resolución de problemas, la investigación de incidentes y análisis de causa raíz están conectados fundamentalmente por tres preguntas básicas que se muestran en la figura 23.

Figura 23. Preguntas básicas de un análisis causa-raíz.



Fuente: ESPINOSA FUENTES, Fernando. Análisis Causa Raíz (RCA) [diapositivas]. [s.l.]: [s.n.], 2010. 17 diapositivas.

Por su estructura, el ACR es un método que consume recursos y una gran cantidad de tiempo, por ello se debe establecer desde el inicio si el problema requiere realizar un análisis de este tipo. Con el fin de conocer si la falla requiere el empleo del ACR, se debe evaluar la integridad de las personas, las inversiones o infraestructura, los equipos o la combinación de varias o todas las anteriores.

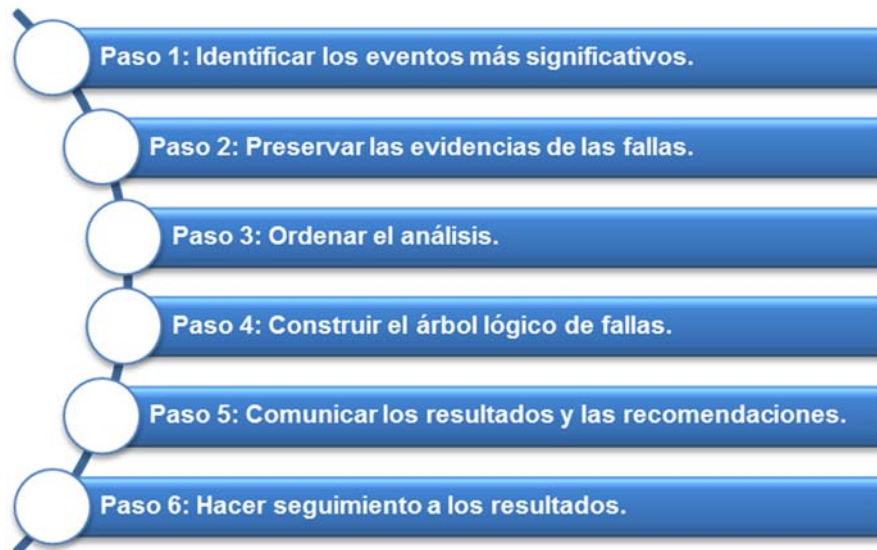
Para realizar un buen ACR, se debe traspasar los límites de los componentes físicos de la falla o raíces físicas y analizar las acciones humanas que desataron la cadena causa-efecto que llevó a la causa física, lo cual implica analizar el por qué, si se debió a procedimientos incorrectos, especificaciones equivocadas o falta de capacitación del personal.

Los beneficios que proporciona el empleo de un ACR son los siguientes:

- Brinda la capacidad de identificar un patrón de fallas y evita la incidencia de las mismas.
- Aumenta la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad de los activos.
- Mejora las condiciones de seguridad industrial y evita tiempos improductivos innecesarios.
- Disminuye el número de incidentes, reduce los impactos ambientales y los accidentes.
- Reduce las frustraciones del personal de mantenimiento y operaciones. Aumento de la motivación.

Esta metodología está definida por un procedimiento de trabajo el cual consta de seis pasos, véase figura 24.

Figura 24. Pasos para el desarrollo del análisis causa-raíz.



Fuente: los autores.

Dentro del paso 4, que es el más importante del proceso, para la construcción de un árbol lógico de fallas (véase figura 25), se requieren de seis actividades claramente delimitadas, que se deben realizar en el orden establecido, las cuales son¹⁹:

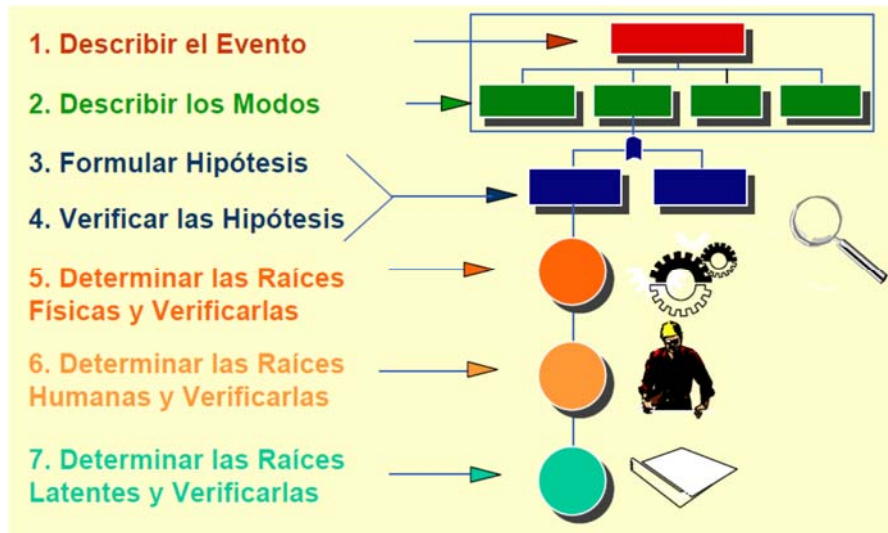
- Describir la falla funcional.
- Determinar los modos de falla por cada falla funcional.
- Hacer una lista de las causas potenciales de falla y verificarlas.
- Determinar y verificar las causa raíz físicas
- Determinar y verificar las causa raíz humanas.
- Determinar y verificar las causa raíz del sistema (latentes).

5.2.3 Análisis de Modos de Falla, Efecto y Criticidad (AMFEC). Es un método sistemático y proactivo que permite a términos generales:

- Evaluar un proceso para identificar dónde y cómo se puede fallar.
- Evaluar el impacto relativo de diferentes fallos con el objetivo de identificar las partes del proceso que requieren un cambio inmediato.
- Proporcionar información necesaria a los operadores y mantenedores para que entiendan las capacidades y limitaciones del sistema para lograr el mejor rendimiento.

¹⁹ MURILLO, William M. Modelo de Confiabilidad Basado en el Análisis de Fallas. ACIEM-ECOPETROL. V Congreso Internacional de Mantenimiento Industrial. Bogotá, 2003. Citado por: GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1 ed. Bucaramanga: Ediciones de la U, 2012. p. 114. ISBN: 9789587620511.

Figura 25. Árbol lógico de fallas.



Fuente: GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1 ed. Bucaramanga: Ediciones de la U, 2012. p. 115. ISBN: 9789587620511.

Este método analiza para cada proceso existente, la función, los modos de fallo, los efectos de este fallo y sus causas. También incluye procedimientos y elementos instalados que permiten evitar este fallo, o detectarla en caso de que se produzca. Se analiza para cada modo de falla, la relevancia de la severidad (S), la probabilidad de ocurrencia (O) y la probabilidad de detección (D), asignando un valor numérico, donde un valor bajo denota poca importancia o probabilidad y caso contrario, un valor alto implica efectos extremadamente probables, serios o de difícil detección. Luego se calcula el número de prioridad de riesgo (*RPN* por sus siglas en inglés) de la siguiente manera:

$$RPN = (S) \times (O) \times (D)$$

El resultado se compara con un valor límite previamente especificado. En el anexo L, se muestra una manera de obtener el *RPN*.

Aguilar²⁰ manifiesta: El empleo de la metodología AMFEC o FMECA (por sus siglas en inglés) no pretende cambiar como tal, la forma en la que se realiza el mantenimiento, sino la forma en la que se planea el mismo. Mejores planes darán mejores programas y, por lo tanto, un mejor mantenimiento, uno óptimo, lo que se espera refleje en un mejor rendimiento de los activos y un aumento en la seguridad industrial en una empresa.

²⁰ AGUILAR OTERO, José R., TORRES A., Rocío y MAGAÑA J., Diana. Análisis de Modos de Falla, Efectos y Criticidad (AMFEC) para la Planeación del Mantenimiento Empleando Criterios de Riesgos y Confiabilidad. México: COMIMSA, 2010. Tecnología, Ciencia y Educación (IMI), vol. 25, no. 1, p 15-26.

5.3 MANTENIMIENTO DE CLASE MUNDIAL (MCM)

Es una opción moderna del mantenimiento industrial que se considera como el conjunto de las prácticas operacionales y de mantenimiento excelente, que reúne elementos de distintos enfoques organizacionales con visión de negocio, las cuales aplicadas en forma coherente generan ahorros significativos a las organizaciones empresariales.

El proceso de gestión excelente del mantenimiento debe ser metódico, sistemático y de ciclo cerrado con retroalimentación. Se deben planificar las actividades a corto, mediano y largo plazo tratando de maximizar la productividad y confiabilidad de las instalaciones con el involucramiento de todos los niveles de la organización bajo procesos y procedimientos gerenciales documentados. Véase figura 26.

Figura 26. Estructura para la gestión del MCM.



Fuente: anónimo.

El MCM es también, un conjunto de ideas y fuerzas dirigidas a reorientar la estrategia del mantenimiento hacia un enfoque proactivo, disciplinado en prácticas estandarizadas, de gestión autónoma, competitivo y con índices de desempeño de clase mundial.

La gestión autónoma se materializa con alta capacitación y motivación del personal para alinearlos a las políticas de la gestión integral del MCM. La gestión autónoma es la conformación de equipos autónomos en cada departamento de la organización enfocados en áreas claves del proceso que se constituyen en las células base para el desarrollo participativo y responsable del personal. Véase figura 27.

Figura 27. Etapas de la gestión autónoma.



Fuente: los autores.

Un MCM consigue para la organización unos valores de disponibilidad y costos que claramente se sitúan entre los mejores de las empresas que compiten en su sector. Por tanto, una gestión de mantenimiento de excelencia, necesariamente, ha de basarse en las siguientes premisas:

- Disponer de un sistema moderno y eficaz de medición y análisis de la disponibilidad de las instalaciones mantenidas.
- Disponer de un sistema moderno y eficaz de medición y análisis de los costos generados por las actividades del mantenimiento.
- Poder comparar estos datos con datos similares de las empresas líderes del sector (benchmarking).

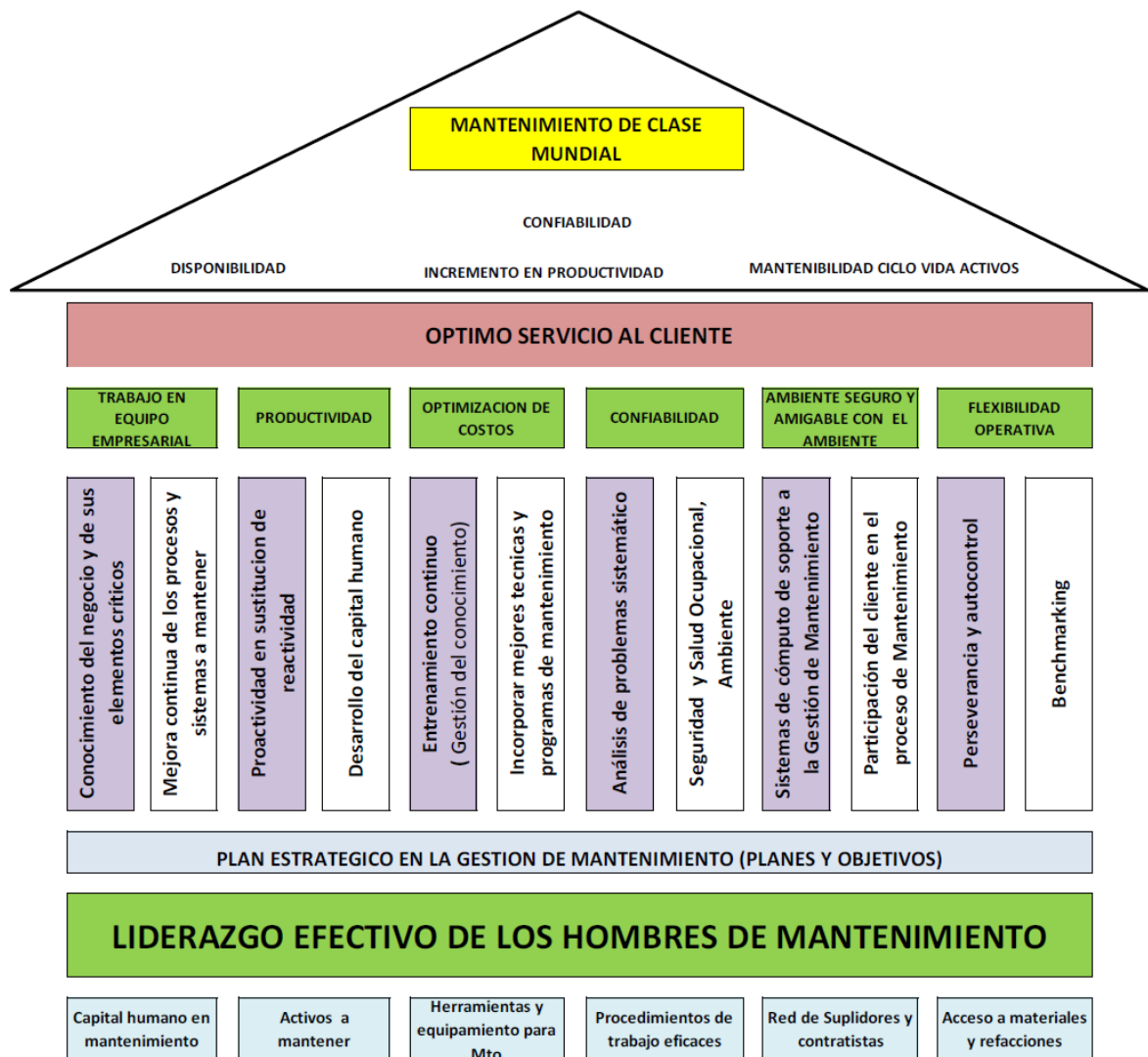
En la figura 28, se observa una edificación que representa la construcción del MCM, la cual está conformada por cimientos (las partes interesadas y los recursos); el piso que consta de dos capas, una de ellas más gruesa y de gran importancia para lograr la excelencia del mantenimiento. Luego aparecen las vigas (estrategias de gestión), las cerchas y placa que corresponden a los resultados de implementar las estrategias. Por último se encuentra el techo que contiene los indicadores de clase mundial y actúa como protector del sistema de gestión.

La excelencia de los procesos se caracteriza por el alto nivel de calidad y efectividad de los trabajos realizados, con un servicio sobresaliente. La excelencia está garantizada por la cantidad de acciones efectivas que se realizan a diario manteniendo la mejora continua por los miembros de una organización, para de esta manera, sostener el desempeño dentro de una meta propuesta.

El mantenimiento excelente es reconocido por algunos aspectos básicos: calidad total, trato especial a los clientes, innovación continua de los procesos, productos y servicios, y lograr el compromiso, creatividad y sinergia de todos los involucrados. La aspiración natural de alcanzar la excelencia en el mantenimiento

de la empresa, lleva a la idea de lograr lo que se ha llamado MCM; el cual se puede entender como la gestión del mantenimiento que satisface los requerimientos y expectativas relativas a cada momento del desarrollo industrial de la humanidad, del entorno social y del mercado, relacionados con la seguridad, el medio ambiente, la calidad, la productividad y la economía²¹.

Figura 28. Mantenimiento de clase mundial.

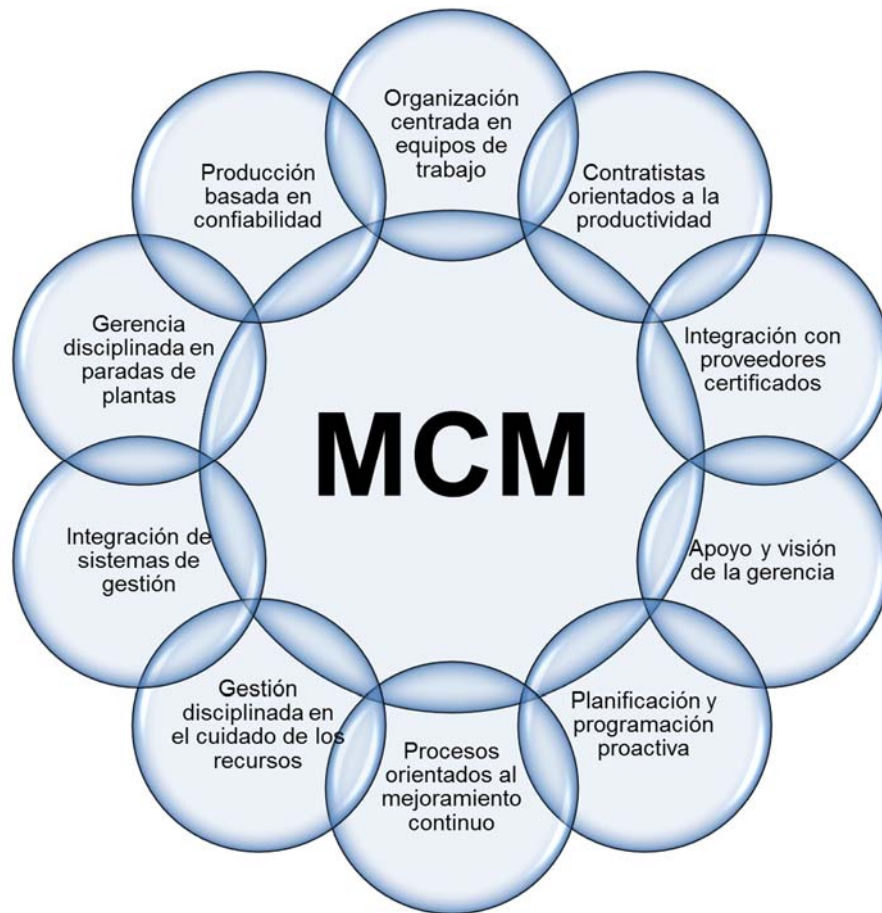


Fuente: CHAVES SERRANO, Adrián. Liderazgo de Clase mundial en la Gestión de Mantenimiento: un resultado efectivo no sólo un deseo [diapositivas]. Costa Rica: [s.n.], 2013. 19 diapositivas.

²¹ BOTERO B., Ernesto. Administración del Mantenimiento. Instituto Colombiano de Administración INCOLDA. Bogotá. 1986. Citado por: GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1 ed. Bucaramanga: Ediciones de la U, 2012. p. 36-38. ISBN: 9789587620511.

En la actualidad, se plantea por gerentes especialistas en empresas exitosas, las diez mejores prácticas que sustentan el mantenimiento de clase mundial y que se pueden observar en la figura 29. La interacción de todas estas prácticas produce una gestión integral sostenible en el marco de la clase mundial. Lo fundamental es que los líderes del mantenimiento entiendan su responsabilidad y la transmitan al personal con perseverancia y sostenibilidad de resultados.

Figura 29. Prácticas para el mantenimiento de clase mundial.



Fuente: los autores.

6. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El mantenimiento productivo total o *TPM*, por sus siglas en inglés, surgió en Japón gracias a los esfuerzos del *Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)* como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción “*Just in Time*”, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de los desperdicios.

La idea fundamental del *TPM* no es revolucionaria, es justamente cooperar para conseguir hacer un trabajo importante; sin embargo, durante demasiado tiempo, hemos tolerado la presencia de grandes obstáculos para esta meta. En muchas fábricas los operarios no saben cómo mantener o reparar su propio equipo, y a los que sí saben hacerlo no se les permite realizarlo porque es el trabajo de otros.

En el entorno competitivo de hoy no se puede conformar con metas inferiores a la eliminación total de las averías, otras pérdidas y el mantenimiento productivo continuo. Esto significa que más que periódicas paradas para evitar los fallos de las máquinas, el mantenimiento productivo combina creativamente técnicas de mejora de prevención, predicción y mantenibilidad con principios de diseño para el coste del ciclo de vida para asegurar la fiabilidad en el funcionamiento y la facilidad en el mantenimiento.

Cada miembro de un equipo competitivo tiene destrezas especializadas, pero en una empresa verdaderamente cooperativa, esas destrezas se comparten, y cada uno crece en conocimientos y experiencia. Este enfoque practicado por todos los departamentos en cada fase del programa de desarrollo del *TPM*, es una contribución japonesa única en el área de mantenimiento de fábricas.

6.1 CONCEPTOS DEL TPM Y FUNDAMENTOS DEL TPM

El *TPM* a menudo se define como “mantenimiento productivo que implica una participación total”. Frecuentemente la dirección entiende que esto significa que solamente los trabajadores realizan autónomamente las actividades en la propia planta. Sin embargo, para ser efectivo, el *TPM* debe implementarse sobre una base que abarca la compañía. Desafortunadamente, algunas compañías abandonan el *TPM* porque han fallado en apoyar plenamente a los trabajadores o no han implicado a la dirección.

Una definición completa del *TPM* incluye los siguientes cinco elementos:

- El *TPM* contempla maximizar la efectividad del equipo (efectividad global).
- El *TPM* establece un sistema completo de mantenimiento preventivo para la vida entera del equipo.
- El *TPM* se implementa por varios departamentos (ingeniería, operaciones y mantenimiento).
- El *TPM* incluye a cada empleado particular, desde la alta dirección hasta los trabajadores de la planta.
- El *TPM* se basa en la promoción del mantenimiento preventivo a través de la dirección de la motivación: actividades autónomas de pequeños grupos.

En mantenimiento productivo total, la palabra “total” tiene tres significados que describen las características principales del *TPM*:

- Efectividad total. Indica que el *TPM* persigue la eficiencia económica o rentabilidad.
- Sistema de mantenimiento total. Incluye prevención del mantenimiento y mejora del mantenimiento.
- Participación total de todos los empleados. Incluye mantenimiento autónomo por lo operarios a través de las actividades de pequeños grupos.

6.2 QUÉ SE LOGRA CON EL TPM²²

Los logros realmente extraordinarios son de doble naturaleza, tangibles e intangibles. Dentro de los logros tangibles se encuentran:

- Aumento de la productividad neta entre 1,5 y 2 veces.
- Disminución de las averías o fallas entre 1/10 y un 1/250.
- Eficacia Global de la Planta (EGP): aumento de 1,5 a 2 veces.
- Disminución del porcentaje de defectos de proceso: 90 %.
- Disminución de reclamos del cliente: 95 %.
- Disminución de costos de producción: 30 %.
- Disminución de stocks de producto: 50 %.
- Accidentes: cero.
- Cantidad de sugerencias de mejoras: de 5 a 10 veces más.

En cuanto a los logros Intangibles:

- Logro de la autogestión plena: los operarios asumen la responsabilidad total del equipo productivo.
- Se eliminan averías y defectos y se infunde confianza en sí mismo al operario.

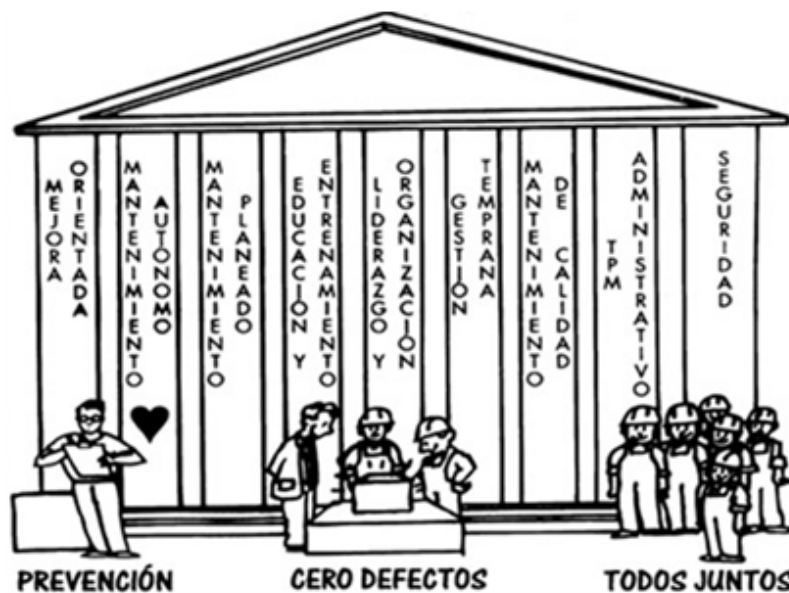
²² PÉREZ, Manuel A. Máquinas y Equipos: Mantenimiento Productivo Total [on line]. Buenos Aires: UTN, 2013 [citado 20 Enero 2014]. Disponible en internet: http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/boletin/numero6/nota3_a.php

- Los lugares de trabajo, antes sucios y desordenados, lucen ahora limpios y brillantes.
- Se muestra una excelente imagen a visitantes y clientes (las ventas crecen).

6.3 PILARES Y PRINCIPIOS DEL TPM

Para tener una mejor perspectiva del significado del *TPM* hay que entender que este se sustenta en ocho pilares. Véase figura 30.

Figura 30. Pilares del TPM.

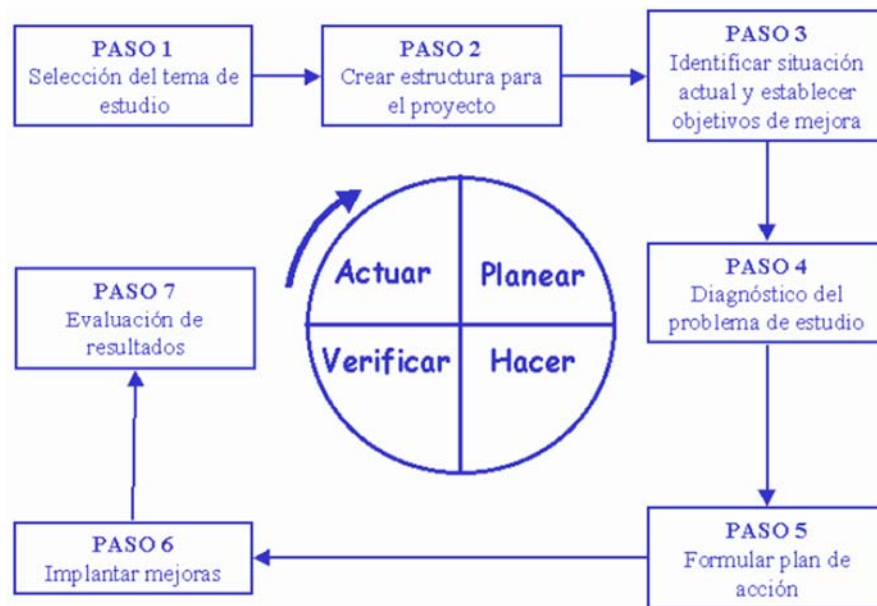


Fuente: PÉREZ, Manuel A. Máquinas y Equipos: Mantenimiento Productivo Total [on line]. Buenos Aires: UTN, 2013 [citado 20 Enero 2014]. Disponible en internet: http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/boletin/numero6/nota3_a.php

6.3.1 Mejora Orientada. Tiene como fin enseñar la realización de proyectos internos con el fin de mejorar la calidad del producto, la calidad de los equipos a través de modificaciones, mejoras en la seguridad del personal y en la calidad del medio ambiente. Estos proyectos están a cargo del personal de producción, mantenimiento y calidad de la planta, con la ayuda de especialistas cuando sea necesario. Sería ideal lograrlo con los centros de calidad. Se intenta valorizar al máximo la aplicación de la experiencia de la gente de operaciones, de mantenimiento y de calidad, para efectuar mejoras. El desarrollo de las actividades de este pilar se realiza a través del ciclo PHVA mostrado en la figura 31.

6.3.2 Mantenimiento Autónomo. Es una de las herramientas más usadas del *TPM*. Se logra la actuación de mantenimiento y operaciones en conjunto para llevar a cabo la gestión total de la producción en la línea. La base fundamental del operador mantenedor es en primer lugar la capacitación de mantenimiento en el conocimiento profundo de los equipos, luego la transmisión de ese conocimiento en forma de bloques para los operadores, que se capacitan también en primer término en la ejecución de los estándares de trabajo para apoyar la gestión de mantenimiento de planta y posteriormente la capacitación, para realizar inspecciones mayores de los equipos y del sistema productivo, logrando la gestión total de la producción.

Figura 31. Ciclo Deming o PHVA.



Fuente: anónimo.

Los objetivos del mantenimiento autónomo son²³:

- Evitar el deterioro del equipo a través de una operación correcta y chequeos diarios.
- Llevar el equipo a su estado ideal a través de su restauración y una gestión apropiada.
- Establecer las condiciones básicas necesarias para tener el equipo bien mantenido permanentemente.
- Utilizar el equipo como medio para enseñar nuevos modos de pensar y trabajar.

²³ SUZUKI, Tokutarô. *TPM para Industrias de Proceso*. Madrid: TGP Hoshin, 1995. p. 87. ISBN: 8487022189.

Concepto: “Los operadores se hacen cargo del mantenimiento de sus equipos, lo mantienen y desarrollan la capacidad para detectar a tiempo fallas potenciales”.

La idea del mantenimiento autónomo es que cada operario sepa diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y de este modo prolongar la vida útil del mismo. No se trata de que cada operario cumpla el rol de un mecánico, sino de que cada operario conozca y cuide su equipo. En el mantenimiento autónomo es indispensable que el operador-mantenedor considere previamente el paso 0, la aplicación de las 5S en el espacio productivo. En la figura 32, se describen los siete pasos para implementar el mantenimiento autónomo.

Figura 32. Los siete pasos para el mantenimiento autónomo.



Fuente: los autores.

El mantenimiento autónomo puede prevenir:

- Contaminación por agentes externos.
- Rupturas de ciertas piezas.
- Desplazamientos.
- Errores en la manipulación.

Con sólo instruir al operario en: limpiar, lubricar y revisar. La guía y apoyo convenientes del departamento de mantenimiento son indispensables para establecer el mantenimiento autónomo, por ello este departamento debe²⁴:

²⁴ Ibid., p. 92.

- Facilitar las instrucciones en técnicas de inspección y ayudar a los operarios a preparar estándares de inspección (puntos a chequear, intervalos de chequeo, etc.)
- Facilitar formación en técnicas de lubricación, estandarizar tipos de lubricantes y ayudar a los operarios a formular estándares de lubricación (puntos de lubricación, tipos de lubricantes, intervalos, etc.)
- Tratar rápidamente el deterioro, las pequeñas deficiencias en las condiciones básicas del equipo.
- Dar asistencia técnica en las actividades de mejora (eliminar las fuentes de contaminación, hacer más fácil el acceso a las áreas difíciles para la limpieza, lubricación e inspección).
- Organizar las actividades de rutina orientadas a la mantenibilidad de los equipos.
- Analizar, planificar y actuar conjuntamente con el departamento de producción en todo lo que concierne al mantenimiento de los equipos.

El mantenimiento autónomo se implanta en siete pasos y con esto se pretende establecer unas condiciones de proceso óptimas aplicando repetidas interacciones del ciclo de dirección para la mejora continua (CAPD) mostrada en la tabla 8. Los pasos del 1 al 3 dan prioridad a eliminar los elementos que causan el deterioro acelerado, prevenir y revertir el deterioro, y establecer y mantener las condiciones básicas en el equipo. En los pasos 4 y 5, los líderes de los equipos enseñan procedimientos de inspección a sus compañeros, y la inspección general se amplía desde las unidades de equipos individuales a procesos enteros. Finalmente, los pasos 6 y 7 están planteados para reforzar, aumentar y mantener el nivel del mantenimiento autónomo y las actividades de mejora.

Tabla 8. Ciclo CAPD en el mantenimiento autónomo.

Paso 1: Realizar la limpieza inicial	<i>Chequear el equipo y descubrir irregularidades</i>	C
Paso 2: Eliminar las fuentes de contaminación y mejorar los puntos inaccesibles	<i>Actuar contra las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles</i>	A
Paso 3: Establecer estándares de limpieza e inspección	<i>Planificar y hacer chequeos basados en estándares</i>	P, D
Paso 4: Realizar inspecciones generales periódicas del equipo	Repetir para cada categoría C → A → P → D	
Paso 5: Inspecciones generales del proceso	Repetir para cada categoría C → A → P → D	
Paso 6: Sistematizar el mantenimiento autónomo	C → A → P → D → C → A → P → D	
Paso 7: Practicar la plena auto-gestión	C → A → P → D → C → A → P → D	

Fuente: SUZUKI, Tokutarô. TPM para Industrias de Proceso. Madrid: TGP Hoshin, 1995. p. 104. ISBN: 8487022189.

6.3.3 Mantenimiento Planeado. Se denomina así a la aplicación planeada conjunta de todos los tipos de mantenimiento existentes a los equipos productivos. La idea del mantenimiento planeado es la de que el operario diagnostique la falla y la indique con etiquetas con formas, números y colores específicos dentro de la máquina de forma que cuando el mecánico venga a reparar la máquina vaya directo a la falla y la elimine. Este sistema de etiquetas con formas, colores y números es bastante eficaz y se conoce con el nombre de gestión visual del *TPM*.

6.3.4 Educación y Entrenamiento. Sin lugar a dudas una de las mayores preocupaciones en los sistemas de gestión japoneses ha sido la capacitación y el entrenamiento de su personal. Una de las bases del mantenimiento de una producción uniforme en la línea Toyota fue una altísima capacitación de su personal, no solo en el conocimiento de los equipos y la operación productiva, sino en el trabajo en equipo, si el cual no podría subsistir (al igual que las operaciones espaciales de la *NASA*). La consideración de la capacitación como una inversión en la planta, es una actitud mental fundamental para el reto moderno de competencia y calidad.

6.3.5 Gestión Temprana. La mejora continua de la calidad de los equipos y de la operación de los mismos, se logra mejor con la Gestión Temprana de los mismos, que significa:

- Gestión temprana de los equipos durante el diseño, permitiendo corregir errores en la raíz, y aplicar experiencias anteriores logrando diseños y operaciones más perfectos.
- Montaje y preparación de los equipos bajo la responsabilidad del mantenimiento de planta (aun cuando el acondicionamiento de los equipos lo realice un contratista).
- Aplicación estricta de la calidad de montaje en el acondicionamiento de los mismos.

Este control nace después de ya implantado el sistema cuando se adquieren máquinas nuevas.

6.3.6 Mantenimiento de Calidad. La alta calidad de la operación está grandemente influenciada por el estado del equipo. Es necesario tomar medidas preventivas para lograr las condiciones de proceso o equipos libres de defectos y eliminar la posibilidad de defectos por adelantado. El método de mantener los procesos, tomando tales medidas preventivas es el mantenimiento de calidad. En las industrias de proceso la calidad depende de esos componentes de la calidad y de haber establecido con claridad las condiciones del proceso, estableciendo claros estándares para su control.

La meta aquí es ofrecer un producto cero defectos como efecto de una máquina cero defectos, y esto último sólo se logra con la continua búsqueda de una mejora y optimización del equipo.

6.3.7 TPM Administrativo. Objetivo: eliminar las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia. *El TPM* es aplicable a todos los departamentos, en finanzas, en compras, en almacén, para ello es importante es que cada uno haga su trabajo a tiempo. En estos departamentos las siglas del *TPM* toman estos significados.

T: Total participación de sus miembros.

P: Productividad (volúmenes de ventas y ordenes por personas).

M: Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos.

6.3.8 Seguridad Higiene y Medio Ambiente. Objetivo: crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación. Aquí lo importante es buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.

6.4 LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS DEL TPM²⁵

El *TPM* surgió como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción "*Just in Time*", la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios. Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

6.4.1 Fallas en los Equipos Principales. Las averías causan dos problemas: pérdidas de tiempo (cuando se reduce la producción) y pérdidas de cantidad (causadas por productos defectuosos). Las averías esporádicas, fallos repentinos, drásticos o inesperados del equipo, son normalmente obvias y fáciles de corregir.

²⁵ Mantenimiento Productivo Total: Las Seis Grandes Pérdidas [en línea]. [s.l.]: [s.n.], [s.f.] [citado: 10 Enero, 2014]. Disponible en: <http://tpm.awardspace.us/Seis-Grandes-Perdidas.html>.

Las averías menores de tipo crónico son a menudo ignoradas o descuidadas después de repetidos intentos fallidos de remediarlas.

6.4.2 Cambios y Ajustes no Programados. Cuando finaliza la producción de un elemento y el equipo se ajusta para atender los requerimientos de un nuevo producto, se producen pérdidas durante la preparación y ajuste, al aparecer tiempos muertos y productos defectuosos como consecuencia del cambio.

6.4.3 Ocio y Paradas Menores. Una parada menor surge cuando la producción se interrumpe por una falla temporal o cuando la máquina está inactiva. Puede suceder que alguna pieza bloquee una parte de un transportador, causando inactividad en el equipo; otras veces, los sensores alertados por productos defectuosos paran los equipos. Estos tipos de paradas temporales difieren claramente de las averías. La producción normal es restituida moviendo las piezas que obstaculizan la marcha y reajustando el equipo.

6.4.4 Reducción de Velocidad. Las pérdidas de velocidad reducida se refieren a la diferencia entre la velocidad de diseño del equipo y la velocidad real operativa. Es típico que en la operación del equipo la pérdida de velocidad sea pasada por alto, aunque constituye un gran obstáculo para su eficacia. La meta debe ser eliminar la diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad real.

6.4.5 Defectos en el Proceso. Los defectos de calidad y la repetición de trabajos son pérdidas de calidad causadas por el mal funcionamiento del equipo de producción. En general, los defectos esporádicos se corrigen fácil y rápidamente al normalizarse las condiciones de trabajo del equipo. La reducción de los defectos y averías crónicas, requieren de un análisis más cuidadoso, siguiendo el proceso establecido por la ruta de la calidad, para remediarlos mediante acciones innovadoras.

6.4.6 Pérdidas de Arranque. Las pérdidas de puesta en marcha son pérdidas de rendimiento que se ocasionan en la fase inicial de producción, desde el arranque hasta la estabilización de la máquina. El volumen de pérdidas varía con el grado de estabilidad de las condiciones del proceso, el nivel de mantenimiento del equipo, la habilidad técnica del operador, etc. Este tipo de pérdidas está latente, y la posibilidad de eliminarlas es a menudo obstaculizada por la falta de sentido crítico, que las acepta como inevitables.

6.5 ESTRATEGIAS ADMINISTRATIVAS DE APOYO

Existen varias metodologías complementarias con enfoques administrativos que han sido creadas con el propósito de obtener un elevado nivel de productividad, calidad y eficiencia, aplicadas también al mantenimiento y con el objetivo de

mejorar el rendimiento de los procesos. En la tabla 9 se muestran algunas de estas metodologías²⁶.

6.5.1 Las Cinco Eses (5S). Es una estrategia que ayuda a guiar a las organizaciones a incrementar los niveles de limpieza, organización y eficiencia en los puestos de trabajo. El método de las 5 «S», así denominado por la primera letra (en japonés) de cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples:

- Organización (*seiri*): separar innecesarios.
- Orden (*seiton*): situar necesarios.
- Limpieza (*seisō*): suprimir suciedad.
- Estandarizar (*seiketsu*): señalar anomalías.
- Disciplina (*shitsuke*): seguir mejorando.

Tabla 9. Estrategias administrativas para la gestión del mantenimiento.

El <i>Kaizen</i>	El <i>Balance Scorecard</i>	La Confiabilidad Operacional
Las Cinco Eses	El Análisis de Pareto	La Gestión Total de Calidad
El <i>Coaching</i>	El <i>Empowerment</i>	Las Técnicas Estadísticas
El <i>Workflow</i>	La Gestión de Activos	La Excelencia Operacional
Le Reingeniería	La Planeación Estratégica	Los Círculos de Participación
El <i>Groupware</i>	La Gestión por Procesos	El <i>Total Performance Scorecard</i>
Justo a tiempo (<i>Just in time</i>)	La Gerencia Participativa	Los Sistemas Integrales de Gestión
El <i>Benchmarking</i>	El Análisis de Resultados	Los Sistemas de Información Gerencial

Fuente: los autores.

Los objetivos de las 5S son los siguientes:

- Crear un lugar de trabajo eficiente.
- Empleo de la limpieza para comprobar las deficiencias de funcionamiento.
- Establecer controles visuales.
- Mejorar la estandarización y las preparaciones.

²⁶ HEINZELMAN, John E. El Manual Completo de la Administración de Mantenimiento. Lineal Publishing Co.: New York, 1987. Citado por: GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1 ed. Bucaramanga: Ediciones de la U, 2012. p. 33-34. ISBN: 9789587620511.

- Acciones de carácter preventivo.
- Capacitación de trabajadores competentes en sus equipos.
- Promover las ventas.

Los beneficios de aplicar las 5S en los procesos, procedimientos, métodos, equipos, lugares de trabajo, proyectos e incluso en la misma vida diaria se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Beneficios de la implementación de las 5S.

BENEFICIOS PARA EL TRABAJADOR	BENEFICIOS PARA LA EMPRESA
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Trabajo más cómodo. ✓ Reducción de mudas existentes. ✓ Mejora de la seguridad y ergonomía. ✓ Reducción del estrés. ✓ Gestión visual. ✓ Mayor conocimiento del proceso. Participación en las mejoras. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumento de la productividad. ✓ Reducción de los tiempos de cambio. ✓ Mejora de la calidad. ✓ Gestión más sencilla. ✓ Formación más rápida. ✓ Liberación de espacio. ✓ Apropiación del puesto de trabajo por parte del trabajador.

Fuente: los autores.

6.5.2 El Empowerment. La creciente competencia, en combinación con la gran demanda y exigencias del consumidor en cuanto a calidad, flexibilidad, rapidez, funcionalidad y bajo coste, ha revolucionado no sólo a las organizaciones, sino también a las personas implicadas en aquéllas. Esto sugiere otro tipo de administración: el *empowerment*.

El *empowerment* es una metodología, una forma de administrar la empresa, donde se integran todos los recursos: capital, manufactura, producción, ventas, mercadotecnia, tecnología, equipo, y a su gente, haciendo uso de una comunicación efectiva y eficiente para lograr los objetivos de la organización. De esta forma se alcanzan los beneficios óptimos de la tecnología de la información.

Esta estrategia empresarial se basa en la idea de que quienes se hallan directamente relacionados con una tarea son los más indicados para tomar una decisión al respecto. Significa crear un ambiente en el cual los empleados de todos los niveles sientan que tienen una influencia real sobre los estándares de calidad, servicio y eficiencia del negocio dentro de sus áreas de responsabilidad. Esto genera que los trabajadores se involucren para alcanzar metas de la organización con compromiso y autocontrol. Por otra parte, los administradores (los jefes, los directivos) deben estar dispuestos a renunciar a parte de su

autoridad decisional y entregarla a trabajadores y equipos. Para integrar a la gente hacia el *empowerment*, hay tres elementos importantes a fortalecer en su negocio:

- Las relaciones. Deben ser efectivas para el logro de los objetivos propuestos en el trabajo; y sólidas, es decir, que permanezcan en el tiempo y no dependan de un estado de ánimo volátil.
- La disciplina. Es preciso fomentar el orden, que la gente pueda trabajar en un sistema estructurado y organizado, el cual le permita desarrollar sus actividades adecuadamente y definir los roles, determinar perfectamente el alcance de las funciones de la gente, sus responsabilidades.
- El compromiso, que debe ser congruente y decidido en todos los niveles, pero promovido por los líderes y agentes de cambio.

Para implantar el sistema de *empowerment* en una empresa es necesario que haya un cambio en la cultura de trabajo, y para esto es necesario que se aprenda a trabajar en equipo. La empresa que desee delegar en sus empleados, se enfrenta con un problema de saber dónde iniciar. El punto de partida se determinará por un cierto número de factores. Se considera que el factor más importante es la visión que se tiene de la compañía. En la tabla 11, se muestran los niveles del *empowerment* y cada uno de los factores que se deben moldear desde el puesto de trabajo de los miembros hasta la organización en general.

Tabla 11. Niveles del empowerment.

Nivel 1: Puesto de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios de estructura y contexto del trabajo de las personas. • Supresión de controles directivos y más autonomía. • Importancia a la mejora. • Mayor libertad, mayor aprendizaje. • Menor frustración y más calidad de vida laboral.
Nivel 2: Lugar de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Tener en cuenta la política de la organización. • Producción de productos o servicios. • Entorno físico, trabajo en equipo, interacción con el grupo. • Cambio fundamental del papel de los directivos.
Nivel 3: Unidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Participación de la dirección y gestión de una unidad concreta de la empresa. • Estructura plana. No jerarquía. Minimizar la burocratización y participación en la toma de decisiones
Nivel 4: Empresa.	<ul style="list-style-type: none"> • Participación en la toma de decisiones por parte de los empleados. • Estructura horizontal en la toma de decisiones. • Implicación por parte de los empleados en el desarrollo de la empresa. • Necesidad de dispersión del poder a los empelados. • Eliminación total de la jerarquía. • Introducción de la autogestión por parte de los empleados. • Una única filosofía dentro de la empresa.

Fuente: anónimo.

7. GESTIÓN DE REPUESTOS PARA LOS ACTIVOS CRÍTICOS

En la gestión de repuestos para los activos de ultra-pasteurización se hizo un análisis del manejo de estos elementos que se tienen actualmente en los equipos, basados en los planes de mantenimiento ya establecidos por la compañía y luego se realizó un análisis de su criticidad utilizando factores ponderados basados en el concepto de riesgo. Se determinó esta metodología ya que brinda la posibilidad de evaluar el impacto en los procesos productivos cuando hay presencia de fallas sin necesidad de recurrir a otras estrategias tales como: el análisis ABC, diagramas de Pareto, cantidad económica de pedido (CEP ó *EOQ*), etc.

7.1 MANEJO DE REPUESTOS ACTUAL

Los planes de mantenimientos de los activos de ultra-pasteurización establecidos por la empresa ESSI SAS están basados en el tiempo, con intervalos de frecuencias de cada 250 horas de trabajo, para esto se hizo un análisis estadístico de la durabilidad de los materiales, indicaciones y recomendaciones de los proveedores de materia prima y resultados de ensayos de laboratorio llevados a cabo por el departamento de innovación y desarrollo simulando condiciones de operación extremas. Además de eso, se ha planteado un listado de stock de repuestos (inventario), para dar respuesta inmediata a las solicitudes de los clientes. La consideración tenida en cuenta para enlistar los repuestos de este inventario, fue un análisis de los elementos con la más alta rotación en los procesos de venta del área de fabricación de la línea *UHT*.

7.2 ESTUDIO DE CRITICIDAD

Teniendo en cuenta el inventario de repuestos de los activos del proceso *UHT* se realizó un estudio de criticidad que se basa en el modelo de factores ponderados bajo el concepto de riesgo. Asumiendo como riesgo la afectación en la etapa productiva que puede provocar la falla de estos elementos. Los factores ponderados analizados en el estudio de criticidad se muestran en la tabla 12.

En la tabla 12 se analizan cada uno de los elementos del inventario de repuestos para luego ser introducidos en las fórmulas de criticidad total y consecuencia:

$$\text{Criticidad Total} = \text{Probabilidad de falla} * \text{Consecuencia}$$

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto Operacional} * \text{Flexibilidad}) + \text{Impacto SAH} + \text{Costo}$$

Tabla 12. Factores de ponderación para el estudio de criticidad.

<p style="text-align: center;">PROBABILIDAD DE FALLA</p> <p>1 Incierta _____ 4 Equipos Electrónicos sin oportunidad de proveer su tiempo de vida útil (Ciclo de vida incierta)</p> <p>2 Promedio _____ 3 Probabilidad de falla más de dos veces en el mes.</p> <p>3 Buena _____ 2 Probabilidad de fallar una vez cada 6 meses</p> <p>4 Excelente _____ 1 Probabilidad de fallar una vez al año o más.</p>	<p style="text-align: center;">PROBABILIDAD DE FALLA</p> <p>1 ALTO _____ 2 El costo del repuesto es superior a 1'000.000 millones de pesos.</p> <p>2 BAJO _____ 1 El costo del repuesto es inferior a 1'000.000 millones de pesos.</p>
<p style="text-align: center;">IMPACTO OPERACIONAL</p> <p>1 Pérdida de todo el despacho _____ 10 Para total de su función principal en un 100%</p> <p>2 Pérdida parcial del despacho _____ 7 Pérdida de su función principal entre el 50% y 75%</p> <p>3 Pérdida parcial del despacho _____ 4 Pérdida de su función principal entre el 25% y 49%</p> <p>4 No genera pérdidas del despacho _____ 1 No genera pérdidas de productividad de ningún tipo.</p>	<p style="text-align: center;">IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE E HIGIENE</p> <p style="text-align: center;">SAH</p> <p>1 ALTO _____ 8 Puede afectar la seguridad humana y puede requerir notificación a agentes internos y externos de la compañía.</p> <p>2 MEDIANO _____ 7 Afecta al medio ambiente.</p> <p>3 LEVE _____ 5 Afecta las instalaciones, equipos u otros sistemas internos o externos al propio.</p> <p>4 BAJA _____ 3 Provoca daños económicos menores (Ambiente, seguridad y a equipos).</p> <p>5 NULA _____ 1 No provoca ningún tipo de daño a personas, medio ambiente, instalaciones u equipos.</p>
<p style="text-align: center;">FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</p> <p>1 Tiempo de solución de falla _____ 4 Cuando el tiempo de consecución de repuesto, cambio y solución de la falla es superior a 3 días.</p> <p>2 Opción de Cambio _____ 2 Cuando el tiempo de consecución de repuesto, cambio y solución de la falla es entre 8 horas y 2 días.</p> <p>3 Cambio Inmediato _____ 1 Cuando el tiempo de consecución de repuesto, cambio y solución de la falla es entre 1 y 8 horas.</p>	

Fuente: anónimo.

Para obtener el nivel de criticidad de cada elemento del inventario se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: probabilidad de falla y consecuencias, se ubican en la matriz de criticidad - valor de probabilidad de falla en el eje Y, valor de consecuencias en el eje X. La matriz de criticidad que se muestra en la figura 33, permite jerarquizar los sistemas en tres áreas.

Figura 33. Matriz de criticidad.

PROBABILIDAD DE FALLA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: anónimo.

Área de repuestos no críticos (NC): son los elementos que en el caso de presentar falla no causan afectaciones considerables en la etapa productiva.

Área de repuestos medianamente críticos (MC): son aquellos elementos que en el momento de presentar falla causan afectaciones menores en la etapa productiva del equipo o de un sistema del mismo, permitiendo a los equipos realizar su función dentro del proceso y espacios de tiempo para las respectivas reparaciones.

Área de repuestos críticos (C): son aquellos elementos que en el caso de presentar falla causan la parada total de los activos de proceso, por lo tanto la intervención es de carácter urgente para corregir la falla.

De esta manera se realiza el análisis de criticidad para los repuestos de los equipos críticos (máquina empacadora y ultra-pasteurizador) de la línea *UHT*, véase anexos M y N. Luego del análisis de confiabilidad se obtiene los resultados presentados en las tablas 13 y 14. Por tanto, se obtiene un criterio de ingeniería para establecer la prioridad de los repuestos y mantenerlos en almacén. En cuanto a la cantidad de cada repuesto, deberá hacerse un estudio más detallado; sin embargo ESSI SAS cuenta con un listado de repuesto mínimo recomendado de acuerdo a la experiencia y la trayectoria en el ámbito lácteo.

Tabla 13. Clasificación de repuestos para la máquina empacadora ESSI A3.

ITEM	SISTEMA	REPUESTO	CRITICIDAD
1	Válvulas Moduladora, Producto y Cip (último diseño)	Empaque Cuerpo Válvula	MC
2		Cartucho de Sellado	MC
3		O-ring Externo Cartucho	MC
4		O-ring Interno Cartucho	MC
5		O-ring Sellado Modulante	MC
6		Sello Barrera	MC
7		Diafragma	C
8	Válvulas Moduladora, Producto y Cip (antiguo diseño)	O-ring Interno Barrera Vapor	MC
9		O-ring Pequeño Externo Barrera Vapor	MC
10		O-ring Grande Externo Barrera vapor	MC
11		O-ring Sellado Modulante	MC
12		Junta triclover 1 1/2"	NC
13	Obturador	MC	
14	Sistema Dosificación	O-ring Interno Tee Inyección	MC
15		O-ring Sello Boquilla	NC
16		O-ring Tapon Varilla	NC
17		Membrana Aséptica	C
18		Cartucho de Tee Inyección	MC
19		O-ring Interno cartucho Tee	MC
20		O-ring Externo cartucho Tee	MC
21		Juego de Ganchos Formadores 1,5	MC
22		Juego de Ganchos Formadores 2,0	MC
23		O-ring Trampa Esterilización	NC
24		O-ring Plato Fijación	NC
25		Manga Esterilización	NC
26		Micromotor	C
27	Cabina	Prefiltro Guata	C
28		Filtro papel	C
29		Filtro Papel Grande	C
30		Filtro HEPA	C
31		Socket	MC
32		O-ring Soportes	NC
33	Tubo Germicida	C	
34	Tanque de Balance	Junta triclover 2"	NC
35		Junta triclover 3"	NC
36		Empaque Tapa Tanque	NC
37	Sensor de Presión	C	
38	Circuito de Peróxido	Juego Diafragma Bomba Peroxido	C
39		Juego Empaques Boquilla	MC
40	Sellado Horizontal	Guarnición Mordaza Estandar	MC
41		Guarnición Mordaza Reciprocante	MC
42		Resistencia	C
43		Deslizador	NC
44		Arandela Aislante	NC
45		Tela teflón	NC

46		Base Pin Tensor Resistencia	NC
47		Pin Tensor Resistencia	NC
48		Cinta Teflón	NC
49	Sellado Vertical	Guarnición Larga	MC
50		Guarnición Corta	MC
51		Resistencia	C
52		Terminal macho	NC
53		Terminal hembra	NC
54		Pasador resistencia	NC
55		Resorte portaresistencia	NC
56		Accesorios resorte	NC
57	Empalmador	Deslizador	NC
58		Resistencia	C
59		Guarnicion	MC
60	Conformador Nuevo	Teflón adhesivo Cuello	MC
61	Freno	Guarnición	MC
62		Membrana	MC
63	Desaireador Superior	Chaveta Inox	NC
64		Rueda guía	NC
65		O-ring Rueda Guia	NC
66	Extraccion de H2O2	Empaque Turbina	NC
67		Variador de Frecuencia	C
68	Canastas Secas	Buje Rodillo Jaula	MC
69	Canastas Húmedas	Raspador Móvil	MC
70		Raspador Fijo	MEC
71	Balancin	Sensor de Proximidad	C
72		Rodamiento Rodillo	NC
73	Predesarrollo y Desarrollo	Resorte	NC
74		Buje Cerrado	MC
75		Buje Abierto	MC
76		Buje Cuadrado	NC
77		Rodillo Conductor	C
78		Rodillo Conducido	C
79		Rueda	C
80		Piñón	MC
81		Sensor Taca	C
82	Portarrollo	Correa de Freno	NC
83		Sensor Fin de Rollo	NC
84	Tornillería	Prisionero Mordaza Fija Horizontal	NC
85		Prisionero Ruedas	NC
86		Prisionero Piñones	NC
87		Tornillo Tensores Resistencia	MC

Fuente: los autores.

Tabla 14. Clasificación de repuestos para el equipo esterilizador ESSI UHT-10.

ITEM	REPUESTO	CRITICIDAD
1	Kit de empaque membrana de válvula reguladora de presión	C
2	Sello mecánico para bomba de agua caliente	MC
3	Sello mecánico de la bomba centrífuga	MC
4	Sensor de nivel magnético (tanque de balance)	C
5	Kit cheque sanitario de circuito de soda y ácido	NC
6	Empaques de las placas del esterilizador	C
7	Placas sin perforar	C
8	Placas con un Agujero	C
9	Placas con dos Agujeros	C
10	Placas con tres Agujeros	C
11	Placas con cuatro Agujeros	C
12	PT100 Para la esterilización con dos salidas de PT100.	C
13	Empaque de universal de 1 ½"	NC
14	Empaques de universal de 2"	NC
15	Empaque triclám de 1 ½"	NC
16	Empaque triclám de 2"	NC
17	Kit juego de empaques del filtro de leche	NC
18	Membrana de alivio de tanque de agua caliente	NC
19	Mezclador de agua caliente	C
20	Kit de empaques bomba de químicos de soda y ácido	C
21	Kit de empaque de la válvula reguladora de vapor	C
22	Kit de empaques de la válvula de corte de vapor	C
23	Kit de empaques de la válvula moduladora de vapor	C
24	kit de mantenimiento del filtro de vapor	MC

Fuente: los autores.

7.3 ALMACENAMIENTO DE REPUESTOS MÍNIMO

Una vez realizado el análisis de criticidad para los repuestos de cada equipo y de acuerdo a los criterios de mantenimiento ya mencionados; se procede a conformar el listado de almacenamiento mínimo que se debería tener en planta para asegurar los indicadores de disponibilidad y calidad mayores al 90%. En las tablas 15 y 16, se observa la cantidad mínima y máxima de repuesto por equipo que debe tenerse en almacenamiento sin causar sobrecostos a la producción, garantizando la rotación de los mismos.

Tabla 15. Cantidad mínima de repuestos para la máquina empacadora ESSI A3.

STOCK DE REPUESTOS MÁQUINA ENVASADORA			
SISTEMA	REPUESTO	MÍNIMO	MÁXIMO
Válvulas Moduladora, Producto y Cip (Ultimo Diseño)	Empaque Cuerpo Válvula	24	48
	Cartucho de Sellado	24	24
	O-ring Externo Cartucho	24	48
	O-ring Interno Cartucho	24	48
	O-ring Sellado Modulante	5	10
	Sello Barrera	12	45
	Diafragma	2	4
Válvulas Moduladora, Producto y Cip (Antiguo Diseño)	O-ring Interno Barrera Vapor	24	48
	O-ring Pequeño Externo Barrera Vapor	12	24
	O-ring Grande Externo Barrera vapor	12	24
	O-ring Sellado Modulante	6	12
	Junta triclover	250	350
	Obturador	12	24
Sistema Dosificación	O-ring Interno Tee Inyección	24	48
	O-ring Sello Boquilla	12	24
	O-ring Tapon Varilla	6	12
	O-ring Sello Boquilla	6	12
	Membrana Aséptica	3	6
	Cartucho de Tee Inyección	24	36
	O-ring Interno cartucho Tee	24	36
	O-ring Externo cartucho Tee	24	36
	Juego de Ganchos Formadores 1,5	12	24
	Juego de Ganchos Formadores 2,0	24	36
	O-ring Trampa Esterilización	12	24
	O-ring Plato Fijación	3	9
	Manga Esterilización	6	15
Cabina	Prefiltro Guata	6	10
	Filtro papel	6	10
	Filtro Papel Grande	2	3
	Filtro HEPA	1	3
	Socket	4	8
	O-ring Soportes	8	16
	Tubo Germicida	2	4
Tanque de Balance	Junta triclover	10	20
	Junta triclover	10	20
	O-ring Tapa Tanque A3	3	6
	O-ring Tapa Tanque A2	3	6
	Empaque Tapa Tanque A3	2	3
	Empaque Tapa Tanque A2	2	3
Circuito de Peróxido	Juego Diafragma Bomba Peróxido	1	1
	Juego Empaques Boquilla	10	20
Sellado	Guarnición Mordaza Estándar	20	50

Horizontal	Guarnición Mordaza Reciprocante	6	9
	Resistencia	36	50
	Deslizador	24	36
	Arandela Aislante	12	36
	Tela teflón	6	12
	Base Pin Tensor Resistencia	12	36
	Pin Tensor Resistencia	12	36
	Cinta Teflón	2	3
	Sellado Vertical	Guarnición Larga	20
Guarnición Corta		6	12
Resistencia		20	50
Terminal macho		12	24
Terminal hembra		12	24
Pasador resistencia		12	24
Resorte portaresistencia		12	24
Accesorios resorte		12 juegos	24 juegos
Empalmador		Deslizador	24
	Resistencia	12	24
	Guarnición	12	24
Conformador Nuevo	Teflón adhesivo Cuello	3	6
Freno	Guarnición	20	50
	Membrana	6	12
Desaireador Superior	Chaveta Inox	10	20
	Rueda guía	10	20
	O-ring Rueda Guía	10	20
Extracción de H2O2	Empaque Turbina	2	6
Canastas Secas	Buje Rodillo Jaula	30	60
Canastas Húmedas	Raspador Móvil	3	3
	Raspador Fijo	3	3
Predesarrollo y Desarrollo	Resorte	12	24
	Buje Cerrado	12	36
	Buje Abierto	12	36
	Buje Cuadrado	12	36
	Rodillo Conductor	3	3
	Rodillo Conducido	3	3
	Rueda	12	12
	Piñón	6	12
Tornillería	Prisionero Mordaza Fija Horizontal	30	50
	Prisionero Mordaza Fija Horizontal	10	20
	Prisionero Ruedas	30	50
	Prisionero Piñones	30	50
	Tornillo Tensores Resistencia	60	80

Fuente: los autores.

Tabla 16. Cantidad mínima de repuestos para el esterilizador ESSI UHT-10.

ITEM	REPUESTO	CANT
1	Kit de empaque membrana de válvula reguladora de presión	1
2	Sello mecánico para bomba de agua caliente	1
3	Sello mecánico de la bomba centrífuga	1
4	Sensor de nivel magnético (tanque de balance)	1
5	Kit cheque sanitario de circuito de soda y ácido	1
6	Empaques de las placas del esterilizador	10
7	Placas sin perforar	4
8	Placas con un Agujero	10
9	Placas con dos Agujeros	10
10	Placas con tres Agujeros	10
11	Placas con cuatro Agujeros	10
12	PT100 Para la esterilización con dos salidas de PT100.	1
13	Empaque de universal de 1 ½"	100
14	Empaques de universal de 2"	60
15	Empaque triclám de 1 ½"	100
16	Empaque triclám de 2"	60
17	Kit juego de empaques del filtro de leche	3
18	Membrana de alivio de tanque de agua caliente	1
19	Mezclador de agua caliente	1
20	Kit de empaques bomba de químicos de soda y ácido	1
21	Kit de empaque de la válvula reguladora de vapor	1
22	Kit de empaques de la válvula de corte de vapor	1
23	Kit de empaques de la válvula moduladora de vapor	1
24	kit de mantenimiento del filtro de vapor	1

Fuente: los autores.

8. MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

En el...capítulo 2...se realizó el diagnóstico del programa de mantenimiento industrial implementado por la unidad estratégica de negocios, outsourcing de la empresa ESSI SAS. La mayor parte de la gestión del mantenimiento está orientada al apoyo especializado en la línea productiva *UHT*. En esta línea se encuentra instalados los dos activos críticos fabricados por la misma empresa, que son fundamentales en el desarrollo del modelo gerencial:

- La máquina empacadora aséptica ESSI A3 (véase anexo O).
- El esterilizador a placas ESSI UHT-10 (véase anexo P).

8.1 AUDITORÍA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO VIGENTE

El procedimiento de auditoría interna se realizó utilizando como guía la norma NTC-ISO 19001, requisitos del INVIMA y el Manual de calidad establecido por la empresa Lechesan S.A. Se desglosa de la siguiente manera:

- Recopilación y verificación de la información *in situ*.
- Identificación de los estándares de calidad en el proceso *UHT*.
- Pérdidas detectadas en el proceso productivo crítico (la línea *UHT*).
- Resultado consolidado de los indicadores de gestión del mantenimiento.
- Análisis causa raíz de las pérdidas y los resultados evidenciados.

En la...sección 2.4...se mencionaron los objetivos que persigue el modelo actual de mantenimiento industrial implementado en la planta de Lechesan S.A. Cabe aclarar, que dicho modelo de gestión es flexible y experto, por tanto, puede aplicarse a cualquier empresa del sector lácteo y específicamente aquéllas empresas que produzcan alimentos ultrapasteurizados.

8.1.1 Estándares de calidad en el proceso *UHT*. La tabla 15 muestra los estándares de calidad exigidos por el cliente (productor, consumidor y organismos de control) en el procesamiento de alimentos (bebidas ultrapasteurizadas). Estos estándares de calidad están fuertemente relacionados con la calidad del producto final, la operación, los activos, los procedimientos y los insumos.

La calidad final del producto puede ser afectada por una condición sub-estándar presentada, ya sea en el equipo, en la operación productiva, en los insumos utilizados o en los procedimientos para producirlo. Sin importar que tan significativa sea la condición, el impacto será de alto riesgo en la calidad final y sobre todo cuando se procesa un alimento tan delicado como la leche.

Tabla 17. Aspectos y estándares de calidad en la línea *UHT*.

ASPECTO	ESTÁNDAR DE CALIDAD
Producto final	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Excelentes características organolépticas. ✓ Peso dentro de los márgenes establecidos. ✓ Tamaño dentro de los márgenes establecidos. ✓ Presentación final de la unidad empacada. ✓ Características fisicoquímicas dentro de los parámetros establecidos por el INVIMA.
Operación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Buenas prácticas de manufactura. ✓ Cumplimiento de las normas de seguridad industrial. ✓ Efectividad en la operación de los equipos. ✓ Reducción del impacto ambiental.
Procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Buenas prácticas de manufactura. ✓ Control y supervisión de procesos. Registros de variables. ✓ Productividad efectiva.
Activos (equipos productivos)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad. ✓ Alto desempeño. ✓ Efectividad en el proceso. ✓ Costo del mantenimiento. ✓ Aumento del ciclo de vida del activo.
Insumos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Excelentes características organolépticas. ✓ Características fisicoquímicas dentro de los parámetros establecidos por el INVIMA.

Fuente: los autores.

En la producción de leche *UHT* se debe garantizar la inocuidad, lo cual involucra que el alimento no causará daño para el consumo humano. El primer aspecto tratado en la tabla 15 es el resultado de este cumplimiento y de los demás estándares mencionados. Una definición del alcance de cada estándar de calidad para el producto final, crea un panorama más claro del control la calidad en el proceso:

- Excelentes características organolépticas. Se consiguen, manteniendo la leche (entera, deslactosada, descremada o semi-descremada) con un sabor agradable (ni muy ácida, ni muy aguada), olor agradable, color blanco y contextura libre de glóbulos grasos o de cualquier partícula extraña.
- Peso estándar. Se refiere a que cantidad de leche empaca en una unidad que puede variar por encima o por debajo del valor estándar previamente fijado. Un exceso en el volumen del producto por unidad empacada, representa pérdidas para el proceso y una disminución, representa malestar

en el cliente final. En el anexo Q, se observa los valores de peso para cada presentación.

- Tamaño estandarizado. Indica que la unidad empacada, sea cual sea la presentación no debe contener exceso de aire que dificulte el empacado en corrugado, *six-pack* o almacenado debido al aumento de su tamaño. En el anexo R se puede observar este fenómeno.

- Presentación final de la unidad empacada. Se refiere a dos aspectos:
 - a) al estado de los sellados de la unidad empacada, la cual presenta un sellado vertical y uno horizontal. La aceptación de una unidad empacada debe presentar un sellado bien alineado con la imagen de la bolsa, sin verse el color (negro) interior del polietileno, sin presentar exceso de temperatura o desgarre en el corte (para el caso del sellado horizontal) y libre de pliegues. Véase anexo S.

 - b) y la correcta impresión del fechado en la unidad empacada, que consiste en ubicar la impresión del lote, la fecha de vencimiento y el cabezal sobre el polietileno. Se debe ubicar correctamente el fechado para que no se imprima dentro de la zona de la imagen. Véase anexo T.

- Características fisicoquímicas. Corresponde a las características nutricionales que componen la leche de vaca: agua, grasa, proteínas, carbohidratos, vitaminas, lactosa, etc.; y que deben estar de las cantidades recomendadas por el INVIMA. Véase anexo U.

Se ha evidenciado que la eficiente y correcta operación de los equipos durante la producción también son determinantes para la consecución de la calidad en el producto final. La forma de cómo se opera y se mantiene el equipo por parte del operario depende de la experticia de cada individuo, de su capacidad de adaptación y de las habilidades frente a tareas especializadas y a la resolución de los problemas cotidianos.

De igual manera, los procedimientos para la producción de leche *UHT* en la planta están documentados y estandarizados. Para la operación de los activos críticos y el control de parámetros de producción se tienen registros que se llenan diariamente por el operador de los equipos y por el personal de control de calidad. En el anexo V se muestran los registros utilizados.

Con respecto al estado actual de los activos críticos, son equipos que tienen alrededor de 20 meses de uso. Están diseñados para garantizar la inocuidad y asepsia del producto durante el proceso *UHT*, siguiendo cada una de las

indicaciones de instalación, montaje, operación y mantenimiento de los mismos. Cada equipo cuenta con un sistema semi-automático de lavado *clean in place* (*CIP*), véase figura 34, el cual aplica para todas las áreas y elementos que están en contacto directo con el producto, tales como: la cara interna de los tubos, dosificadores, empaquetaduras, tanque de producto, válvulas entre otros. El proceso de limpieza podrá consultarse con más detalle en el anexo W.

Figura 34. Juego de válvulas para el *CIP* de la ESSI A3.



Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

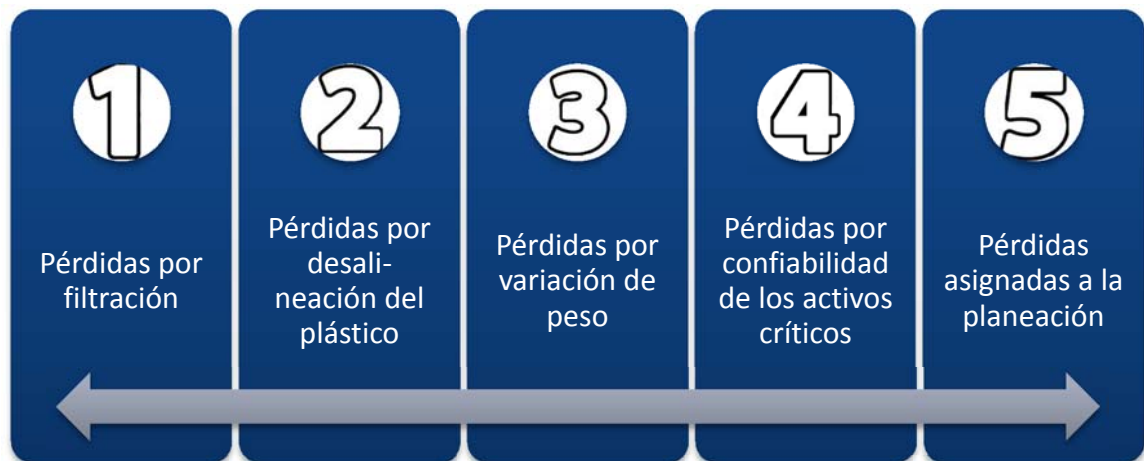
La limpieza de los equipos se realiza con frecuencia diaria y se desarrolla de dos maneras: interna y externamente. La limpieza externa o *COP* (*clean out place*) se realiza luego de la producción y a la par con el *CIP*. El operador del equipo sigue una rutina de limpieza para la preparación de las soluciones de lavado, la verificación de las concentraciones y de la ejecución misma del proceso.

La limpieza *COP* se aplica a las partes que requieren de un lavado manual para retirar los residuos de producto que se pueden depositar en ellos. Durante el *COP* se utiliza un detergente bactericida y un cepillo suave (véase anexo X). Además del proceso de desinfección, el ciclo completo comprende la esterilización de los equipos con vapor a 140°C, circulado por las tuberías y elementos por donde circula el producto. Es importante comprender que es imposible esterilizar sin una correcta limpieza previa.

8.1.2 Pérdidas en el proceso UHT. El mantenimiento autónomo es un pilar fundamental del *TPM* y por ello, en el proceso productivo *UHT*, también se detectan las seis grandes pérdidas vistas en la...sección 6.4... Sin embargo, se pretende continuar con la auditoría evaluando las pérdidas identificadas en el proceso *UHT* relacionadas directamente con los activos críticos de la línea.

Las pérdidas identificadas en el proceso *UHT* se nombran en la figura 35 y son las variables a controlar durante la producción diaria. Cada una de ellas influye en la eficiencia global de producción (*EGP*) y la rentabilidad del proceso productivo. La numeración que se indica en la figura 35, indica la escala de criticidad; es decir, la número uno, sería de alta criticidad y la cinco de más baja. Aunque todas ellas pueden ser altamente críticas de no mantenerse un adecuado control.

Figura 35. Pérdidas en el proceso UHT.



Fuente: los autores.

Se aclara que las tres primeras pérdidas están relacionadas con la eficiencia en el uso del plástico, polietileno o *sachet*. La pérdida de polietileno es un indicador que se mide en la planta, su valor límite promedio es del 2%. Aunque varía para cada presentación, ya que depende de las cantidades producidas al mes. A mayor cantidad de unidades producidas de una misma presentación, el margen de pérdida de polietileno es más estrecho, pero la cantidad en el muestreo es mayor y compensa el resultado.

Estas pérdidas generan desperdicio de plástico, horas-hombre y horas-máquina al mes no productivas, reproceso de la leche y desperdicio de insumos. A continuación se describen cada una de las pérdidas identificadas:

- **Filtración.** Es una pérdida altamente crítica porque su control depende de muchos factores aleatorios y se presentan durante: el proceso de

envasado, el empaçado, el transporte interno, el almacenaje y/o el transporte externo. Es la pérdida que provoca mayor impacto a la imagen de la empresa, ya que se presenta aun cuando el producto ha salido al mercado. Su control es exigente, requiere de destreza, demanda personal con criterio especializado y se realiza continuamente en todo el proceso productivo. En el anexo Y, se observan algunos ejemplos de esta pérdida.

- **Desalineación.** Se presenta durante el envasado del producto dentro de la máquina ESSI A3 y corresponde a la desalineación que se observa durante el arrastre del plástico. La unidad empacada puede presentar no conformidad por filtración, pestaña vertical corta o aparición de la franja negra a lo largo o ancho de la unidad. Véase figura 36.
- **Variación de peso.** Es una pérdida que impacta a dos partes: al cliente y a la misma empresa productora. Las unidades empacadas deben mantenerse dentro de un rango aceptable de volumen de acuerdo a cada presentación. El exceso de volumen, es considerado una pérdida por litro empacado, se deja de producir otras unidades. Disminución en el volumen, afecta la imagen del cliente externo frente al producto.
- **Confiabilidad de los activos.** Se mide a diario con la planilla que registra las paradas de los activos por ajustes, acciones correctivas de mantenimiento, alarmas, cambios en la programación productiva, eventos fortuitos, alistamiento, etc. Una parada en los equipos críticos de la línea puede afectar la eficiencia global del proceso.
- **Planeación de producción.** Es otro factor identificado como pérdida porque a falta de planeación las consecuencias son: el retraso del proceso por alistamiento, aumento del desperdicio de plástico por cambio continuo de las presentaciones de la unidades durante un día de producción, paradas del proceso por falta de personal de relevo durante los tiempos de descanso y meriendas. Esta pérdida genera las demás pérdidas.

La tabla 16 muestra los valores permitidos para cada pérdida en el proceso y la manera de calcularlos. El control de estas pérdidas se realiza a diario por parte del operador, el coordinador de producción, el coordinador de calidad, el supervisor de mantenimiento y el coordinador del outsourcing en mantenimiento industrial.

El porcentaje de filtración se calcula para cada presentación y su resultado se tabula mensualmente, al igual que para la desalineación y la variación de peso. Cada unidad identificada con alguna de estas pérdidas, es apartada del lote de las unidades efectivas al final de la producción. La sumatoria es calculada y almacenada en los registros como porcentaje de destrucción (véase anexo Z), el cual no debe superar el 2% de la producción total. En la siguiente sección se verá como indicador de desperdicio por unidad empacada.

Figura 36. Desalineación en la unidad empacada.



Fuente: los autores.

Tabla 18. Pérdidas en el proceso *UHT*.

PÉRDIDA	VALOR LÍMITE META	VALOR ACTUAL	FÓRMULA
Filtración	En sala <i>UHT</i> : 0,3% En empaque y cava: 0,3% En el mercado: 0,2% Total: 0,8%	2%	$\frac{\text{Unidades con filtración}}{\text{Unidades de efectivas}}$
Desalineación	< 2%	5%	$\frac{\text{Unidades con desalineación}}{\text{Unidades de efectivas}}$
Variación de peso	± 3 gramos	± 10 g	(Unidad con mayor peso – Unidad de menor peso) de 20 unidades escogidas cada 30 minutos
Disponibilidad de equipos	> 90%	80%	$\frac{\text{TPP} + \text{TPPR}}{\text{TOP}} \times 100\%$ TOP: Tiempo de operación programado TPP: Tiempo de paradas planeadas TPPR: Tiempo para reparar
Paradas por planeación	< 3%	10%	$\frac{\text{TPP}}{\text{TOP}} \times 100\%$

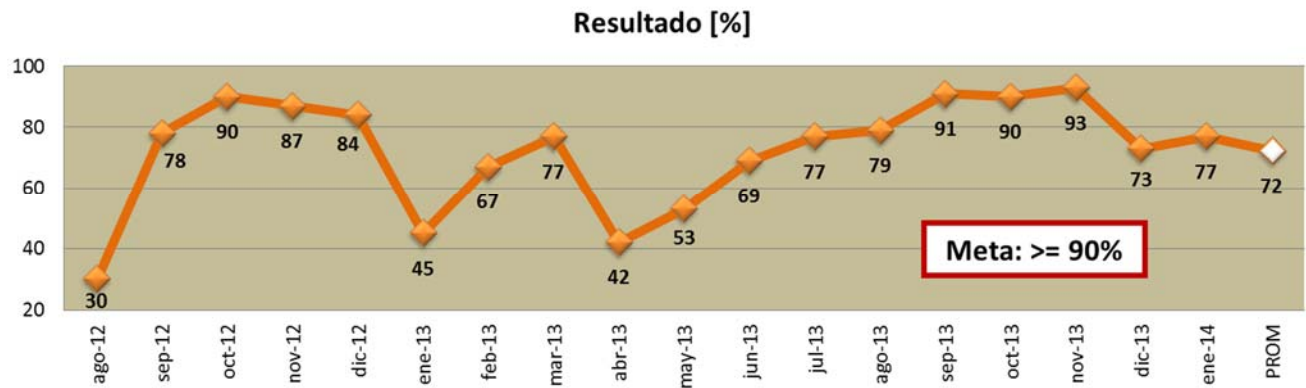
Fuente: los autores.

8.1.3 Panorama actual de los indicadores de gestión del mantenimiento. En la sección anterior se expuso los indicadores de gestión medidos internamente por Lechesan S.A. En esta sección se mostrarán los resultados de los indicadores de gestión del *outsourcing* en mantenimiento industrial que soportan los indicadores internos y los cuales están enfocados mayormente en la línea productiva UHT.

En la tabla 4 y en el anexo H, se presentaron los indicadores medidos por el *outsourcing* y la manera cómo se obtienen. A continuación se hará un breve análisis de cada indicador y algunos planes de acción implementados luego de los resultados obtenidos mes a mes:

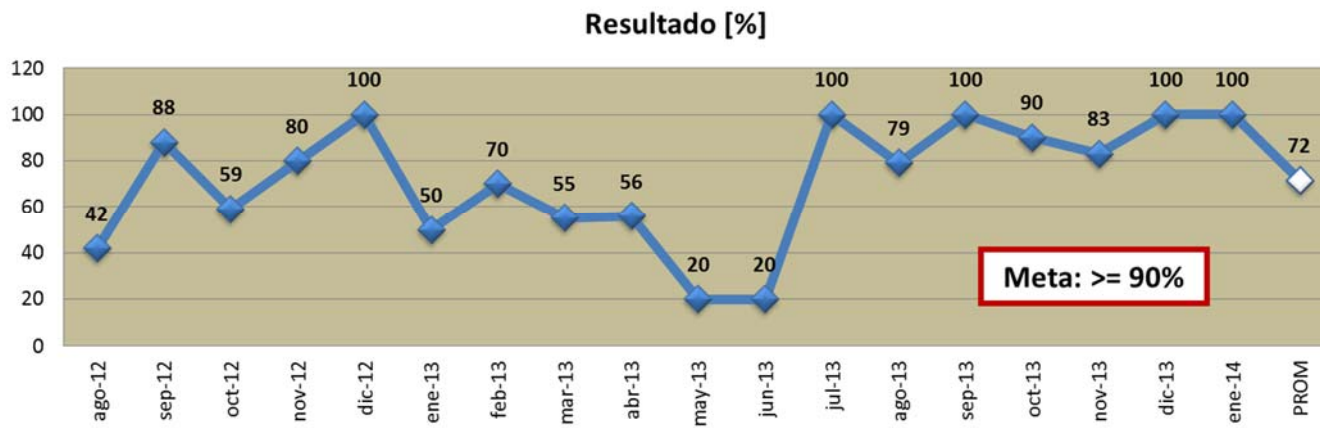
- **Cumplimiento del mantenimiento preventivo.** El resultado de este indicador se puede observar en la figura 37. La caída del indicador luego de Noviembre de 2012 se debió a la salida de una persona del nivel de ejecución de mantenimiento. Se observa una tendencia de aumento en el indicador luego de contratar a dos personas para la ejecución de las tareas de mantenimiento (etapa de aprendizaje y adaptación desde Abril 2013), pero en el mes de Diciembre 2013 se presenta la renuncia de uno de los mecánicos de mantenimiento. Se ha dado prioridad al cumplimiento de las actividades evaluadas como altamente críticas para lograr resultados más favorables.
- **Porcentaje de actividades de mantenimiento solicitado en el mes.** El resultado de este indicador se puede observar en la figura 38. El promedio no cumple con la meta propuesta. Se evidencia la falta de recurso humano que impactó en el resultado, ya que tiene relación con este indicador. Menos recurso humano, menor posibilidad de realizar eficientemente las actividades de mantenimiento solicitadas.
- **Porcentaje de actividades de mantenimiento correctivo emergente ejecutadas en el mes.** El resultado de este indicador se puede observar en la figura 39. El resultado de este indicador es la evidencia de la eficacia del mantenimiento realizado en la actualidad a lo largo del establecimiento del *outsourcing*. Al comienzo, los resultados no cumplen la meta porque el modelo iniciaba su etapa de consolidación y las estrategias de gestión del mantenimiento del *outsourcing* comenzaban a impactar en la operación, los procedimientos, el personal, etc. Luego se evidencia mejores resultados con el empleo de la matriz de criticidad de confiabilidad de los equipos instalados en la planta y la priorización de las actividades de mantenimiento preventivo.
- **Eficiencia global de producción (EGP).** El resultado de este indicador se puede observar en la figura 40. La EGP no cumple la meta porque se ve afectada por las paradas de los cabezales de la máquina ESSI A3 durante la producción, con el objetivo de realizar ajustes de tipo operativo y otros de

Figura 37. Indicador de cumplimiento del mantenimiento preventivo.



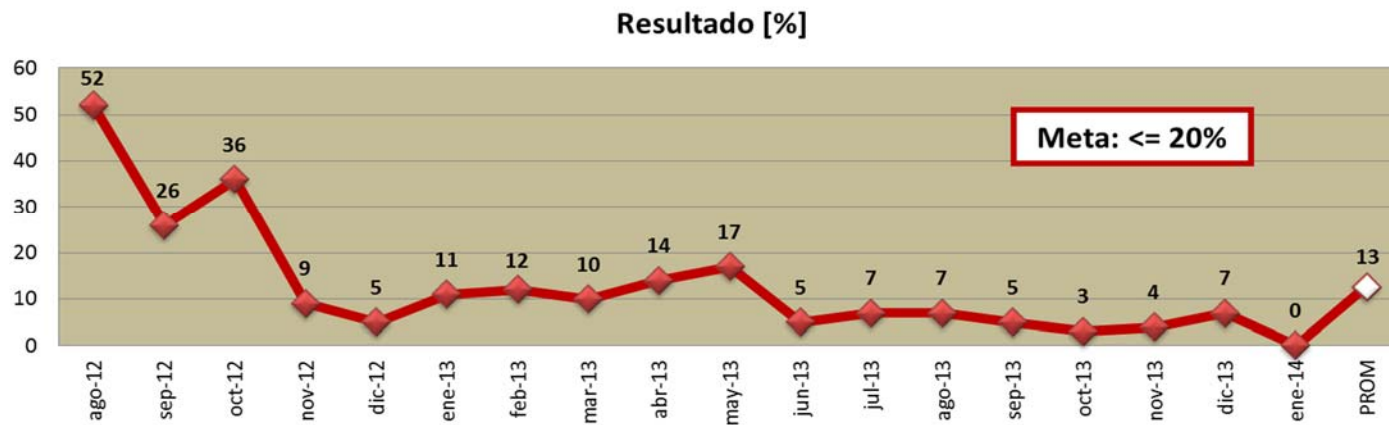
Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

Figura 38. Indicador de porcentaje de actividades de mantenimiento solicitado al mes.



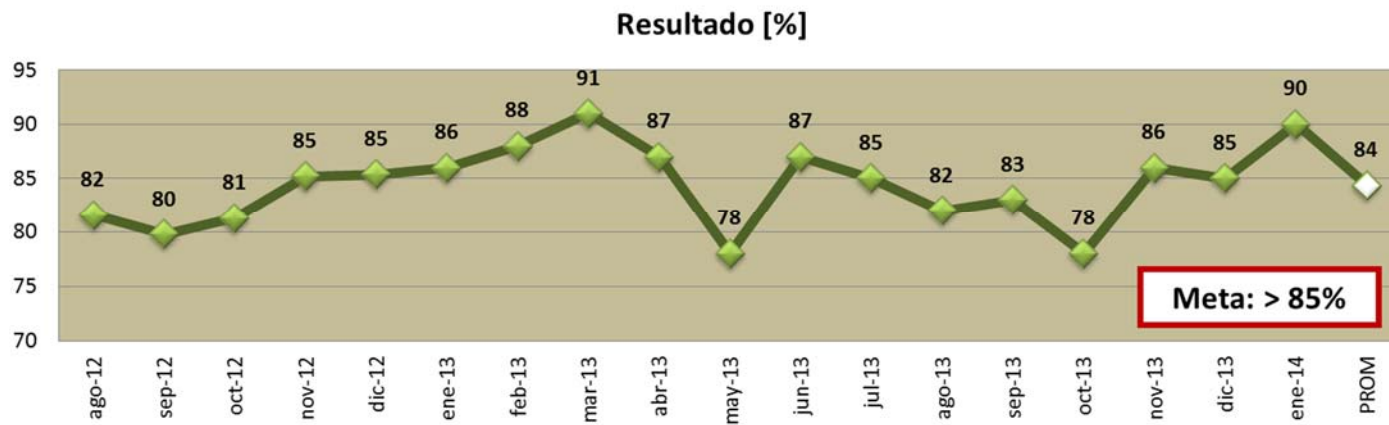
Fuente: Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

Figura 39. Indicador de porcentaje de mantenimiento correctivo emergente ejecutado en el mes.



Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

Figura 40. Indicador de eficiencia global de producción (EGP).



Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

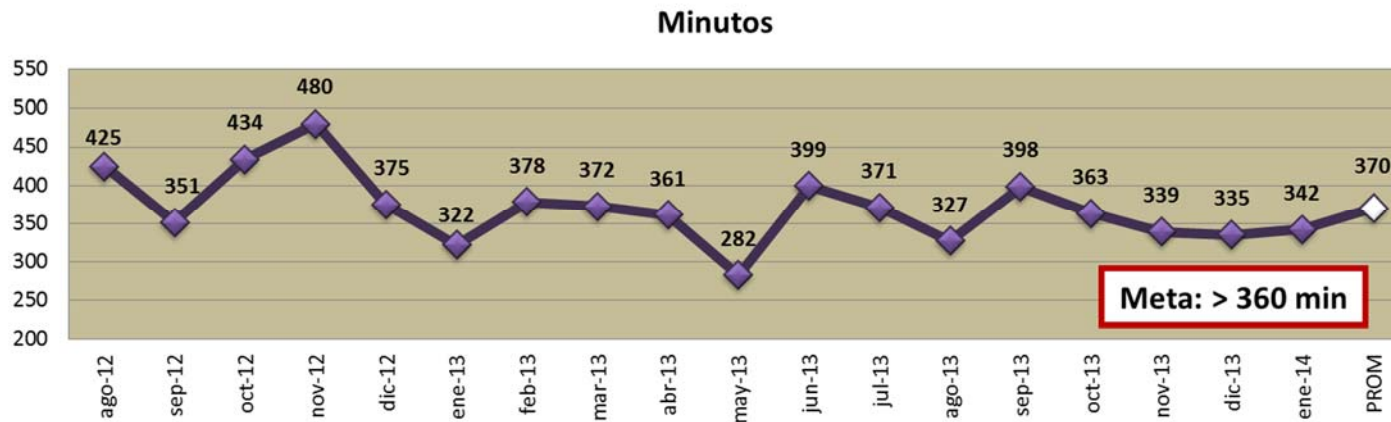
tipo mecánico. Además de las constantes paradas para realizar barridos con soda aprobados por el jefe de producción o realizados por el aumento de presión en las placas del equipo esterilizador ESSI *UHT-10*. Se han implementado nuevas estrategias tales como: relevo para el personal de producción, mayor control de calidad en la línea, pro-actividad de los operadores de los equipos ESSI, re-inducciones, premiaciones por cumplimiento de indicadores por filtración, etc.

- **Tiempo medio entre fallas (TMEF).** El resultado de este indicador se puede observar en la figura 41. Este indicador cumple con la meta establecida, sin embargo hay una tendencia de disminución en los resultados debido a los bajos volúmenes de leche que se procesan a diario, ya que su valor no supera los 35000 litros y otras afectaciones de mantenimiento correctivo, ya sea por paradas planeadas por el jefe de planta, eventos fortuitos (cortes de energía eléctrica, caídas de vapor, etc.) y barridos con soda por aumento de presión en las placas.
- **Afectación al desempeño en producción por mantenimiento.** Corresponde al porcentaje de tiempo que afecta el desempeño en producción por actividades de mantenimiento tales como: paradas de cabezales por ajustes, desalineamiento, rasgadura de polietileno, paradas por fin de rollo, balancín arriba, etc. No detienen el proceso global, sólo afecta la velocidad del mismo. Es la relación entre la sumatoria de los tiempos de paradas por ajuste de mantenimiento y el tiempo total de operación de la línea *UHT*. El resultado de este indicador se puede observar en la figura 42.

El indicador de afectación por mantenimiento, muestra el incumplimiento de la meta en los meses de Noviembre y Diciembre de 2013, a causa de varias intervenciones realizadas sobre la máquina empacadora que impactaron en la disponibilidad del activo, aun cuando en el promedio se cumple la meta. Se observa claramente una caída del porcentaje luego de que en Octubre 2012 ingresara el operador de la máquina empacadora de ESSI SAS por *outsourcing*; luego de Octubre 2013 se inicia la operación con una persona nueva en el área de producción contratada por Lechesan S.A.

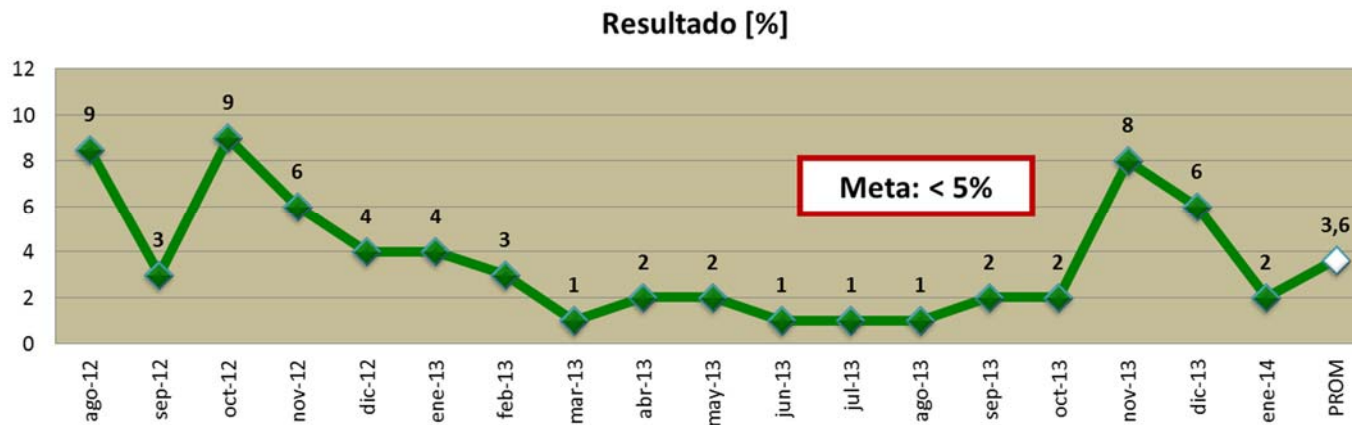
- **Afectación al proceso de producción.** Corresponde al porcentaje de tiempo que afecta el proceso productivo por actividades de mantenimiento tales como: paradas completa de la máquina empacadora, parada del equipo de proceso, riesgo de contaminación del producto, daño en la banda transportadora, daño en los equipos de suministro de producto a la línea, eventos fortuitos, etc. El resultado de este indicador se puede observar en la figura 43.

Figura 41. Indicador de Tiempo medio entre fallas (TMEF).



Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

Figura 42. Indicador de afectación al desempeño en producción por mantenimiento.



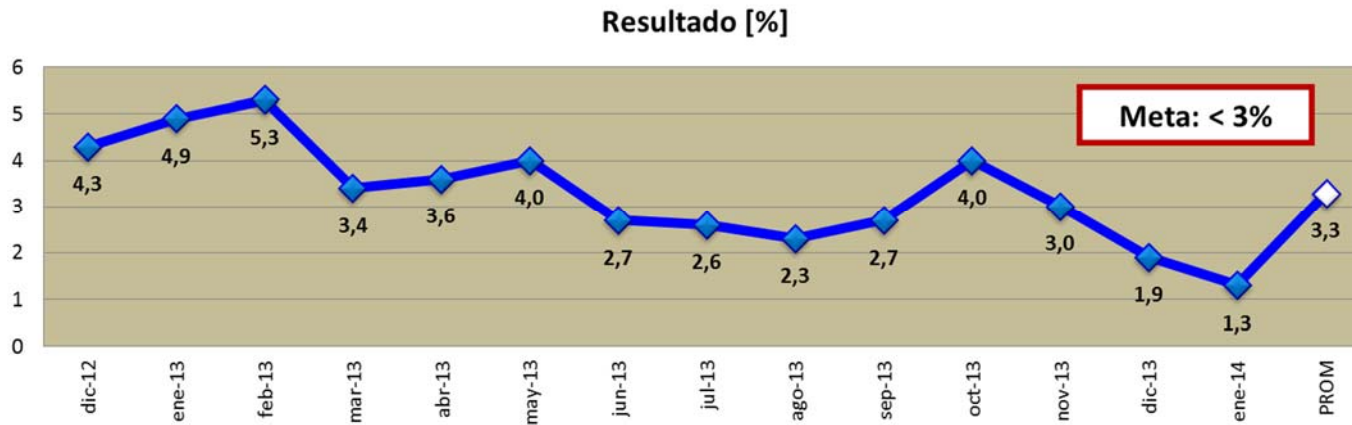
Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

Figura 43. Indicador de afectación al proceso de producción.



Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

Figura 44. Indicador de desperdicio por unidades empacadas.



Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

El indicador no cumple la meta. Durante el mes de Junio se presenta daño en la caja reductora del homogeneizador y en los últimos dos meses se presentan mantenimientos correctivos en los equipos de la línea *UHT*. Cabe mencionar que la calidad de la energía ha afectado negativamente al proceso de producción por varias caídas en la tensión eléctrica que obligaron a detener la producción inmediatamente.

- **Desperdicio por unidades empacadas.** Se aproxima al desperdicio de polietileno en planta. Es la relación entre las unidades efectivas y el contador a máquina medido en promedio mensual. El resultado de este indicador se puede observar en la figura 44.

El indicador no cumple la meta. Sin embargo, las estrategias conjuntas (Lechesan S.A. – ESSI SAS) implementadas al proceso productivo muestran resultados favorables a los largo del *outsourcing*. Cabe aclarar que se corrigen los estándares llevados por Lechesan y se manifiesta al personal operativo, su responsabilidad como líderes del proceso para mejorar continuamente en el proceso diario de empacado y manutención básica de los equipos.

8.1.4 Análisis causa raíz de las pérdidas detectadas. En este orden de ideas y de acuerdo a lo visto anteriormente, se procederá a realizar el análisis causa-raíz para identificar las fallas de las pérdidas que promueven el incumplimiento de las metas expuestas para cada indicador de gestión. En la figura 45 se realiza una clasificación de los indicadores se gestión y su relación.

El cumplimiento del mantenimiento preventivo no cumple la meta y se ha comprobado que la causa que más afecta el alcance de la meta, corresponde a que el 95% del resultado depende de la cantidad del recurso humano asignado para la ejecución de las actividades que demanda el plan de mantenimiento de la planta. Sin embargo, el restante 5%, corresponde a la atención de actividades consideradas de manutención básica (inspección, limpieza, lubricación, apriete de tornillos, ajuste de piezas, etc.) que se realiza sobre los activos críticos de la línea *UHT* y pueden prevenirse con el apoyo del personal operativo y no con el empleo del personal de mantenimiento experto.

El análisis de causa raíz se realizará para identificar los modos de falla de las pérdidas que afectan directamente el desempeño y la calidad del proceso, ya que fueron los indicadores que no cumplieron la meta. Para ello, antes se debe definir la función principal de la máquina empacadora ESSI A3 que relacione tales indicadores:

“Empacar unidades sin presencia de filtración por el sellado vertical y horizontal; sin presentar desalineación en la pestaña vertical y manteniendo un ancho de la misma de 10 a 12 cm y dentro de una variación de peso de +- 3 gramos.”

Figura 45. Relación de los indicadores de gestión.



Fuente: Electricidad y Servicios Industriales SAS.

De acuerdo a lo anterior se definen las fallas principales:

- Filtración en el sellado vertical.
- Filtración en el sellado horizontal.
- Desalineación de la pestaña con ancho menor a 10 cm.
- Desalineación de la pestaña con ancho mayor a 12 cm.
- Variación de peso mayor a 3 gramos.
- Variación de peso menor a 3 gramos.

En las figuras 46 a 49, se muestran los árboles de fallas para la pérdida por filtración en el sellado vertical y los modos de falla existentes. Las casillas señaladas en color anaranjado representan un 70% de las causas potenciales de falla y son consideradas de nivel I, las siguientes (a la derecha) son consideradas de nivel II. La causa raíz de estos modos de falla de nivel I y II, son atribuibles a los modos de falla de nivel III tales como:

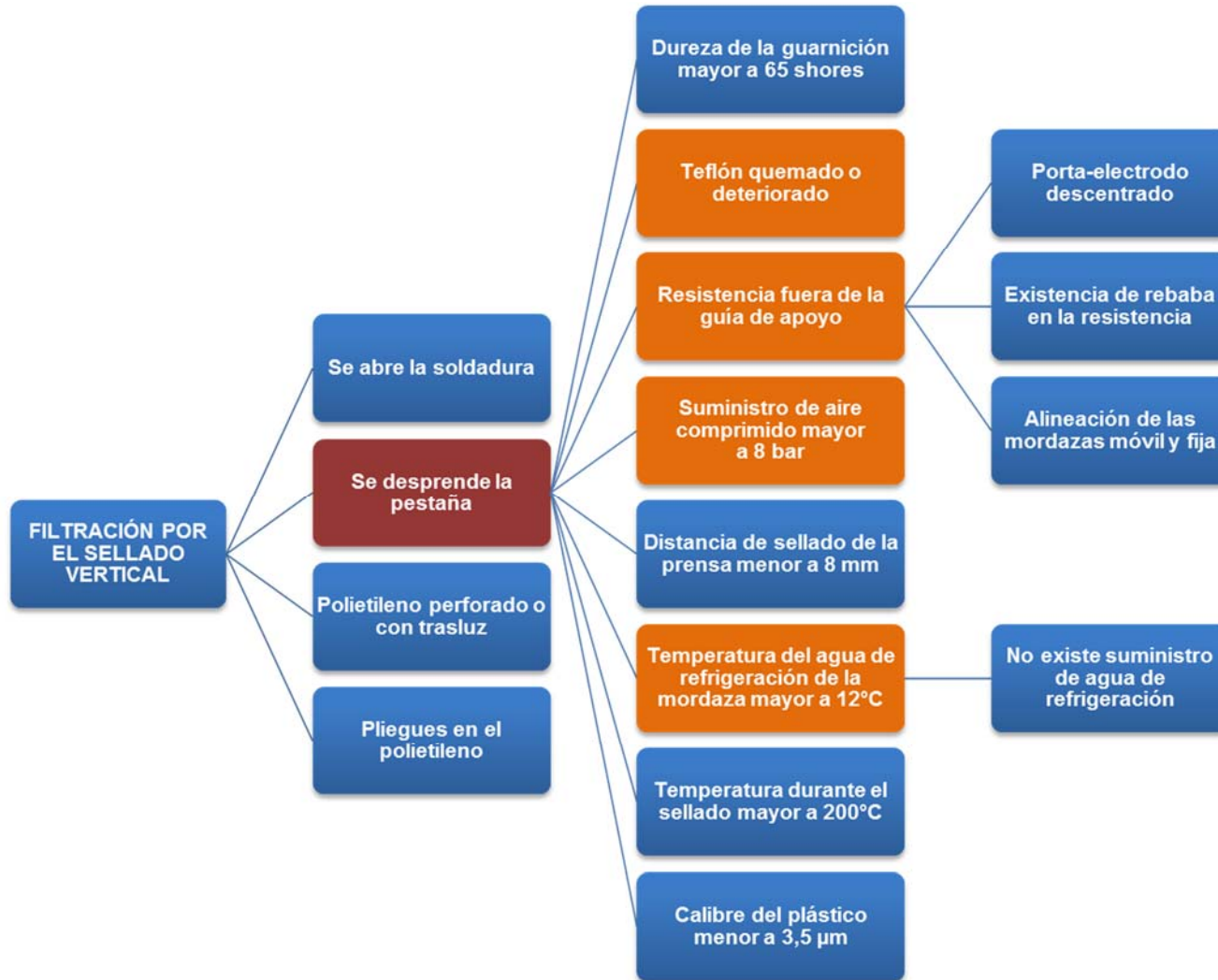
- Falta de limpieza y de inspección preliminar por parte del operador.
- Falta de experiencia de los operadores.
- Instrucciones ambiguas y confusas hacia los operadores por parte del departamento de mantenimiento.
- Falla en la comunicación entre el operador, la jefatura de producción y el departamento de mantenimiento cuando se reporta una anomalía.
- Los operadores sólo se dedican a operar los equipos productivos.
- No existen protocolos de lubricación y ajuste de piezas para los activos críticos de la línea *UHT*.

Figura 46. Árbol de fallas para la filtración en el sellado vertical parte I.



Fuente: los autores.

Figura 47. Árbol de fallas para la filtración en el sellado vertical parte II.



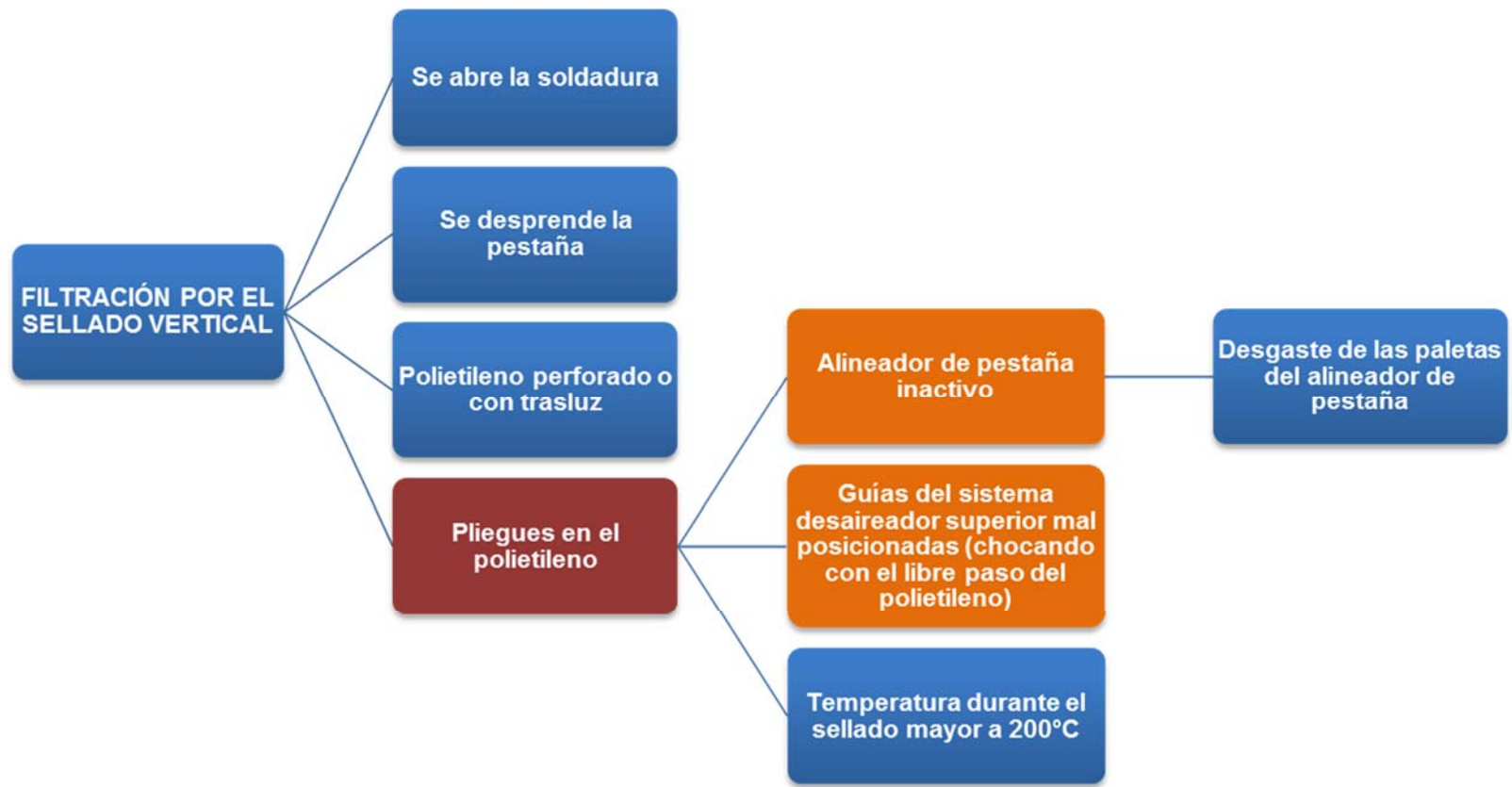
Fuente: los autores.

Figura 48. Árbol de fallas para la filtración en el sellado vertical parte III.



Fuente: los autores.

Figura 49. Árbol de fallas para la filtración en el sellado vertical parte IV.



Fuente: los autores.

Se debe aclarar que las demás fallas identificadas (en color azul) en el análisis de causa-raíz para cada pérdida, son atribuidas a manejo exclusivo del personal de calidad, como por ejemplo condiciones sub-estándares del polietileno y otras, asignadas al personal de mantenimiento que requieren de conocimiento especializado sobre los equipos de la línea *UHT*.

De igual manera para la pérdida por filtración en el sellado horizontal, se realiza el análisis de causa raíz a través del empleo del árbol de fallas mostrado en las figuras 50 a 54. Las casillas señaladas en color anaranjado representan un 61% de las causas potenciales de falla y son consideradas de nivel I. La causa raíz de estos modos de falla de nivel I y II, son atribuibles a los mismos modos de falla mencionados en el análisis de la pérdida anterior.

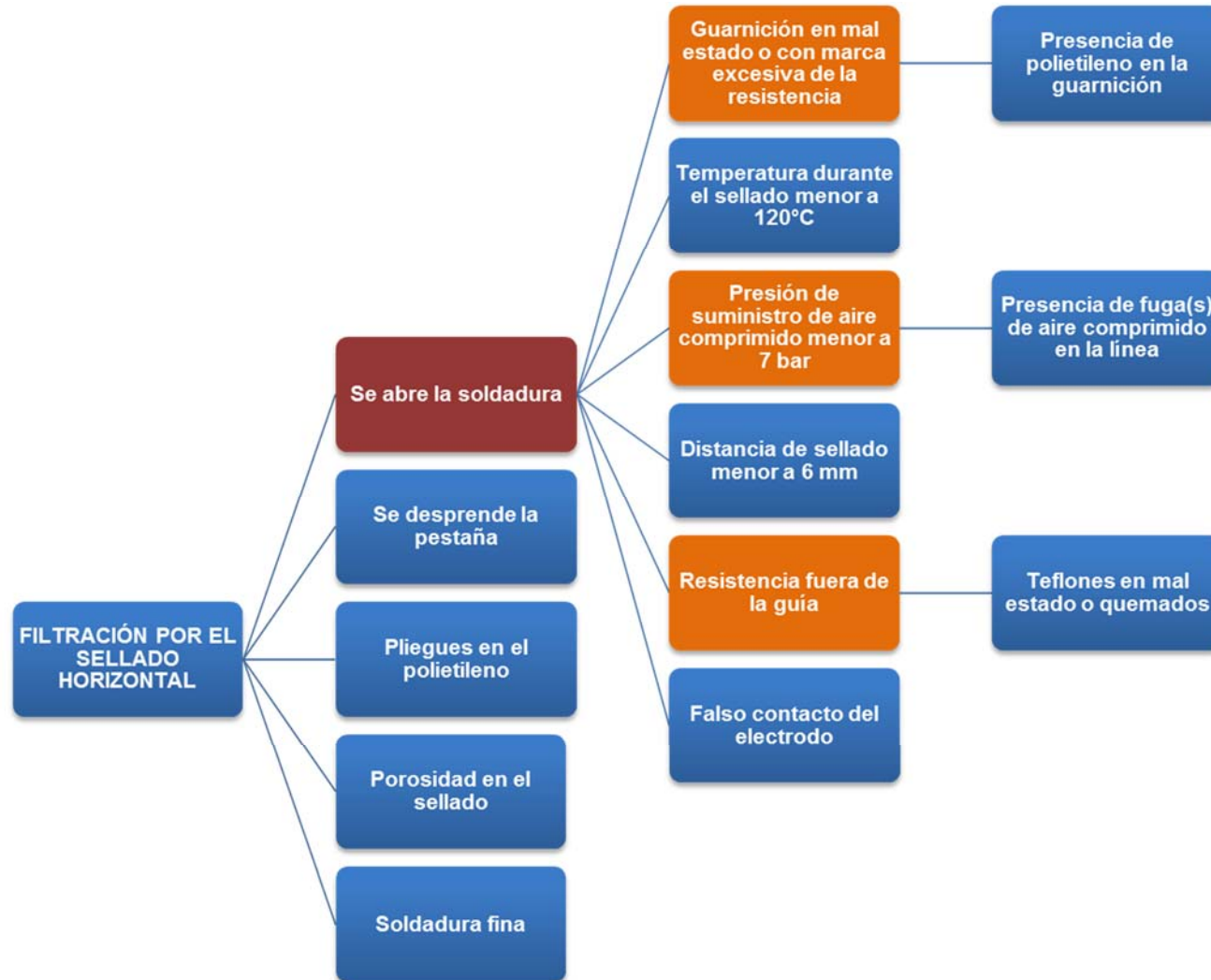
Una causa muy común que se ha evidenciado cuando hay unidades con filtración luego del empaque en la envasadora, se atribuye a la temperatura durante el sellado que puede ser manipulada con la ganancia del PLC, accediendo desde el panel de control de la máquina ESSI A3. Pero si se continúa indagando el porqué de esta situación, se llega a la conclusión de que el operador no ajustó dentro del rango indicado el valor de la ganancia para cada presentación.

De acuerdo a la figura 4, los registros recolectados durante las producciones muestra que el mayor valor (22%) de los modos de falla corresponde a cambios de resistencias; lo cual indica que frente a una falla de filtración, lo primero que debería revisarse sería el estado de la resistencia. Seguido de un 18% por cambio de siliconas (guarniciones) y teflones, los cuales son necesarios para lograr un sellado conforme. En ambos casos, la falla principal puede prevenirse realizando un correcto alistamiento de la máquina a través del registro de chequeo diario del equipo por parte del operador.

Las figuras 55 a 62, se muestran los árboles de fallas para la pérdida por desalineación de plástico y variación de peso. La mayor parte del análisis arroja que los modos de fallas identificados están a nivel operativo y pueden ser prevenidos inicialmente por individuos que hagan parte de este nivel.

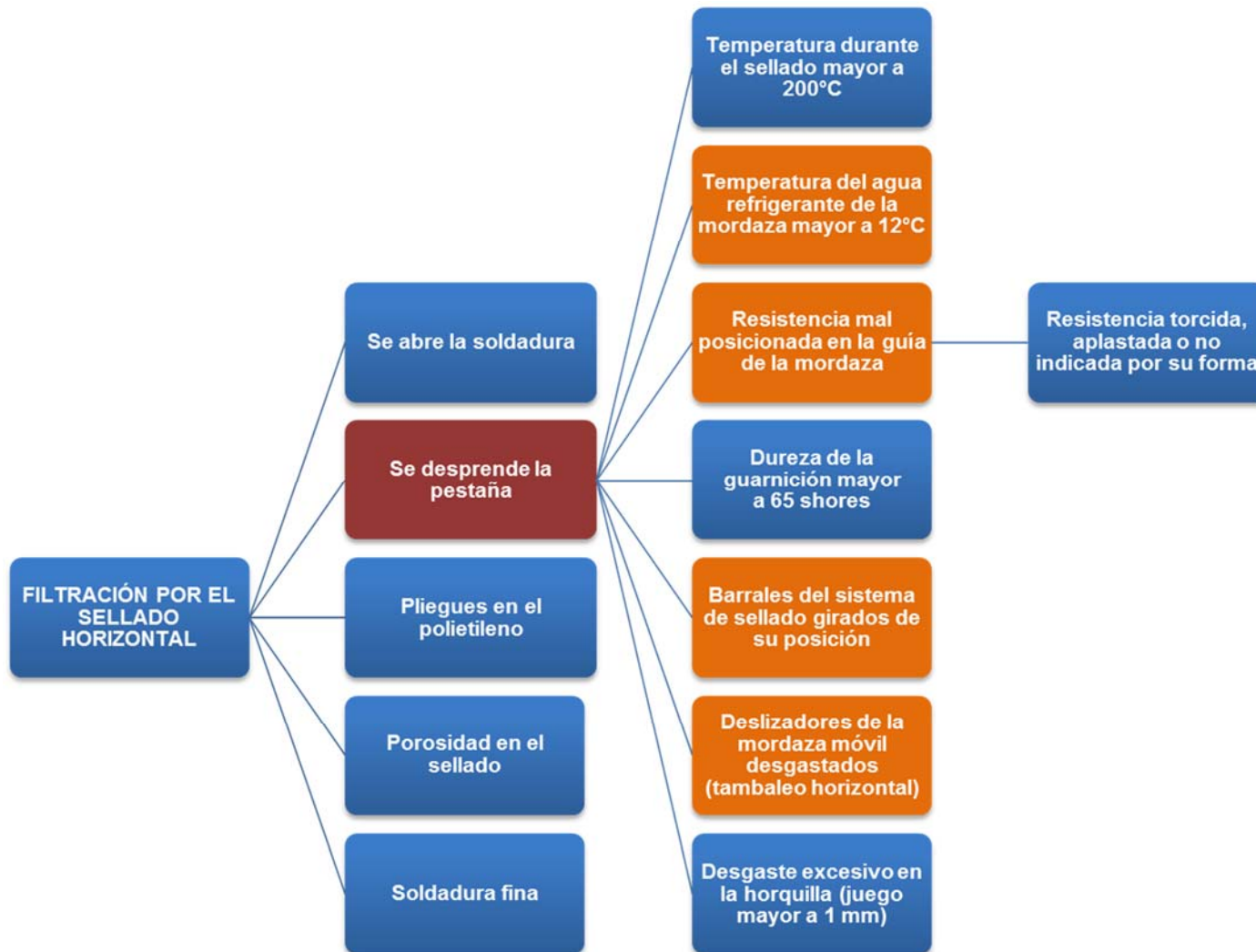
Un análisis más detallado para la pérdida por desalineación ha arrojado que el 8% de las fallas más comunes en la máquina empacadora corresponde a causas de un incorrecto enhebrado de plástico. Véase figura 4. Pero si se continúa indagando el porqué de esta situación, se llega a la conclusión de que el operador no siguió las instrucciones correctas para el enhebrado del polietileno en alguno de los sistemas por donde recorre el plástico. Esto se convierte finalmente en una causa raíz.

Figura 50. Árbol de fallas para la filtración en el sellado horizontal parte I.



Fuente: los autores.

Figura 51. Árbol de fallas para la filtración en el sellado horizontal parte II.



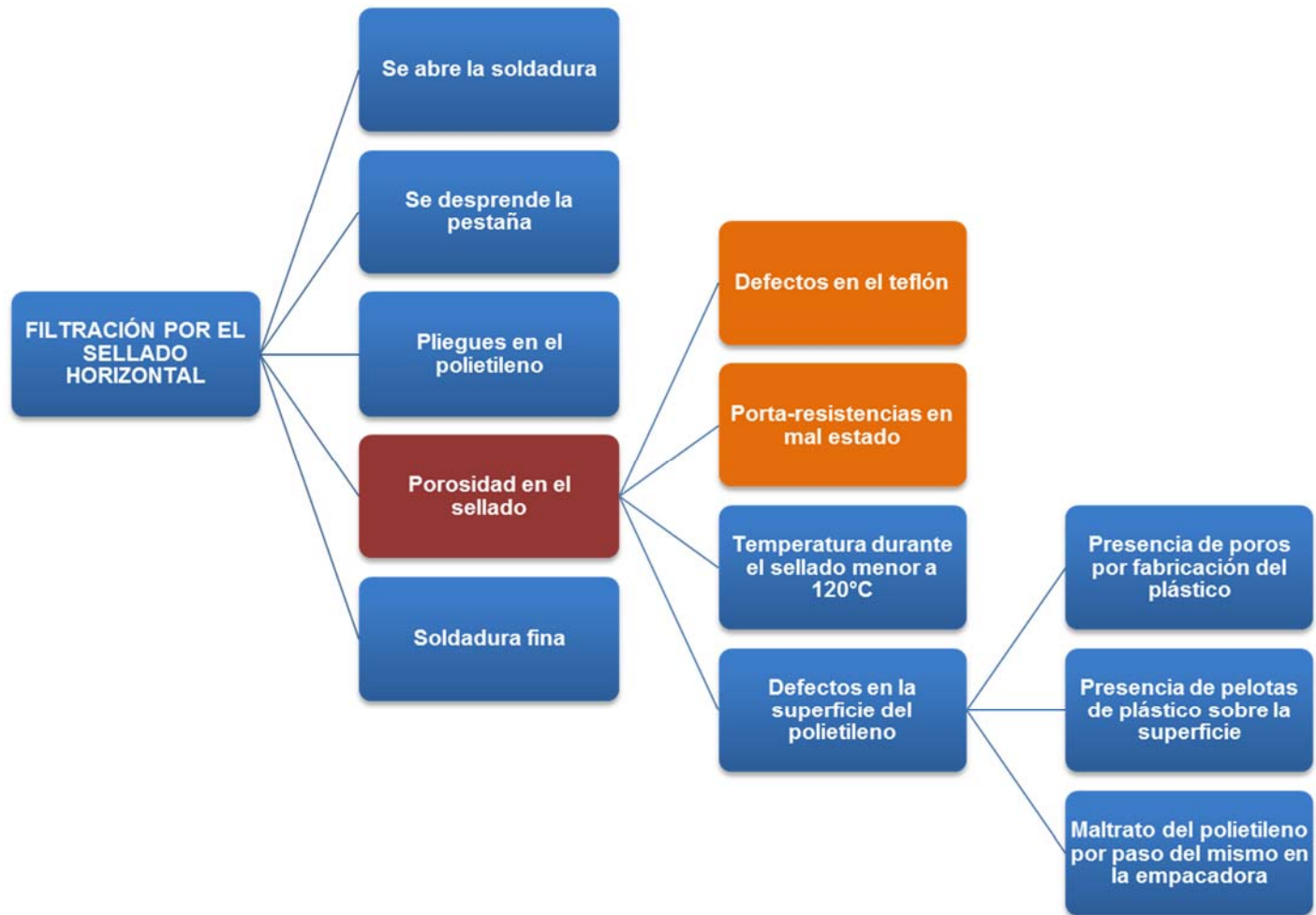
Fuente: los autores.

Figura 52. Árbol de fallas para la filtración en el sellado horizontal parte III.



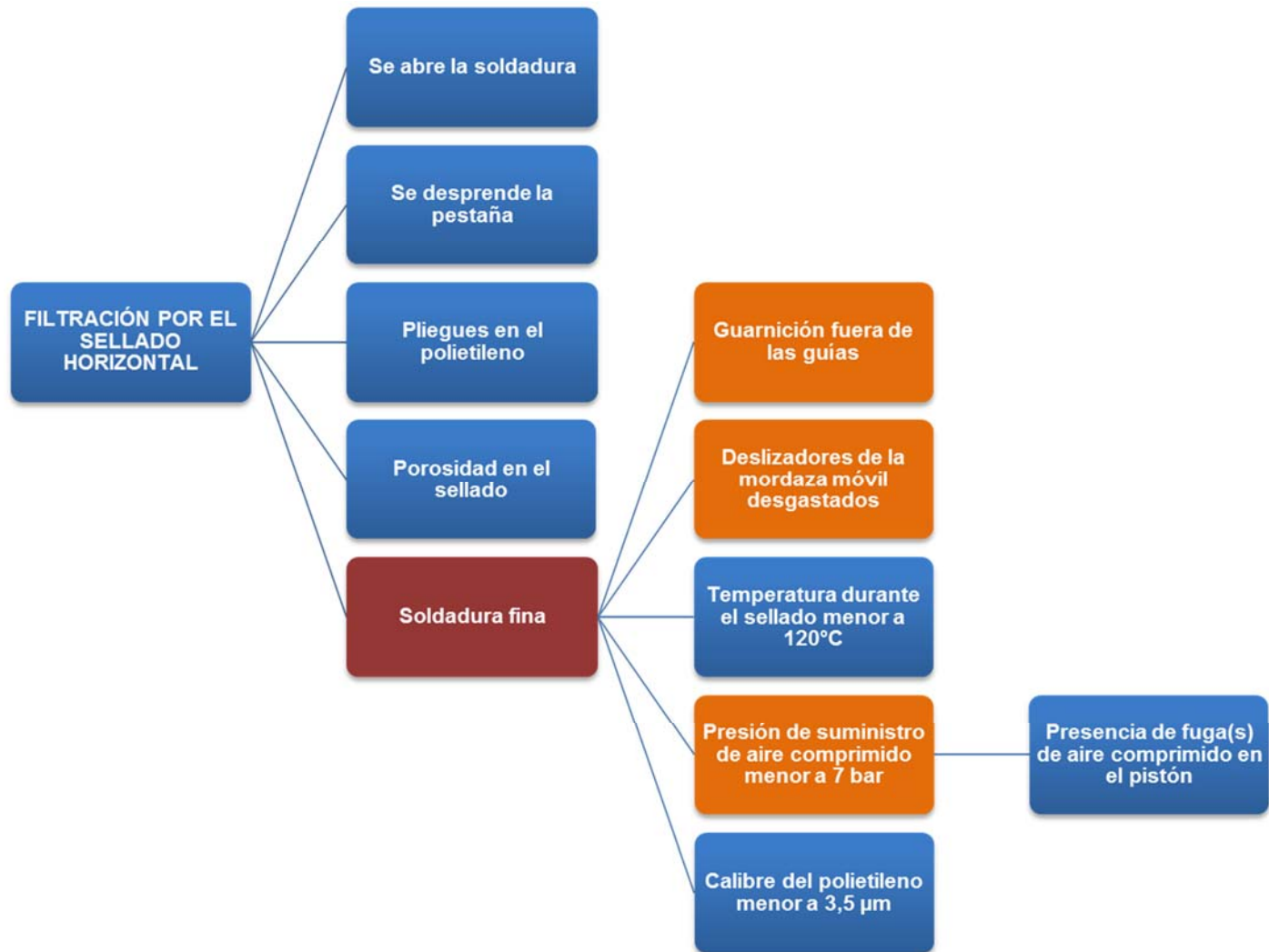
Fuente: los autores.

Figura 53. Árbol de fallas para la filtración en el sellado horizontal parte IV.



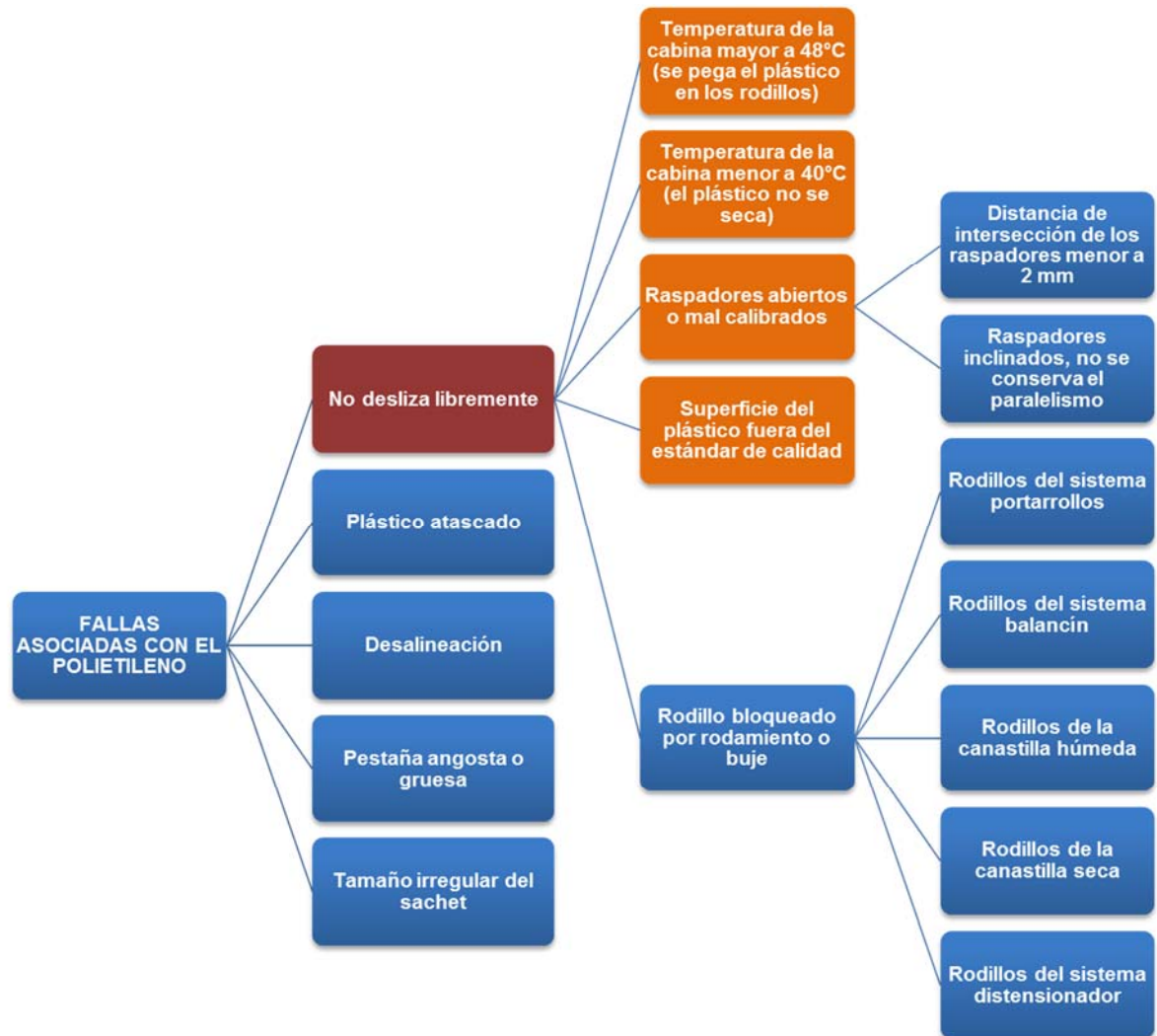
Fuente: los autores.

Figura 54. Árbol de fallas para la filtración en el sellado horizontal parte V.



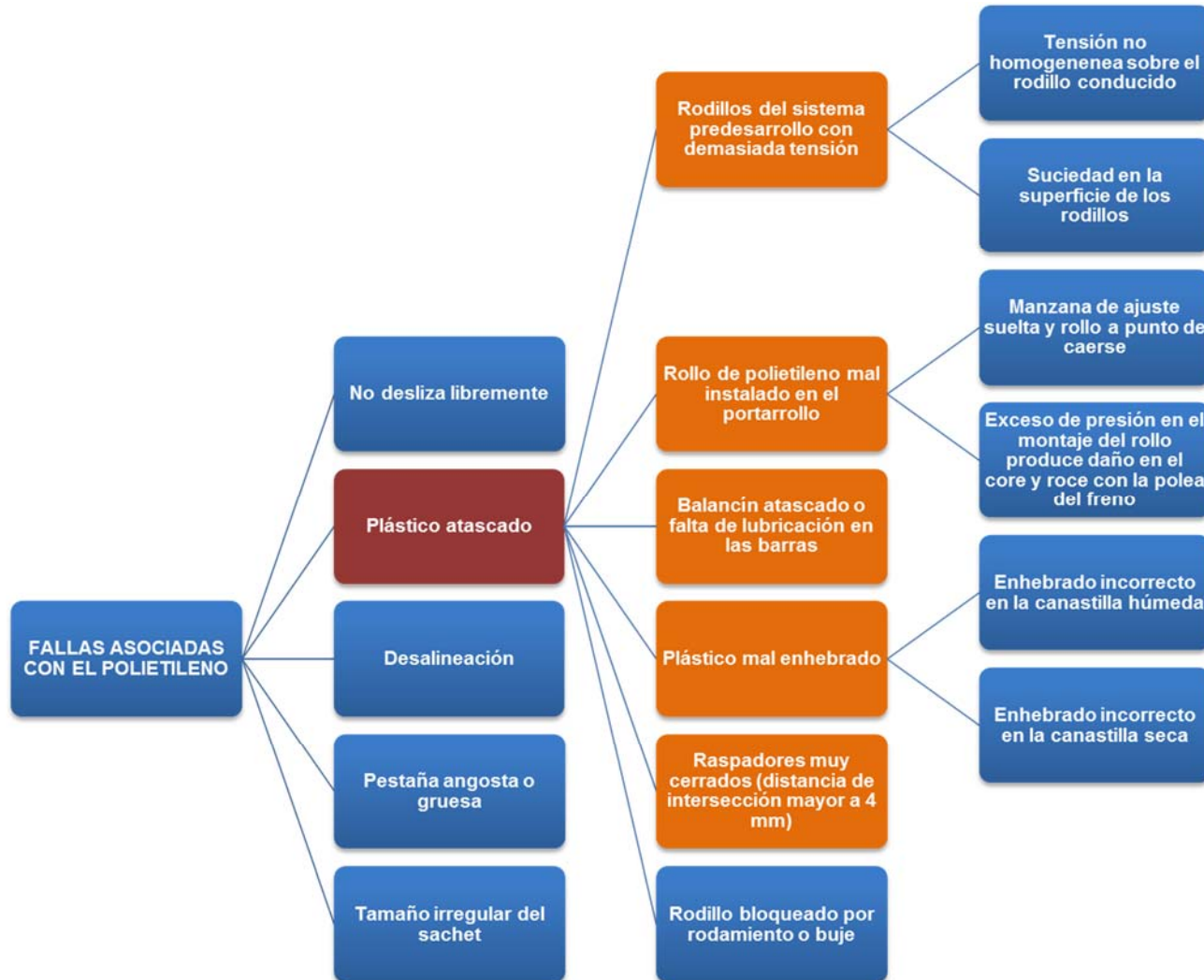
Fuente: los autores.

Figura 55. Árbol de fallas para la desalineación del polietileno parte I.



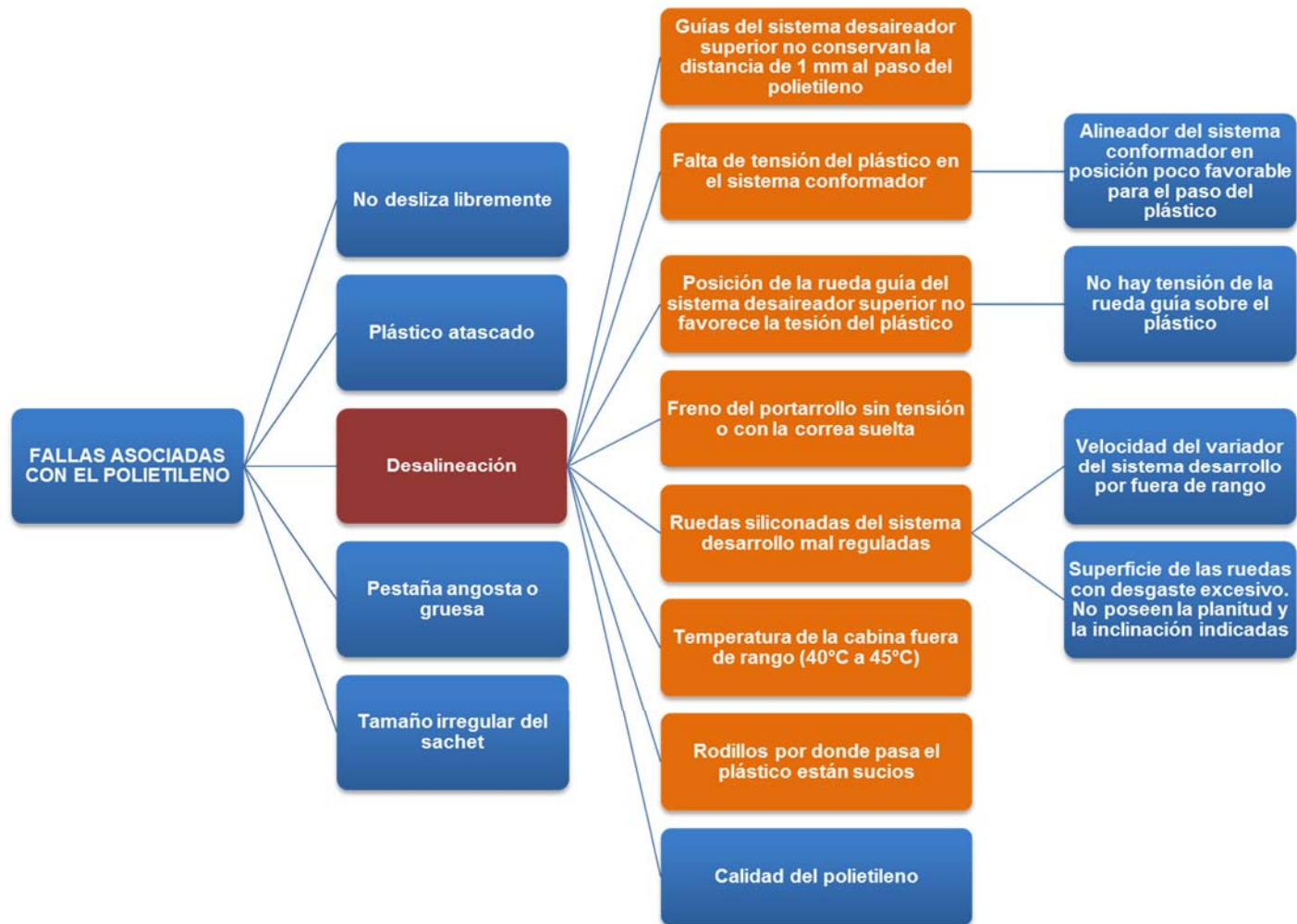
Fuente: los autores.

Figura 56. Árbol de fallas para la desalineación del polietileno parte II.



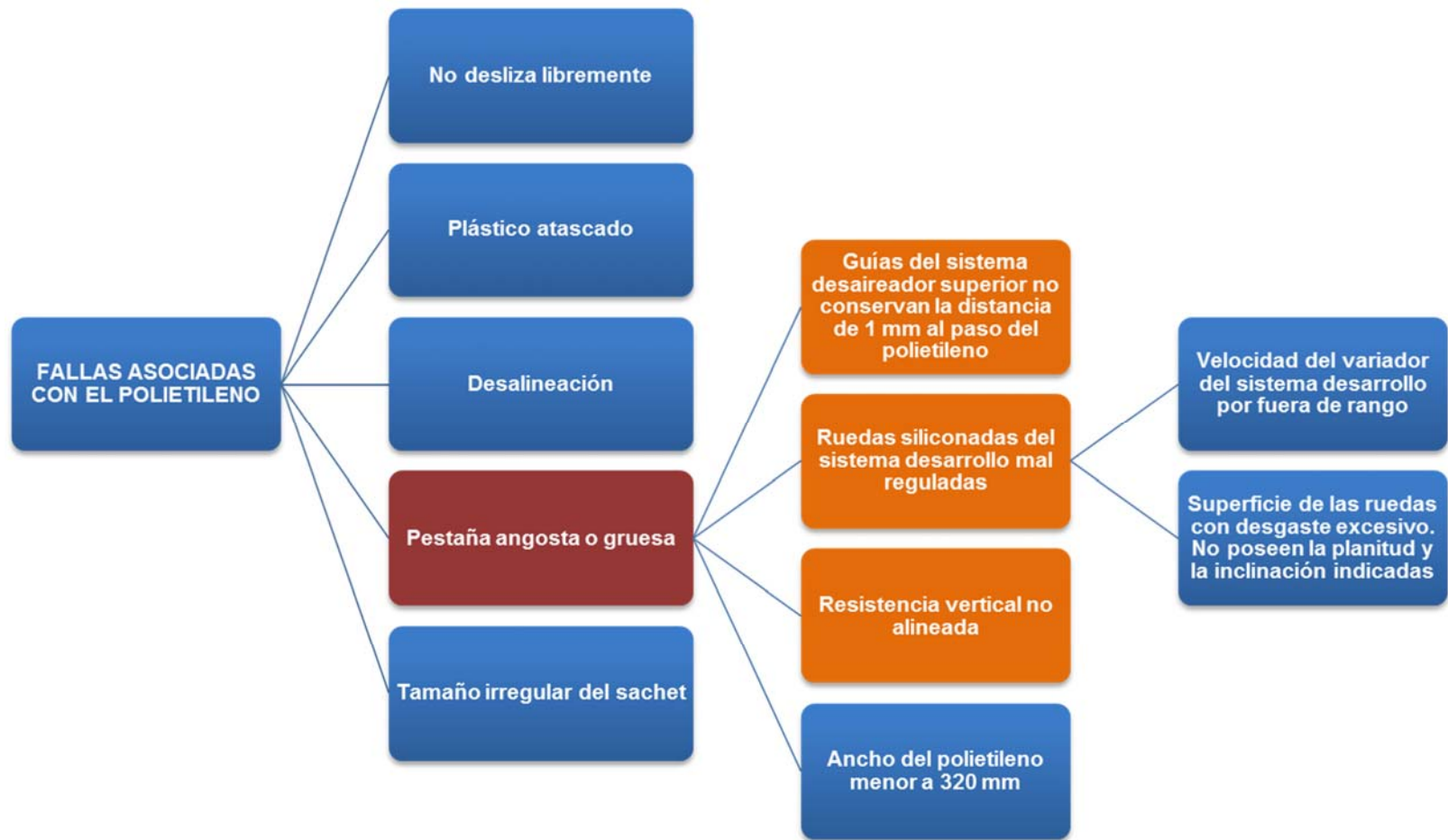
Fuente: los autores.

Figura 57. Árbol de fallas para la desalineación de polietileno parte III.



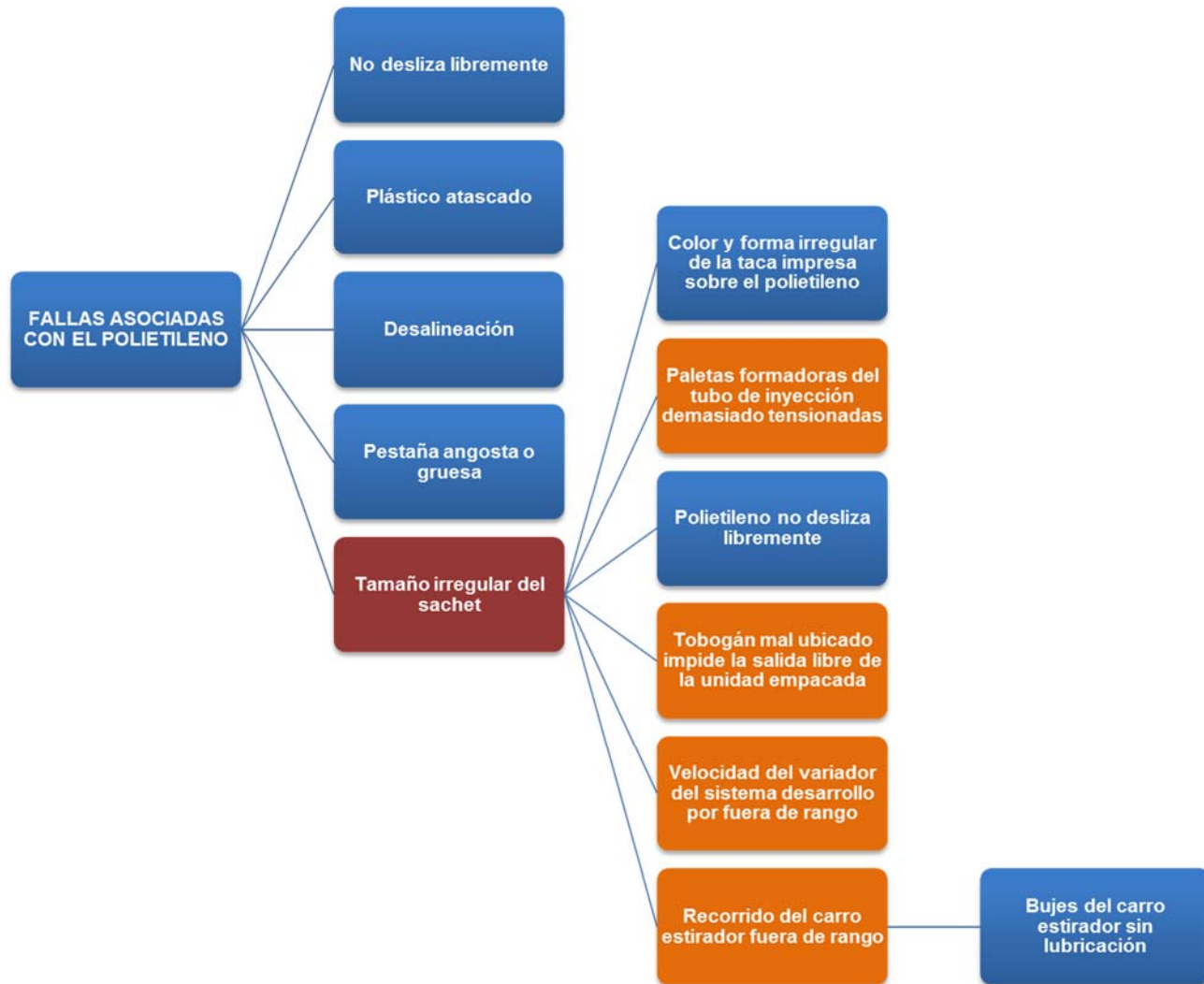
Fuente: los autores.

Figura 58. Árbol de fallas para la desalineación del polietileno parte IV.



Fuente: los autores.

Figura 59. Árbol de fallas para la desalineación del polietileno parte V.



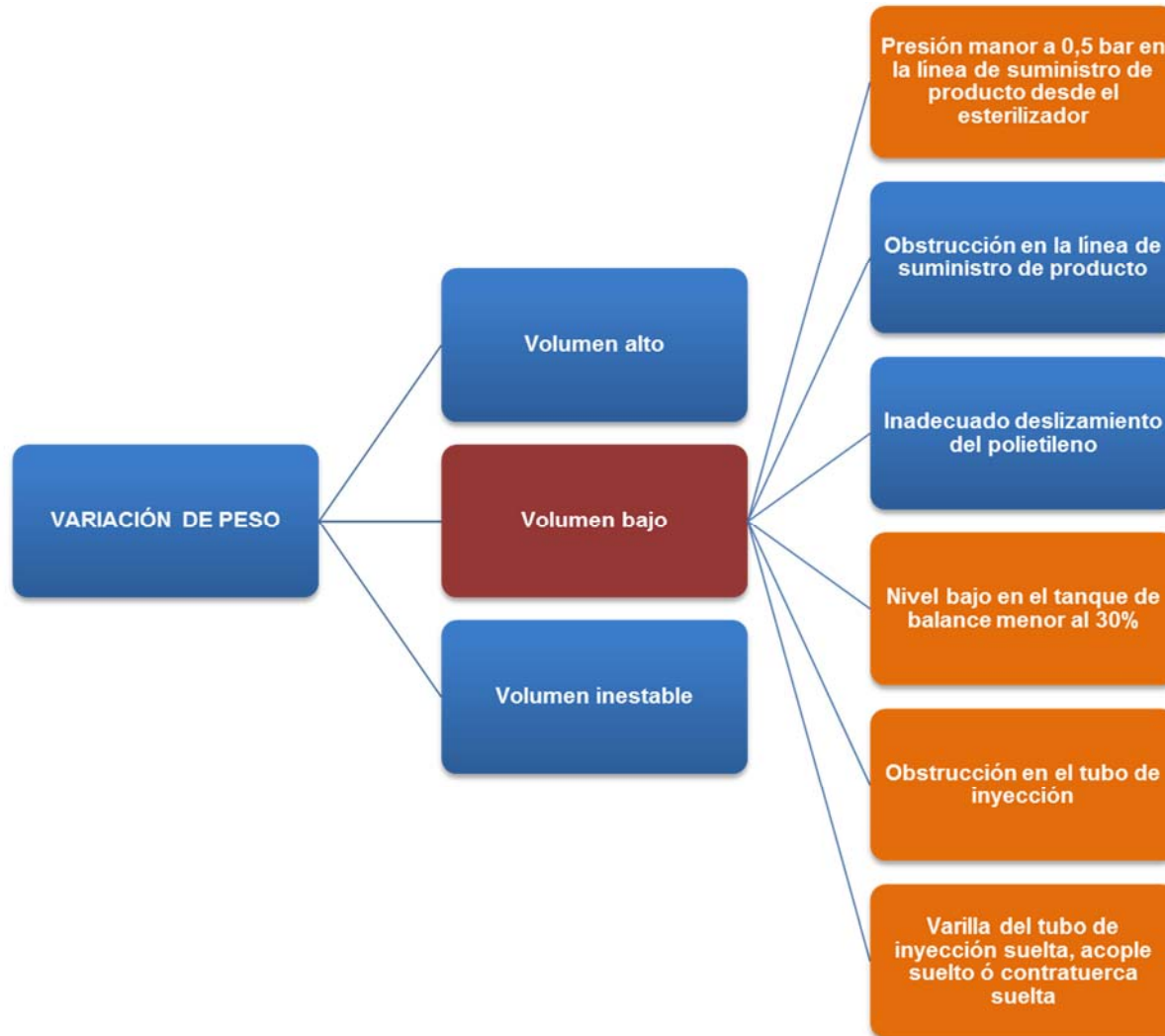
Fuente: los autores.

Figura 60. Árbol de fallas para la variación de peso parte I.



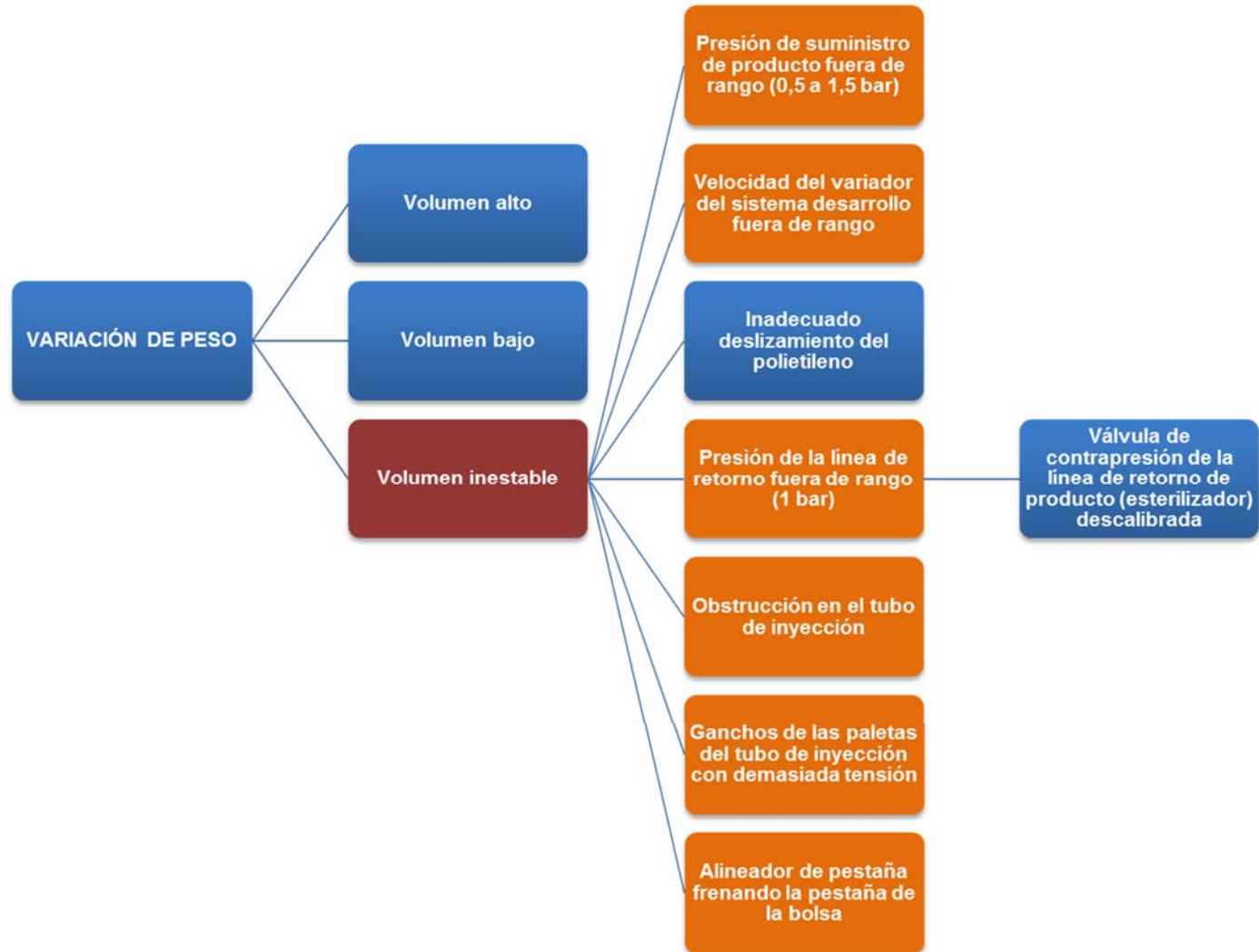
Fuente: los autores.

Figura 61. Árbol de fallas para la variación de peso parte II.



Fuente: los autores.

Figura 62. Árbol de fallas para la variación de peso parte III.



Fuente: los autores.

La tabla 17 resume los resultados luego del análisis de causa raíz para cada falla principal. Estos resultados son el reflejo del incumplimiento de los indicadores de gestión del *outsourcing* de mantenimiento realizado en la planta de Lechesan S.A. y por tanto, se debe iniciar con la creación de un modelo gerencial de mantenimiento autónomo que genere las estrategias más eficaces para eliminar los modos de falla identificados, mejorar la confiabilidad del proceso y de los activos críticos, reducir el costo de mantenimiento, aumentar los tiempos de producción y por último, elevar el rendimiento económico de la compañía.

Tabla 19. Resultados del ACR para las fallas principales.

FALLA PRINCIPAL	PORCENTAJE DE LAS CAUSAS QUE CORRESPONDE A TEMAS OPERATIVOS
Filtración por el sellado vertical	70
Filtración por el sellado horizontal	61
Desalineación	79
Variación de peso	75
PROMEDIO TOTAL	71

Fuente: los autores.

8.2 PROPUESTA ESTRATÉGICA DEL MODELO GERENCIAL

Un modelo de gestión de clase mundial para gestionar el mantenimiento autónomo de los activos críticos de una línea *UHT*, debe ser el resultado de toda una planeación estratégica enfocada a potenciar la generación de valor de una planta de procesamiento de productos lácteos, optimizando en la mayor medida los recursos asignados para el costo del mantenimiento industrial.

La estrategia debe iniciar con la creación de una política de mantenimiento autónomo que debe conocerse por todos los empleados que laboran en la empresa y junto a ella, la misión y la visión establecidas con enfoques hacia el mantenimiento autónomo. Para alcanzar el cumplimiento de la política, de la misión y de la visión, se debe recorrer un camino acompañado de valores corporativos que animen y sean los pilares diarios para el desarrollo exitoso del modelo gerencial aquí planteado.

En la figura 63, se observa la estructuración de las estrategias a desarrollar para la implementación del modelo gerencial de mantenimiento autónomo para los activos críticos de la línea *UHT*.

Figura 63. Estructuración de las estrategias administrativas para el modelo.



Fuente: los autores.

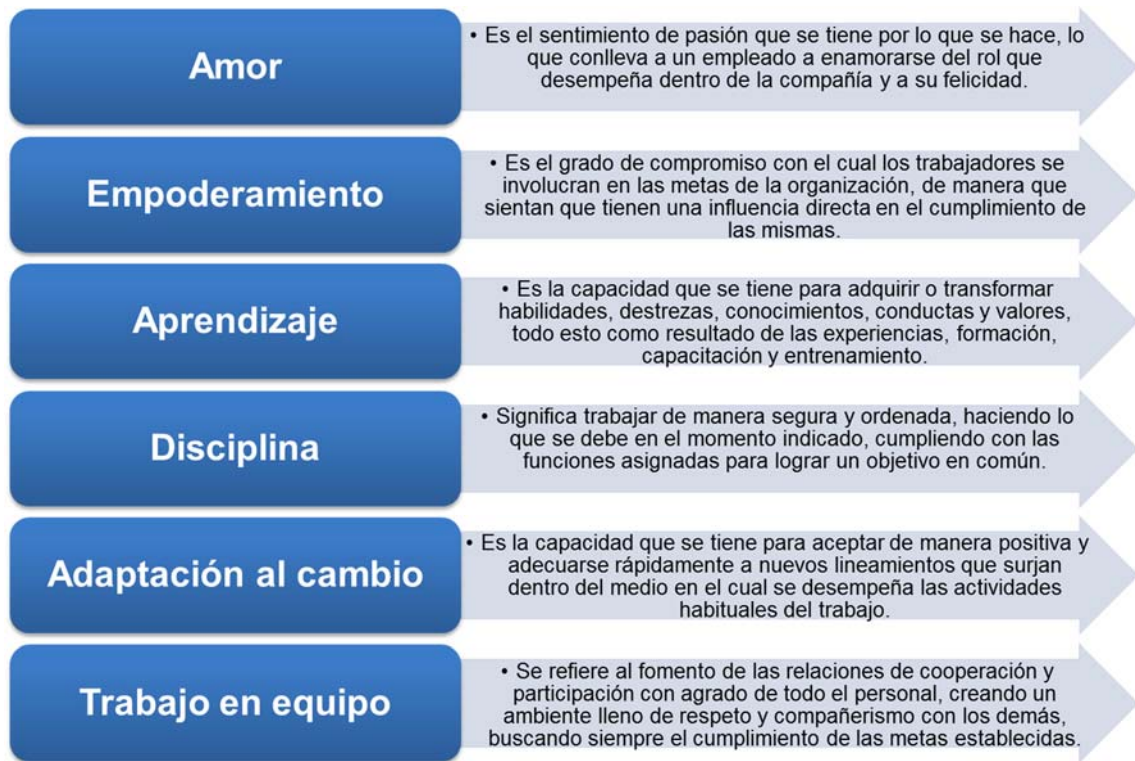
8.2.1 Política corporativa del modelo. Garantizar la correcta ejecución de los estándares en las actividades básicas del mantenimiento de los activos críticos de la línea *UHT*, promoviendo un ambiente agradable de trabajo como producto de la interacción permanente del personal de producción con los equipos, la formación y adiestramiento continuo, el fortalecimiento de sus capacidades y habilidades, y reconociendo el mantenimiento como parte integral de la organización.

8.2.2 Misión corporativa del modelo. Maximizar la vida útil de los activos de la línea *UHT* y preservar las funciones de los mismos mediante el desarrollo de las capacidades y las habilidades del personal de operativo, con el objeto de establecer estándares en las actividades básicas de mantenimiento que origine una estrecha relación operador-máquina y motive el cambio cultural dentro de la compañía.

8.2.3 Visión corporativa del modelo. Ser una organización líder que brinde el apoyo a los departamentos de mantenimiento y producción para desarrollar el talento de nuestro equipo de trabajo, a través del uso adecuado de herramientas tales como la mejora continua y capacitación constante, en búsqueda de maximizar sus fortalezas y minimizar sus debilidades.

8.2.4 Valores corporativos del mantenimiento autónomo. Se establece seis valores fundamentales para cumplir con la política corporativa del modelo gerencial como se muestra en la figura 64.

Figura 64. Valores corporativos del modelo.



Fuente: los autores.

8.2.5 Matriz DOFA para el mantenimiento actual. Se realiza la matriz DOFA como herramienta estratégica para generar las estrategias del modelo. Esta matriz parte el análisis enfocado en las 5M (mano de obra, máquina, método, materia prima y medio ambiente). La tabla 18 muestra la matriz DOFA desarrollada para las condiciones actuales del servicio tercerizado de mantenimiento ofrecido por la empresa ESSI SAS.

8.2.6 Objetivos estratégicos para el desarrollo del modelo. El resultado del análisis DOFA arroja unos objetivos definidos que serán responsabilidad de cada nivel de la organización de acuerdo al grado de dificultad para su cumplimiento e inversión de recursos. En la tabla 19, se presenta en cada una de las estrategias, los objetivos y la frecuencia en la que se debe evaluar.

Tabla 20. Matriz DOFA para el mantenimiento actual.

MATRIZ DOFA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los espacios físicos de la zona de trabajo son suficientes para el desarrollo de actividades. 2. Buenas condiciones del medio ambiente de trabajo. 3. Alta capacidad de aprendizaje de los operarios. 4. Buenas relaciones personales entre los operarios y técnicos de mantenimiento. 5. Disponibilidad de la empresa fabricante para capacitación y entrenamiento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La mayoría del personal de producción no posee formación técnica. 2. No existe un programa definido de capacitación del personal. 3. No es buena la relación de cooperación entre producción y mantenimiento. 4. Alta rotación del personal. No hay continuidad de los mismos. 5. No existen procedimientos documentados de operación y mantenimiento de los equipos. 6. No existen rutas de lubricación de los equipos. 7. Falta de involucración de los operarios en actividades básicas de mantenimiento. 8. Faltan programas para incentivar y motivar al personal. 9. Resistencia al cambio cultural del personal operativo. 10. Poco sentido de pertenencia del personal hacia la empresa.
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIAS FO <i>(maximizar las oportunidades con el apoyo de las fortalezas)</i>	ESTRATEGIAS DO <i>(vencer las debilidades aprovechando las oportunidades)</i>

<ol style="list-style-type: none"> 1. Transformación de la cultura organizacional de la compañía. 2. Ser un modelo a seguir por otras empresas del sector. 3. Obtener reconocimiento en el sector por la implantación de nuevas metodologías de trabajo. 4. Crear empoderamiento de los operarios y técnicos de mantenimiento. 5. Fortalecer las relaciones interpersonales con la formación de equipos de trabajo. 6. Transmitir ese conocimiento valioso del personal técnico de mantenimiento al operativo. 7. Aplicar herramientas para la mejora continua del proceso productivo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aprovechar los espacios físicos para desarrollar actividades que promuevan el empoderamiento y el fortalecimiento de las relaciones con los trabajadores. 2. Desarrollar un programa de capacitación y adiestramiento para el personal operativo y de mantenimiento. 3. Implementar la mejora continua que permita realizar las actividades de mantenimiento autónomo de manera efectiva. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer estrategias de gestión de RRHH con el objetivo de cambiar y/o mejorar la cultura organizacional motivando al personal a que sea comprometido con las metas de la compañía. 2. Desarrollar modelos de contratación donde se especifiquen los perfiles más adecuados del personal óptimo para desarrollo normal del programa de mantenimiento autónomo. 3. Definir dentro del departamento de mantenimiento un responsable que se encargue de liderar todo el proceso de desarrollo e implementación del mantenimiento autónomo.
AMENAZAS	ESTRATEGIAS FA <i>(Utilizar fortalezas para evitar o reducir el impacto de las amenazas)</i>	ESTRATEGIAS DA <i>(derrotar las debilidades internas y eludir las amenazas)</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Deserción del personal operativo y técnicos de mantenimiento. 2. No existe un convencimiento claro y preciso de la nueva metodología de trabajo por parte de la gerencia. 3. No existen recursos disponibles para la capacitación y el entrenamiento. 4. Percibir las actividades de mantenimiento autónomo como un trabajo adicional. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demostrar a la alta dirección que este tipo de programas de mantenimiento no constituye un gasto, sino una inversión que traerá beneficios a largo plazo para la compañía. 2. Incentivar al personal con el fin de que realicen sus actividades de una manera efectiva, que además ayude a su crecimiento dentro de la compañía. 3. Definir actividades de integración donde se refleje la importancia que representan los trabajadores para la empresa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Promover el fortalecimiento continuo del conocimiento técnico del personal mediante incentivos para estudio y flexibilidades de horarios. 2. Asignar los recursos necesarios para el desarrollo e implementación de las nuevas metodologías de mantenimiento. 3. Desarrollar una estrategia para la medición y control de las actividades del mantenimiento autónomo, fomentando la motivación del personal operativo.

Fuente: los autores.

Tabla 21. Objetivos estratégicos para el desarrollo del modelo.

<i>ITEM</i>	<i>OBJETIVO</i>	<i>RESPONSABLE</i>	<i>FRECUENCIA</i>
FO-1	Aprovechar los espacios físicos para desarrollar actividades que promuevan el empoderamiento y el fortalecimiento de las relaciones con los trabajadores.	Nivel táctico	Continua
FO-2	Desarrollar un programa de capacitación y adiestramiento para el personal operativo y de mantenimiento.	Nivel táctico	Semestral
FO-3	Implementar la mejora continua que permita realizar las actividades de mantenimiento autónomo de manera efectiva.	Nivel táctico	Continua
DO-1	Establecer estrategias de gestión de RRHH con el objetivo de cambiar y/o mejorar la cultura organizacional motivando al personal a que sea comprometido con las metas de la compañía.	Nivel gerencial	Mensual
DO-2	Desarrollar modelos de contratación donde se especifiquen los perfiles más adecuados del personal óptimo para desarrollo normal del programa de mantenimiento autónomo.	Nivel gerencial Nivel táctico	Anual
DO-3	Definir dentro del departamento de mantenimiento un responsable que se encargue de liderar todo el proceso de desarrollo e implementación del mantenimiento autónomo.	Nivel gerencial	N/A
FA-1	Demostrar a la alta dirección que este tipo de programas de mantenimiento no constituye un gasto, sino una inversión que traerá beneficios a largo plazo para la compañía.	Nivel táctico	Mensual
FA-2	Incentivar al personal con el fin de que realicen sus actividades de una manera efectiva, que además ayude a su crecimiento dentro de la compañía.	Nivel táctico	Trimestral
FA-3	Definir actividades de integración donde se refleje la importancia que representan los trabajadores para la empresa.	Nivel gerencial	Semestral
DA-1	Promover el fortalecimiento continuo del conocimiento técnico del personal mediante incentivos para estudio y flexibilidades de horarios.	Nivel gerencial	Semestral
DA-2	Asignar los recursos necesarios para el desarrollo e implementación de las nuevas metodologías de mantenimiento.	Nivel gerencial	Anual
DA-3	Desarrollar una estrategia para la medición y control de las actividades del mantenimiento autónomo, fomentando la motivación del personal operativo.	Nivel gerencial Nivel táctico	Anual

Fuente: los autores.

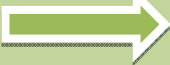

8.2.7 Estrategia para lograr el cambio de cultura organizacional. Para iniciar el cambio, la organización como primera instancia, debe identificar las fuerzas a favor y en contra del cambio de cultura organizacional; las cuales pueden resultar muy generales. En la tabla 20, se observa el análisis de campos de fuerzas dinámicas, que sugiere que cualquier situación puede considerarse en un estado de equilibrio resultante del equilibrio de fuerzas.

Cualquier organización debe emprender una o más acciones de las que se mencionan a continuación para modificar el equilibrio de fuerzas vigentes:

- Incrementar la fuerza a favor del cambio para generar mayor presión.
- Reducir la intensidad de las fuerzas que se oponen al cambio o eliminarlas completamente.
- Cambiar la dirección de una fuerza que se resista al cambio y convertirla en una a favor del mismo.
- Crear más fuerzas que se sumen a las fuerzas a favor del cambio.

Cuando los empleados y equipos concentren la atención en las fuerzas sobre las cuales se tiene algún control, aumenta la posibilidad de cambiar la situación y crea habilidades para diagnosticar el equilibrio dinámico del cambio cultural.

Tabla 22. Análisis de campos de fuerza.

FUERZAS A FAVOR 	NIVEL ACTUAL DE DESEMPEÑO - Nivel de equilibrio -	FUERZAS EN CONTRA 	NIVEL DESEADO DE DESEMPEÑO
▪ Metas de alto desempeño		▪ Normas de equipo para la producción	
▪ Equipo de trabajo nuevo		▪ Familiaridad con el equipo de trabajo actual	
▪ Alta competitividad		▪ Complacencia en la zona de <i>comfort</i>	
▪ Empleados con nuevas habilidades		▪ Necesidad de aprender nueva habilidades	
▪ Deseo de ser influenciado y premiado		▪ Temor de ver reducida la influencia y los premios	

Fuente: los autores.

Un análisis detallado de campos de fuerza de una situación en particular no es garantía de que el cambio se pueda realizar. Es decir, aumentar la presión para generar un cambio puede que brinde resultados a corto plazo, pero también puede significar un alto costo en tiempo e inversión económica. La manera más eficaz de aplicar los cambio más necesarios en la organización, luego de identificar aquéllas fuerzas sobre las cuales se puede tener mayor control, es identificar la fuerza existente en contra de mayor peso y concentrar los esfuerzos en reducirla o eliminarla definitivamente.

Un enfoque similar al desarrollado por el psicólogo alemán de nacionalidad estadounidense, Kurt Lewin, el cual propone administrar y guiar el cambio en un proceso de tres pasos, se muestra en el anexo 1. De esta manera se procede a realizar procedimientos de cambio en cortos pasos pero con mucha firmeza, lo que brinda seguridad entre los niveles estratégicos y se verá reflejado por los demás individuos de la organización.

Finalmente y para concluir con la estrategia de cambio de la cultura organizacional se plantean diez aspectos principales a los que el nivel gerencial debe prestar atención una vez construido el equipo de alto desempeño, véase figura 65. La construcción del equipo se inicia cuando los integrantes reconocen un problema, identifican las barreras del mismo y utilizan su eficacia para realizar las acciones necesarias para eliminar o superar dichas barreras.

Figura 65. Los diez aspectos claves para lograr el cambio cultural.



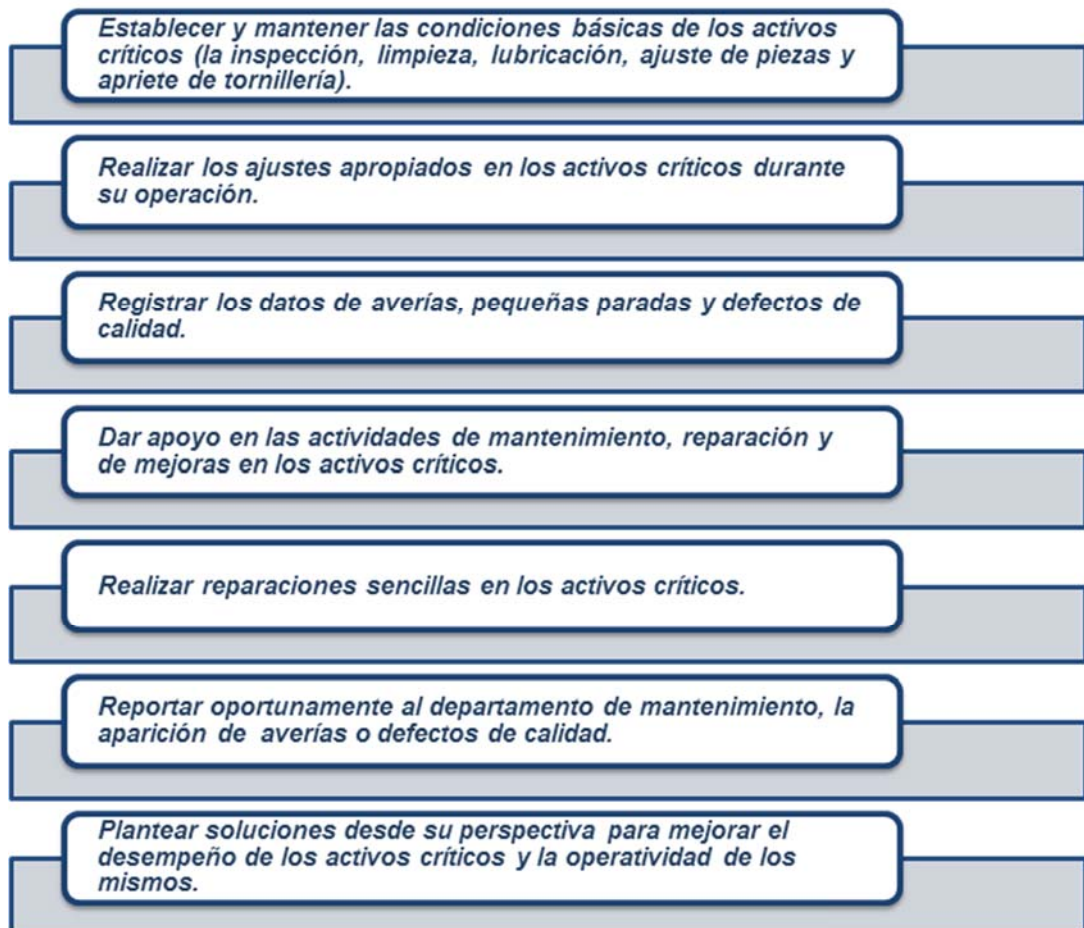
Fuente: los autores.

8.3 DESARROLLO DEL MODELO GERENCIAL

El desarrollo del modelo gerencial de mantenimiento autónomo para los activos críticos de la línea *UHT* fabricados por la empresa ESSI SAS debe iniciar con el establecimiento de las condiciones básicas de tales activos. La inspección, limpieza, lubricación, ajuste de piezas y apriete de tornillería definen las condiciones básicas de estos activos. De acuerdo al objetivo del *TPM*, para alcanzar el nivel de cero averías, cero defectos y cero accidentes deben tratarse sistemática y continuamente estas condiciones básicas.

En primera instancia, se debe plantear las directrices a cumplir por parte del departamento de producción para el desarrollo del modelo de mantenimiento autónomo. El departamento de producción se debe ocupar de la prevención del deterioro de los activos críticos y se hace responsable de las directrices expuestas en la figura 66.

Figura 66. Directrices del departamento de producción.



Fuente: los autores.

Una vez planteadas las directrices, se iniciará a desarrollar la documentación estratégica que busca gestionar el mantenimiento autónomo de los activos críticos. Para cada una de ellas se diseñará la documentación necesaria que soporte el modelo gerencial.

8.3.1 Protocolo de alistamiento para producción de la máquina ESSI A3. Este documento describe paso a paso el alistamiento de la máquina empacadora aséptica ESSI A3 antes de iniciar producción. Cabe resaltar, que se describe uno a uno los procedimientos estandarizados, aprobados y analizados por los operadores del equipo, técnicos de producción, jefes de mantenimiento y de producción, junto con el fabricante de la máquina. Aplica sólo para el alistamiento la máquina en un turno de producción realizado en la empresa de Lechesan S.A.

El protocolo debe presentarse a cada operador a manera de instructivo antes de iniciar por primera vez la operación del equipo y realizar las re-inducciones necesarias (preferiblemente cada cuatro meses) para retroalimentar al personal operativo y de supervisión en busca de alcanzar cero averías, cero de defectos y cero accidentes. El documento debe presentarse con copia firmada por los operadores del equipo, coordinadores de producción y de mantenimiento; fecha de divulgación y presentación. A continuación se presenta el diseño del protocolo:

Título: ALISTAMIENTO DE LA MÁQUINA EMPACADORA ASÉPTICA ESSI A3 PARA PRODUCCIÓN PLANTA DE PROCESAMIENTO DE LECHE *UHT*.

Este documento describe las actividades de preparación y mantenimiento básico realizadas por el personal operativo sobre la máquina empacadora instalada en planta.

El primer turno inicia de la siguiente manera:

- **Encendido eléctrico de la máquina envasadora.**
- Encendido del compresor para el suministro de aire comprimido a la línea de producción *UHT*. Una vez se logre la presión mínima de 8 bar, abrir la válvula de *FESTO* ubicada al costado de la máquina.
- Encendido de caldera para generación de vapor. Comprobar luego que las válvulas de la línea principal y la de llegada al rack de vapor estén abiertas.
- Verificar que la presión de vapor reducida en el rack de válvulas sea de 3 bar a 3,5 bar (manómetro en el nivel inferior).
- Verificar que la presión de vapor reducida para las trampas de vapor sea mayor a 1 bar a 1,3 bar (manómetro en el nivel superior del rack de válvulas). Este valor está directamente relacionado con la temperatura de las trampas de vapor.
- Verificar que la presión del regulador de la línea de atomización de peróxido sea 2 bar a 2,5 bar.

- Comprobar que las mangas y las trampas de esterilización (junto con las trampas de vapor termodinámicas) estén instaladas a los tubos de inyección.
- Verificar que los rollos de plástico correspondan a las presentaciones programadas por el coordinador de producción.
- Comprobar que el plástico esté totalmente enhebrado en los cabezales.
- Antes de la esterilización el operario debe verificar visualmente el estado de los teflones, resistencias y guarniciones de ambas prensas (horizontal y vertical). No debe permitirse el montaje de prensas con teflones de segunda mano. Verificar además la alineación y tensión de la resistencia de la prensa vertical.
- Verificar el nivel y estado del peróxido de hidrógeno.
- Verificar que las trampas de vapor que corresponda a la línea de retorno del tanque de balance y a la línea principal estén montadas. El condensado producido debe enviarse al tanque *CIP*.
- Revisar la bitácora para retroalimentarse de lo que realizó el operario en el día anterior.
- **Iniciar programa de esterilización.**
- Durante el enfriamiento el operario debe verificar las velocidades de los variadores de las turbinas de aire estéril y extracción de peróxido en el tablero de la máquina.
- Registrar en la bitácora las novedades antes de la esterilización. Especificar en qué estado se encontró la máquina.
- Verificar que las temperaturas y presiones sean las adecuadas. En el *panel view* se verifica:
 - Temperatura de cabina: 40°C – 45°C
 - Temperatura de H₂O₂: 42°C – 45°C
 - Temperatura de barreras de vapor: 118°C – 120°C
 - Temperatura de agua refrigerante: 8°C – 14°C
 - Presión de aire comprimido: Mínimo 8 bar
- Comprobar que el peróxido haya llenado los tanques internos y que las lámparas UV estén encendidas.
- Remover las mangas de esterilización sin abrir las puertas de la máquina, es decir extraerlas por debajo de la división central.
- Ajustar la fecha, hora y lote a producir en el panel del fechador.
- **Iniciar programa de producción.**
- Programar las presentaciones a envasar en su respectivo cabezal y ajustar el ciclo de trabajo según lo indicado por el jefe de producción.
- Iniciar con el arrastre del plástico ajustando la tensión y la alineación del mismo.
- Colocar en marcha el sellado vertical y continuar con el arrastre.

- Ajustar la intensidad (constante de temperatura de la resistencia) del sellado vertical.*
- Colocar en marcha el sellado horizontal para dejar el plástico totalmente sellado. Esto con el objetivo de llenar la bolsa con peróxido para la siguiente etapa.
- Dar inicio al bulbo de peróxido en cada cabezal.
- Desocupar el peróxido del plástico conformado, una vez terminado el tiempo de la etapa anterior.
- Dar inicio al envasado de producto en la bolsa conformada.
- Ajustar la intensidad (constante de temperatura de la resistencia) del sellado horizontal.*
- Ajustar la intensidad (constante) o apertura del tubo de inyección.*
- Ajustar la velocidad del variador del sistema desarrollo para cada cabezal.*
- Realizar el llenado de los respectivos registros de producción y calidad. Llevar el control de peso en línea para cada cabezal con frecuencia de una hora (se aparta estas unidades del lote).
- Realizar los cambios de teflones en la prensa horizontal de cada cabezal durante la producción cuando así lo determine el operario y de acuerdo a la evidencia de sellado de una unidad producida. El operario debe contar con una prensa fija adicional preparada para no aumentar el tiempo de parada del cabezal.
- Realizar los cambios de teflones en la prensa vertical con el mismo criterio del apartado anterior. En caso de que la resistencia esté desalineada, intervenir el sistema completo.
- Verificar la alineación y tensión del plástico durante la producción.
- Realizar las debidas anotaciones en la bitácora de producción.

El operario del segundo turno debe:

- Llegar una hora antes de la salida de su compañero para hacer seguimiento a la producción.
- Revisar la bitácora para retroalimentarse de lo que realizó el operario durante el turno de producción.
- Verificar las variables de proceso temperaturas y presiones de acuerdo a los rangos establecidos en los apartados anteriores.
- Hacer el alistamiento de la soda, ácido, desengrasante y los utensilios de aseo usados durante el lavado de la máquina.
- Continuar con la operación de envasado hasta que finalice producción.
- Realizar el llenado de los respectivos registros de producción y calidad. Llevar el control de peso en línea para cada cabezal con frecuencia de una hora (se aparta estas unidades del lote).

* Variable para cada presentación. El valor inicial recomendado aparecerá en pantalla o en efecto será programado por personal autorizado de ESSI SAS.

- Realizar los cambios de teflones en la prensa horizontal de cada cabezal durante la producción cuando así lo determine el operario y de acuerdo a la evidencia de sellado de una unidad producida. El operario debe contar con una prensa fija adicional preparada para no aumentar el tiempo de parada del cabezal.
- Realizar los cambios de teflones en la prensa vertical con el mismo criterio del apartado anterior. En caso de que la resistencia esté desalineada, intervenir el sistema completo.
- Verificar la alineación y tensión del plástico durante la producción.
- Evacuar totalmente el producto almacenado en el tanque de balance.
- Realizar las debidas anotaciones en la bitácora al finalizar la producción.
- Desmontaje de prensas fijas del sistema de sellado horizontal.
- Desmontar las boquillas de los tubos de inyección, las paletas formadoras y los ganchos. Dejarlos en solución *vortex* para su esterilización luego de realizar una limpieza manual con sabra y detergente bactericida.
- Realizar el montaje de las boquillas de acuerdo a la presentación programada por el coordinador de producción.^Ω
- Instalar la tubería para lavado *CIP* en caso de requerirse.^Φ
- Una vez terminada la producción, el operario debe cambiar los teflones de las prensas horizontal y vertical.
- Verificar el estado de la guarniciones en ambas prensas (de ser necesario cambiarlas).
- **Iniciar programa de *CIP*.**
- Realizar los cambios de teflones en las prensas fijas horizontales.
- Realizar los cambios de teflones en la prensa vertical, alinear la resistencia y de requerirse cambiar la silicona.
- Lubricar los bujes abiertos y cerrados del sistema desarrollo en cada cabezal. Frecuencia: semanal.
- Lubricar los bujes abiertos y cerrados del sistema predesarrollo en cada cabezal. Frecuencia: quincenal.
- Lubricar el carro móvil de la prensa vertical en cada cabezal. Frecuencia: semanal.
- Lubricar los deslizadores de la prensa horizontal en cada cabezal. Frecuencia: semanal.
- Lubricar el carro móvil del sistema distensionador en cada cabezal. Frecuencia: semanal.
- Lubricar el plato roscado del alineador-tensionador del sistema conformador en cada cabezal. Frecuencia: semanal.^Δ
- Lubricar las guías de los balancines en cada cabezal.[∏]

^Ω Algunas máquinas poseen diferentes tipos de boquillas que varían en diámetro interno que se utilizan para diferentes presentaciones.

^Φ Algunas máquinas poseen el retorno del CIP por los mismos tubos de inyección; por lo tanto sólo debe instalarse una boquilla ciega para que recircule por el dosificador de tubo doble.

^Δ Utilice sólo lubricante de tipo alimenticio en aerosol.

- Lubricar los bujes de los rodillos de jaula. Frecuencia: quincenal.^Δ
- Lubricar los deslizadores de la prensa del sistema empalmador en cada cabezal. Frecuencia: mensual.
- Verificar los lugares de pasaje del plástico en la parte frontal de la máquina. No deben estar obstruidos: conformador, freno de plástico y desaireadores.
- Realizar la limpieza externa (*COP* por sus siglas en inglés, *clean out place*). No utilice productos abrasivos como lija para limpiar las superficies de las piezas de la máquina.
- Limpiar cada uno de los rodillos de la parte posterior de la máquina por donde circula el plástico. Utilice alcohol para esta tarea. Frecuencia: dos veces por semana.
- Limpiar de los cabezales de impresión del fechador en cada cabezal. Frecuencia: semanal.
- Verificar la tensión de la resistencia vertical y su alineación.
- Realizar el montaje de los rollos de plástico correspondan a las presentaciones programadas por el coordinador de producción. Realizar su empalme.
- Comprobar que el plástico esté totalmente enhebrado en los cabezales.
- Instalar las mangas y las trampas de esterilización (junto con las trampas de vapor termodinámicas) en los tubos de inyección.
- Instalar las trampas de vapor que corresponda a la línea de retorno del tanque de balance y a la línea principal. El condensado producido debe enviarse al tanque *CIP*.
- Registrar el estado de la máquina en el formato de inspección diaria pre-operacional, una vez concluido el lavado *CIP*.
- Realizar las debidas anotaciones en la bitácora de producción.

8.3.2 Protocolo de alistamiento para producción del equipo ESSI UHT-10. De igual manera, este documento describe paso a paso el procedimiento de alistamiento para el equipo esterilizador ESSI UHT-10 en un turno de producción realizado en la empresa de Lechesan S.A. No obstante ambos protocolos de alistamiento pueden adaptarse para que sean aplicados en cualquier planta.

Título: ALISTAMIENTO DEL EQUIPO ESTERILIZADOR ESSI *UHT-10* PARA PRODUCCIÓN PLANTA DE PROCESAMIENTO DE LECHE *UHT*.

Este documento describe las actividades de preparación y mantenimiento básico realizadas por el personal operativo sobre el equipo esterilizador de placas. Antes de iniciar, se debe verificar la posición y ajuste de toda la tubería y accesorios que componen el equipo, con el objetivo de evitar fugas que puedan ocasionar daños a los elementos eléctricos del mismo o riesgo al personal operativo.

^Δ Utilice aceite SHELL Tonna 68 o su homólogo aplicado con aceitera.

- **Encendido del equipo esterilizador.**
- Subir los interruptores eléctricos del tablero principal (esterilizador, homogeneizador y desgasificador).
- Instalar los amortiguadores del homogeneizador (en caso de que estos se encuentren en lavado).
- Verificar que se encuentre instalado el filtro de partículas del producto.
- Encender el tablero eléctrico del equipo, girando la perilla en la posición *ON*. Note que los interruptores de control, guarda-motores y ventilador se enciendan.
- Verificar que el PLC se encuentre encendido.
- Revisar el suministro principal de aire comprimido con 6 bar (90 psi).
- Revisar el suministro principal de vapor debe superar los 8 bar (120 psi).
- Revisar el suministro de agua potable, con la bomba encendida.
- Realizar la purga del tanque de agua caliente y llenarlo completamente hasta que la presión llegue a los 2 bar (30 psi).
- Oprimir el paro de emergencia y resetear.
- Seleccionar en la pantalla “*touch screen*” el modo OPERACIÓN AUTOMÁTICA.
- **Iniciar el proceso de esterilización.**
- Seleccionar el modo de INICIO PRE-ESTERILIZACIÓN.
- Realizar la purga del condensado de la línea principal de suministro de vapor y luego abrir la válvula de corte.
- Verificar que la bomba de vacío del equipo desgasificador esté suministrando agua potable.
- Verificar que las bombas de vacío y de producto del equipo desgasificador se encuentren en modo automático.
- Verificar que las válvulas manuales o automáticas de paso hacia los tanques de ácido y soda, estén cerradas.
- Activar el suministro de agua helada o de torre de enfriamiento cuando la temperatura del agua de retorno al tanque de balance se encuentre en 90°C y mantenerla en este valor con la apertura de la válvula de paso.
- Cuando la temperatura llegue a los 135°C, el equipo comenzará el conteo de la PRE-ESTERILIZACIÓN.
- Luego de la etapa de PRE-ESTERILIZACIÓN, se debe dar paso completo al agua helada abriendo la llave de paso de manera que la temperatura de homogenización se mantenga en 80°C.
- Finalizado el tiempo de enfriamiento, se debe dar inicio a producción con la aprobación previa del jefe o coordinador de producción.
- Antes del inicio compruebe que los parámetros de temperatura estén dentro de los valores establecidos para el arranque y que el departamento de calidad haga la liberación del equipo a producción.
- Registrar todas las eventualidades presentadas durante el arranque de producción del equipo en los registros establecidos.
- **Iniciar programa de producción.**

- Realizar el seguimiento al empuje con leche-agua.
- Coordinar el inicio de producción con el operario de la máquina empacadora para dar apertura a la válvula de producto de envasado.
- Asegurar el ajuste gradual del caudal según fórmula para garantizar el suministro de producto sin variación de volumen.
- Comenzar la producción hasta que la temperatura a la salida del homogeneizador llegue a los 80°C. Mantener este valor durante toda la producción.
- Ajustar la presión de suministro de aire comprimido a las válvulas de contrapresión H1 y H2, con el objetivo de mantener la presión de la línea de producto a 1,5 bar (22 psi).
- Enviar el caudal de retorno a silo, en caso de presentarse una parada momentánea de un cabezal de la máquina empacadora. Si esta parada continúa por más de 20 minutos, proceda al ajuste de caudal desde la pantalla de control para evitar el calentamiento del producto en el silo.
- Registrar todas las eventualidades presentadas durante la producción del equipo en los registros establecidos.
- Revisar y mantener la estabilidad de la presión del vapor, del agua, del aire comprimido y la presión del tanque de agua caliente, también debe revisar el funcionamiento de la válvula moduladora de vapor, de las válvulas reguladoras de presión constante y del caudalímetro, en caso de fallo este debe corregirse inmediatamente con reporte al coordinador de producción.
- Realizar el lavado intermedio de acuerdo a la planeación de producción, previa autorización del jefe de producción, iniciando el modo de LAVADO AUTOMÁTICO INTERMEDIO en la pantalla de control.
- Coordinar con el operador de la máquina empacadora el fin de producción, de manera que se cierre la válvula de producto de la máquina cuando se inicie el modo de LAVADO CIP.
- **Iniciar proceso de lavado CIP.**
- Realizar el seguimiento al empuje con agua-leche.
- Verificar el funcionamiento de las bombas de producto y de lavado CIP.
- Validar que la presión de lavado a la salida del homogeneizador sea 8 bar (120 psi) pero sin superar los 9 bar (130 psi).
- Validar el fin del lavado con la liberación del equipo por parte del departamento de calidad.
- Registrar todas las eventualidades presentadas durante el lavado CIP del equipo en los registros establecidos.
- Drenar el tanque de agua caliente.
- Realizar la limpieza COP y el lavado del área del equipo.
- Desmontar el filtro de partículas de producto y los amortiguadores del homogeneizador.
- Apagar el suministro de aire comprimido.
- Salir desde el panel de control a la pantalla principal.
- Apagar el interruptor de alimentación.
- Realizar las debidas anotaciones en la bitácora de producción.

8.3.3 Registro de mantenimiento autónomo para la máquina ESSI A3. Se diseña este documento como registro de control interno diario para implementarse en planta de producción. A continuación se presenta un bosquejo del registro:

Recuerde que las actividades de mantenimiento básicas son responsabilidad del operario del equipo y por ello se deben realizar de acuerdo al plan de mantenimiento establecido en la planta.

Inspección visual y ajuste de elementos:

Frecuencia: Diaria

Las actividades que se deben realizar son la inspección de elementos como: piezas, tornillos, tuercas, resortes, bujes, chavetas, pasadores, etc. Verificación de giro libre para los rodillos y alineación. De esta inspección se puede detectar la falta de limpieza, lubricación o apriete de tornillería de algunos sistemas.

SISTEMA / ACTIVIDAD	CABEZAL			OBSERVACIONES
	A	B	C	
Enhebrado correcto de plástico				
Portarrollo (rodillos)				
Fotocelda del sistema fechador				
Pre desarrollo (tensores y rodillos)				
Can. húmedas (raspadores y rodillos)				Inspección semanal del sistema.
Canastillas secas (bujes y chavetas)				
Distensionador (rodillos)				
Freno de plástico (membranas)				
Conformador (alineador-tensionador)				
Desaireadores (posición guías)				
Prensa vertical (barrales y alineación)				
Desarrollo (tensores y ruedas)				
Prensa horizontal (barrales y deslizadores)				
Alineador de pestaña (desgaste)				
Fotocelda frontal (ajuste y aspecto)				
Toboganes				
Puertas (ajuste, alineación, chapas)				
Lámparas germicidas (encendidas)				
Panel view (ajuste y aspecto)				
Válvulas moduladora, producto y CIP				
Rack de válvulas CIP y vapor				
Turbinas (extracción y aire estéril)				
Tablero eléctrico y de potencia				Inspección semanal del sistema.

Limpieza:

Frecuencia: Diaria

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	CABEZAL			OBSERVACIONES
	A	B	C	
Rodillos portarrollo				Utilice una solución de alcohol al 98%
Rodillos empalmador				
Rodillos fechador				
Rodillos predesarrollo				
Rodillos balancín				
Rodillos del sistema distensionador				
Ruedas desarrollo				
Toboganes				Se recomienda utilizar aerosol para limpieza y pulido de acero inoxidable 3M
Puertas				Utilice una solución de alcohol al 98%
Exterior cabina				Se recomienda utilizar aerosol para limpieza y pulido de acero inoxidable 3M
Exterior tanques de CIP y de peróxido				Se recomienda utilizar aerosol para limpieza y pulido de acero inoxidable 3M

Lubricación:

Frecuencia: D (diaria), S (semanal), M (mensual) y C (por condición).

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	CABEZAL			OBSERVACIONES / FRECUENCIA
	A	B	C	
Rieles del portarrollo				(M)
Bujes abierto y cerrado predesarrollo				(S)
Guías verticales balancín				Lubricar con Shell Tonna 68. (S/C)
Rodillos de las canastillas secas				(D/C)
Carro móvil del distensionador				(S)
Alineador-tensionador del conformador				(S)
Piñones cónicos del conformador				(M/C)
Prensa vertical móvil				(S)
Bujes abierto y cerrado desarrollo				(S)
Buje cuadrado del desarrollo				(S)
Deslizadores de la prensa horizontal móvil				(S)

8.3.4 Registro de mantenimiento autónomo para el equipo ESSI UHT-10. Se diseñó este documento como registro de control interno diario con el objeto de implementarse en planta. A continuación se presenta un bosquejo del registro:

Recuerde que las actividades de mantenimiento básicas son responsabilidad del operario del equipo y por ello se deben realizar de acuerdo al plan de mantenimiento establecido para cada planta.

Inspección visual y ajuste de elementos:

Frecuencia: Diaria

Las actividades que se deben realizar son de inspección de elementos como: empaques, mangueras, cableado, tubería, soportes, manómetros, RTDs, válvulas, cheques, bombas, etc. Verificación de parámetros al inicio de producción como presión, temperatura, caudal, intensidad, etc. de los servicios industriales. En la columna estado: 'B' indica en buen estado y 'M' en mal estado. En la columna acción: 'R' indica revisar y 'C' es cambiar.

ELEMENTO / SISTEMA / ACTIVIDAD	ESTADO		OBSERVACIONES	ACCIÓN	
	B	M		R	C
Empaques instalados (sin fugas)					
Tubería acoplada sin fugas (nivel y alineación)					
Abrazaderas y universales					
Soportes y bastidor (aspecto)					
Manómetros y RTDs (funcionamiento y aspecto):					
- Entrada de vapor					
- Entrada de agua de refrigeración					
- Entrada de aire comprimido					
- Entrada de producto al homogeneizador					
- Salida de producto al homogeneizador					
- Entrada de producto a envasadora					
- Retorno de producto de la envasadora					
- Producto de crudo (sin ultra-pasteurizar)					

- Tubo de retención					
- Tanque de agua caliente					
- Salida bomba de agua caliente					
- Válvula de contrapresión H1					
- Válvula de contrapresión H2					
- Válvula de seguridad para el intercambiador					
- Válvula de alivio del tanque de agua caliente					
- Línea de presión reducida de vapor					
Filtro de partículas (de producto)					
Filtro de la línea de suministro de vapor					
Válvula de seguridad para intercambiador de placas					
Válvula de alivio en tanque de agua caliente					
Válvulas de bola					
Válvulas de dos y tres vías					
Válvula de contrapresión H1					
Válvula de contrapresión H2					
Válvula de corte de vapor					
Válvula reductora de presión de vapor					
Válvula modulante de vapor					

Válvulas tipo cheques (resorte)				
Posicionador electro-neumático				
Bomba de producto				
Bomba suministro de agua caliente				
Bomba auxiliar de lavado CIP				
Bombas de ácido y soda				
Esterilizador de placas				
Mezclador vapor-agua caliente				
Tanque de balance				
Tanque de ácido y soda				
Mangueras neumática, racores, filtros, etc				
Cableado eléctrico y de potencia				
Tablero eléctrico (cableado, relés, guardamotors, contactores, breakers, etc)				
Panel view y PLC				

Limpieza:*Frecuencia: Diaria*

En la columna 'REV' marque una X cuando la tarea sea realizada.

ELEMENTO / SISTEMA	OBSERVACIONES	REV.
Bastidor, soportes y tubería en general	Se recomienda utilizar aerosol 3M para limpieza exterior y pulido de acero inoxidable	
Filtro de partículas	Desmontaje y lavado interno	
Válvulas y accesorios	Se recomienda utilizar solución jabonosa y sabra de la roja para válvulas sanitarias.	
Bombas de producto, agua caliente y CIP		
Bombas de ácido y soda		
Tanque de balance	Se recomienda utilizar aerosol 3M para limpieza exterior y pulido de acero inoxidable	
Tanque de ácido y soda	Se recomienda utilizar aerosol 3M para limpieza exterior y pulido de acero inoxidable	
Mangueras neumáticas	Se recomienda utilizar solución jabonosa	
Cableado eléctrico y de potencia		
Tablero de eléctrico y de control	Se recomienda utilizar limpiador en aerosol para contactos y componentes electrónicos	

Lubricación:*Frecuencia: D (diaria), S (semanal), M (mensual) y C (por condición).*

ELEMENTO / SISTEMA	OBSERVACIONES	REV.
Bomba de producto	(S / C)	
Bomba suministro de agua caliente	(S / C)	
Bomba auxiliar de lavado CIP	(S / C)	

8.3.5 Lecciones de un punto para los equipos ESSI. Se diseña seis lecciones de un punto (LUP), una parte obtenida en el resultado del análisis causa raíz presentado en la tabla No. 17, el cual arroja directamente la afectación de cinco sistemas; cuatro pertenecientes a la máquina empacadora y el resto para el esterilizador. Cada LUP comprende una guía rápida para el operador enfocada a obtener cero averías manteniendo control en las condiciones básicas de los equipos. Las figuras 67 a 72 muestran los LUP mencionados.

8.3.6 Registro para el informe de producción línea UHT. Se diseña además, un registro para el control de las variables críticas (véase figura 73) del proceso tomadas directamente del monitoreo de ambos equipos durante la producción. Estos datos deberán recopilarse y compararse con el sistema de monitoreo *smart line*. Su análisis estadístico permitirá predecir el comportamiento del proceso y el de los equipos. De esta manera, el EAC podrá tomar decisiones para la gestión del mantenimiento en la línea *UHT* y potencializar la productividad garantizando la disponibilidad de los activos críticos.


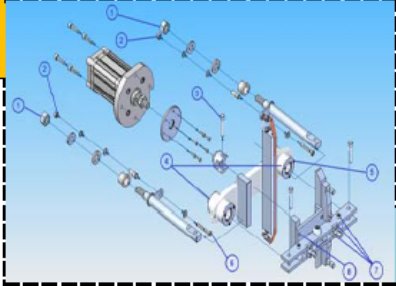

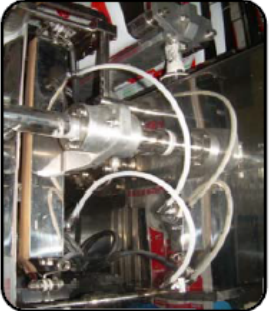



8.3.7 Indicadores del modelo. Los indicadores de gestión ayudan a monitorear la implantación del mantenimiento autónomo en la planta, su importancia radica en que cada departamento debe tener claro cuáles son sus responsabilidades y como es la metodología de evaluación, sin embargo esto no puede convertirse en un sistema de juzgamiento al personal, ya que se perdería el interés y la fuerza para una completa constitución de la política de mantenimiento autónomo. Los indicadores que se plantean para este modelo gerencial se enlistan en la tabla 21.

8.4 ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO

La implementación junto con los primeros resultados favorables del modelo gerencial de mantenimiento autónomo para los activos de la línea *UHT*, pueden tardar de uno a dos años. Aunque se trata de una actividad que consume mucho tiempo y recursos, incluye a todos los empleados de la planta para conseguir beneficios significativos generales. Las estrategias para la implementación del modelo se mencionan a continuación en varias etapas:

8.4.1 ¿Qué se hará? Luego de conocer el estado actual del mantenimiento y de crear las estrategias para desarrollar el modelo gerencial, se debe implementar el Programa para el Mantenimiento Autónomo (PMA) de la máquina empacadora aséptica ESSI A3 y del equipo esterilizador ESSI *UHT-10*. Con el único objetivo de posicionar los activos fabricados por la empresa ESSI SAS, como equipos de clase mundial de alta calidad, alta confiabilidad, bajo costo en manutención y altamente competitivos.

Figura 67. LUP para el sistema de sellado vertical.

	Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9			CODIGO FOMC-xx	VERSION 1
	LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)				
Tema: SISTEMA DE SELLADO VERTICAL		Equipo: MÁQUINA ENVASADORA ASEPTICA ESSI			
Objetivo: Instruir al operador en la verificación del sistema de sellado vertical en busca de detectar anomalías que puedan ser corregidas a tiempo por el personal de producción.					
Operario:		Fecha:		Facilitador:	
Clasificación LUP:		Acción correctiva	Acción preventiva	Caso de mejora	Formación
				Fecha de revisión:	Agosto de 2013
<div style="background-color: yellow; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> > Inspeccionar: teflones, guarnición y resistencia. > Revisar el estado de los tornillos porta-resistencias. > Comprobar la posición correcta del pasador en la horquilla (3). > Revisar el juego de los bujes ubicados en la mordaza móvil (4). > Verificar la circulación del agua de refrigeración. </div>					
				<div style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px;"> (1 y 2) Barrales. Llave fija 22 y 13 mm - Cant.2. (5) Mordaza móvil. Llave bristol 4 mm - Cant.4. (8) Mordaza fija. Llave bristol 5 mm - Cant.4 (7) Soporte sánduche. Llave bristol 5 mm - Cant.4. </div>	
Recuerde lubricar semanalmente los bujes de la prensa móvil realizando desplazamiento de la misma para generar una película sobre los barrales. Utilice grasa de tipo alimenticio en las graseras ubicadas a los extremos de prensa.					
 1. Revise periódicamente la distancia de sellado que debería ser de 8 a 10 mm. 2. Nivela los barrales, las prensas móvil y fija junto con los bloques topes. 3. Siempre que instale tornillería, no olvide utilizar grasa alimenticia sobre la rosca.		 En caso de presentarse filtración en este sellado, compruebe en este orden: alineación del plástico > teflones > guarnición > resistencia > porta-resistencias > presión del pistón > distancia de sellado > temperatura de refrigeración. Consulte el manual. Nunca realice actividades correctivas mientras la prensa está en funcionamiento.			

Revisado por:

Nombre: _____

Cargo: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Fuente: los autores.

Figura 68. LUP para el sistema de sellado horizontal.

	Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9		CODIGO FOMC-xx	VERSION 1
	LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)			
Tema: SISTEMA DE SELLADO HORIZONTAL		Equipo: MÁQUINA ENVASADORA ASEPTICA ESSI		
Objetivo: Instruir al operador en la verificación del sistema de sellado horizontal en busca de detectar anomalías que puedan ser corregidas a tiempo por el personal de producción.				
Operario:		Fecha:		Facilitador:
Clasificación LUP:		Acción correctiva	Acción preventiva	Caso de mejora
				Formación
				Fecha de revisión: Agosto de 2013
		<p style="background-color: #e0ffe0; padding: 5px;">Recuerde lubricar semanalmente la pista de los barrales donde se desliza la prensa móvil. Utilice grasa de tipo alimenticio.</p>		
<p style="background-color: #fff9c4; padding: 5px;"> > Comprobar el estado de los teflones, guarnición, resistencia y de los tensores porta-resistencias. > Posición correcta del pasador en la horquilla (10). > Revisar el desgaste parejo de los deslizadores (1). > Verificar la circulación del agua de refrigeración. </p>			<p style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px;"> (9) Barrales. Llave fija 22 mm - Cant.2. (4) Tornillos tensores. Llave bristol 5 mm - Cant.4. (5) Platina suplementaria. Llave bristol 5 mm - Cant.4 (7) Pisadores tensores porta-resistencia. Llave bristol 5 mm - Cant.4. (11) Mordaza fija. Llave fija 20 mm - Cant.2. </p>	
 <p>1. Revise periódicamente la distancia de sellado que debería ser de 6 mm. 2. Nivele los barrales ajustando los tornillos niveladores y manteniendo su distancia en sí 3. Siempre que instale tornillería, no olvide utilizar grasa alimenticia sobre la rosca.</p>		 <p>En caso de presentarse filtración en este sellado, compruebe en este orden: alineación del plástico > teflones (2) > guarnición (3) > resistencia (8) > porta-resistencias (6) > presión del pistón (12) > distancia de sellado > temperatura de refrigeración. Consulte el manual. Nunca realice actividades correctivas mientras la prensa está en funcionamiento.</p>		

Revisado por:

Nombre: _____


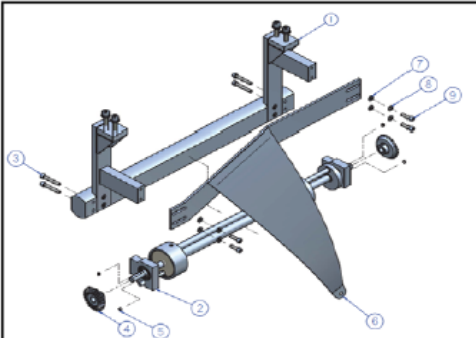
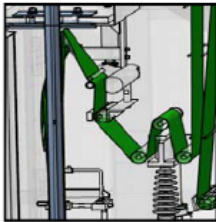
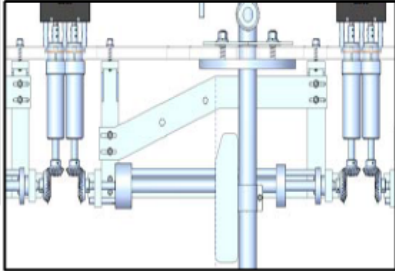


Cargo: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Fuente: los autores.

Figura 69. LUP para el sistema conformador.

	Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9		CODIGO FOMC-xx	VERSION 1	
	LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)				
Tema:	SISTEMA CONFORMADOR DE PLÁSTICO		Equipo:	MÁQUINA ENVASADORA ASEPTICA ESSI	
Objetivo:	Instruir al operador en la verificación del sistema conformador en busca de detectar anomalías que puedan ser corregidas a tiempo por el personal de producción.				
Operario:	Fecha:		Facilitador:	Fecha:	
Clasificación LUP:	Acción correctiva	Acción preventiva	Caso de mejora	Formación	Fecha de revisión: Agosto de 2013
<div style="background-color: #FFD700; padding: 5px;"> > Eliminar obstrucciones donde desliza el plástico. > Verificar el correcto enhebrado de plástico. > Verificar la posición del cuello formador. (6) </div>				<div style="background-color: #90EE90; padding: 5px;"> Recuerde lubricar los piñones cónicos (4) con grasa de grado alimenticio. De igual manera, lubrique la rosca del eje motriz por donde desliza el plato de aluminio. </div>	
 		<div style="background-color: #ADD8E6; padding: 5px;"> (6 y 9) Cuello formador y boomerang. Llave bristol 6 mm - Cant.5. (4) Piñones cónicos. Llave bristol 3 mm - Cant.4. (3) Soportes derecho e izquierdo boomerang. Llave bristol 6 mm - Cant. 4 (10) Ejes de acople con micromotor. Llave bristol 3 mm - Cant.4. </div>			
<div style="background-color: #FFD700; padding: 5px;"> > Engrane adecuado de los piñones cónicos. (4) > Verificar la posición de las chavetas inox. Cantidad: 3 </div>		<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="margin-right: 20px;">  <ol style="list-style-type: none"> 1. Realice marcas visibles para identificar mejor posición del cuello formador. 2. Nivele el boomerang, luego de ajustar la posición del cuello formador. 3. Siempre que instale tornillería, no olvide utilizar grasa alimenticia sobre la rosca. </div> <div>  <p>En caso de presentarse un respuesta nula en la alineación o tensión del sistema, proceda a verificar el giro del micromotor, seguido de una revisión de los acoples entre el micromotor y los ejes motrices y posterior el engrane adecuado de los piñones.</p> </div> </div>			

Revisado por:

Nombre: _____




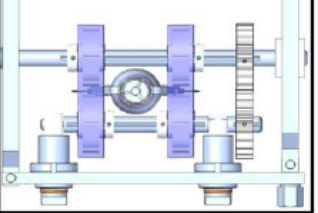
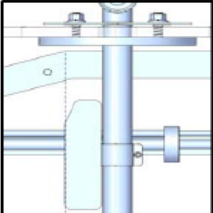


Cargo: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Fuente: los autores.

Figura 70. LUP para el sistema dosificador.

	Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9		CODIGO FOMC-xx	VERSION 1
	LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)			
Tema: SISTEMA DOSIFICADOR - TUBO DE INYECCIÓN		Equipo: MÁQUINA ENVASADORA ASÉPTICA ESSI		
Objetivo: Instruir al operador en la verificación del sistema dosificador en busca de detectar anomalías que puedan ser corregidas a tiempo por el personal de producción.				
Operario:		Fecha:		Facilitador:
Clasificación LUP:		Acción correctiva	Acción preventiva	Caso de mejora
				Formación
				Fecha de revisión: Agosto de 2013
 <p style="background-color: yellow; padding: 5px;">Si durante la limpieza de la tee de inyección encuentre residuos de leche quemada, esto es evidencia del regular sello que mantiene los cartuchos instalados. Proceda a cambiarlos inmediatamente.</p>		 <p style="background-color: lightgreen; padding: 5px;">Las boquillas deben instalarse de acuerdo a la presentación que se requiera. El diámetro interno varía dependiendo del tamaño de la presentación a envasar.</p> <p style="background-color: lightgreen; padding: 5px;">Los ganchos deben instalarse de acuerdo a la presentación que se requiera. El calibre varía dependiendo del tamaño de la presentación a envasar.</p>		
<p style="background-color: lightblue; padding: 5px;">La nivelación del tubo es garantía del correcto desarrollo del plástico. El tubo de inyección debe nivelarse con los desaireadores y el sistema desarrollo. Compruebe el nivel de la máquina antes de realizar la nivelación. Ajuste los tornillos de nivelación para el tubo de inyección en la parte superior de la máquina.</p> 		<p style="background-color: lightblue; padding: 5px;">La aleta formadora juega un papel fundamental en la alineación del plástico. Compruebe y ajuste la posición de este elemento</p> 		
 <ol style="list-style-type: none"> 1. No requiere lubricación de ningún tipo. 2. No requiere de apretado de tornillos. 3. Realice un constante chequeo del cierre de la varilla con la señal desde el panel. 		 <p>En caso de realizar un cambio de boquilla, paletas y/o ganchos en el tubo de inyección, el operador debe iniciar el bulbo de peróxido para garantizar la asepsia del sistema. Proceda a realizar la tarea de reemplazo durante un tiempo no mayor a 15 minutos.</p>		

Revisado por:

Nombre: _____

Cargo: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Fuente: los autores.

Figura 71. LUP general equipo esterilizador ESSI UHT-10 parte 1.

	Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9		CODIGO FOMC-xx	VERSION 1
	LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)			
Tema: PARÁMETROS DE CONTROL PARA LA PRODUCCIÓN PARTE I		Equipo: ESTERILIZADOR A PLACAS ESSI UHT-10		
Objetivo: Instruir al operador en la verificación de los parámetros de control en busca de detectar anomalías que puedan ser corregidas a tiempo por el personal de producción.				
Operario:		Fecha:		Facilitador:
Clasificación LUP:		Acción correctiva	Acción preventiva	Caso de mejora
				Formación
				Fecha de revisión: Agosto de 2013
 <p>La presión reducida de vapor debería mantenerse en 6 bar (90 psi). La variación en su valor puede ser un indicativo de variación en el suministro de vapor, daño en la válvula u obstrucción del filtro.</p>		 <p>La presión en la línea de producto debería ser de 5 bar (75 psi). Su variación podría indicar una anomalía en la bomba de producto u obstrucción en el filtro de partículas.</p>		
 <p>La presión del agua caliente debería mantenerse en 4 bar (60 psi). Su variación puede ser un indicativo de anomalía en la bomba de suministro de agua caliente.</p>		 <p>La presión del tanque de agua caliente debería mantenerse en 3 bar (40 psi). La variación de este parámetro podría indicar daño de la membrana de la válvula de alivio.</p>		
 <ol style="list-style-type: none"> 1. La obstrucción de un filtro podría reducir la lectura del manómetro. 2. Compare la lectura de los manómetros con la mostrada en el panel view. 3. Realice un constante chequeo de los manómetros y ajuste el nivel de glicerina. 		 <p>Nunca permita que un manómetro trabaje sin glicerina, esto podría dañar el resorte bourdon y mostrar una lectura errónea. Realice calibraciones de los mismos cada seis meses o de acuerdo a la normativa interna de la empresa.</p>		

Revisado por:

Nombre: _____

Cargo: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Fuente: los autores.

Figura 72. LUP general equipo esterilizador ESSI UHT-10 parte 2.

	Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9		CODIGO FOMC-xx	VERSION 1
	LECCIÓN DE UN PUNTO (LUP)			
Tema: PARÁMETROS DE CONTROL PARA LA PRODUCCIÓN PARTE II		Equipo: ESTERILIZADOR A PLACAS ESSI UHT-10		
Objetivo: Instruir al operador en la verificación de los parámetros de control en busca de detectar anomalías que puedan ser corregidas a tiempo por el personal de producción.				
Operario:		Fecha:		Facilitador:
Fecha:		Fecha:		
Clasificación LUP: Acción correctiva		Acción preventiva	Caso de mejora	Formación
				Fecha de revisión: Agosto de 2013
<p>La presión del agua caliente debería mantenerse en 6 bar (90 psi). La variación en su valor puede ser un indicativo de alguna anomalía en la bomba de suministro o en el tanque de agua caliente.</p>			<p>La presión en la línea de retorno del producto debería ser de 1,5 bar (20 psi). Su variación podría indicar anomalía en la válvula modulante, válvula de producto de la máquina envasadora o variación en la válvula de contrapresión H2.</p>	
	<p>La presión de salida del producto UHT debería mantenerse en 4 bar (60 psi). Su variación puede ser un indicativo de taponamiento en las placas del intercambiador o variación en la válvula de contrapresión H1.</p>		<p>La presión a la salida del homogeneizador debería mantenerse entre 5 bar a 8 bar. El aumento de este parámetro es un indicativo del incrustamiento de partículas sólidas entre las placas del intercambiador.</p>	
 <ol style="list-style-type: none"> 1. La obstrucción de un filtro podría reducir la lectura del manómetro. 2. Compare la lectura de los manómetros con la mostrada en el panel view. 3. Realice un constante chequeo de los manómetros y ajuste el nivel de glicerina. 		 <p>Nunca permita que un manómetro trabaje sin glicerina, esto podría dañar el resorte bourdon y mostrar una lectura errónea. Realice calibraciones de los mismos cada seis meses o de acuerdo a la normativa interna de la empresa.</p>		

Revisado por:

Nombre: _____

Cargo: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Fuente: los autores.

Tabla 23. Indicadores de gestión para el mantenimiento autónomo del modelo.

ITEM	INDICADOR	OBJETIVO	FÓRMULA	SENTIDO	UNIDAD	FRECUENCIA	METAS
1	Paradas de la Línea UHT	Establecer el número máximo de horas de parada de la línea UHT.	Horas de parada de máquina	Descendente	Horas	Mensual	Máximo el 10% del Número total de horas disponibles de la línea UHT. (Se refiere a parada mayores a 10 minutos).
2	Generación de LUP	Establecer el número de LUP que se deben generar.	Número de LUP	Ascendente	LUP	Mensual	Mínimo de 3 LUP.
3	Número de Fallas Solucionadas	Determinar el porcentaje de solución de Fallas encontradas.	$\frac{\# \text{ Fallas Solucionadas}}{\# \text{ Fallas Encontradas}}$	Ascendente	% (Porcentaje)	Mensual	Mínimo el 85%.
4	Capacitaciones	Determinar el número de capacitaciones de mantenimiento autónomo realizadas al personal de planta.	Capacitaciones de mantenimiento autónomo	Ascendente	Capacitaciones	Mensual	Mínimo de 2 capacitaciones.

Fuente: los autores.

Una vez aprobado el modelo por la junta directiva de ESSI SAS, la implementación del modelo debe iniciar como un programa piloto en una planta (cliente) productiva donde se encuentre uno o ambos activos instalados y preferiblemente donde se halla contratado un modelo de outosourcing para la gestión del mantenimiento industrial. La implementación debe involucrar el seguimiento y el respaldo del nivel estratégico; el control y supervisión del nivel táctico y la responsabilidad directa del nivel operativo; sin embargo será un compromiso de todos los empleados de la organización donde sea implementado.

Los resultados de la implementación del PMA se verán reflejados con el cumplimiento global de los indicadores de producción y en la reducción significativa de las averías en los equipos, de los defectos en los productos y la eliminación de posibles accidentes.

8.4.2 ¿Cómo se hará? El tema central del modelo aquí desarrollado hace referencia al mantenimiento autónomo, uno de los pilares del *TPM*, por tanto, el proceso de implementación debe iniciar con la sinergia de toda la organización, en este caso las partes interesadas o *stakeholders*; los cuales hacen parte de la planta productiva donde se desee implementar el programa piloto para la gestión del mantenimiento autónomo. La figura 74, muestra cada uno los pasos a seguir para lograr la implementación.

Figura 74. Etapas de la implementación del modelo gerencial.



Fuente: Los autores.

La primera etapa es responsabilidad del nivel estratégico, en este caso, de la junta directiva, incluida la gerencia y los directores de cada UEN de ESSI SAS. Una vez aprobado el modelo gerencial, se debe garantizar los recursos mínimos para el

inicio de la siguiente etapa. Es decir, los recursos económicos, humano y de mobiliario, que serán necesarios para el desarrollo normal de las actividades y el logro de los objetivos planteados para cada etapa.

La gerencia debe liderar la planeación para implementar el modelo gerencial con el apoyo de cada UEN, por ello debe:

- Establecer y definir el presupuesto económico destinado para la implementación del modelo.
- Gestionar el suministro de los recursos necesarios para el desarrollo de cada etapa.
- Comprometer a cada director de la UEN a realizar el control de los recursos que sean asignados para el desarrollo del modelo.
- Generar el liderazgo motivacional para lograr la implementación del nuevo modelo desde todos los niveles de la organización.

En cuanto a la etapa de documentación, el departamento de control de calidad con el apoyo de las UEN, deben adaptar los documentos, registros e información contenidos en este documento, los cuales fueron desarrollados en...la sección 8.3... La documentación debe ser incluida dentro del sistema de gestión integral que posee la empresa y aprobarse cada documento para su uso inmediato.

A futuro debe desarrollarse la documentación correspondiente a:

- El nuevo organigrama incluyendo la gestión del mantenimiento autónomo.
- La política del mantenimiento autónomo.
- La misión, visión y valores del mantenimiento autónomo.
- La caracterización del nuevo modelo de gestión del mantenimiento autónomo dentro del BPO en mantenimiento.
- Protocolo de mantenimiento autónomo para la máquina empacadora aséptica ESSI A3. Incluye registros y LUP.
- Protocolo de mantenimiento autónomo para el equipo esterilizador ESSI UHT-10. Incluye registros y LUP.
- Informe de producción diario de la línea *UHT*.
- Indicadores de gestión para el mantenimiento autónomo.

Las siguientes etapas (tres y cuatro) consisten en el cambio cultural, la socialización y la educación de todos los individuos involucrados en el mantenimiento autónomo. En el...capítulo 3...se expuso la teoría para la creación de una nueva cultura organizacional, generar el cambio y mantenerlo. El cambio iniciará desde el nivel estratégico hacia los demás niveles de la empresa impulsando las fuerzas generadoras del cambio mediante los objetivos que serán:

- Nombrar un líder para el PMA, el cual será el encargado de gestionar, planificar y desarrollar las tácticas del modelo gerencial y será el jefe del

equipo de alta competencia. Por tanto, esta persona debe poseer experiencia en dirección de proyectos, ingeniería y *TPM*.

- Consolidar el Equipo de Alta Competencia (EAC) para el control mantenimiento autónomo, conformado por personal experto en las áreas de ingeniería, producción, control de calidad y mantenimiento.
- Conformar el Equipo de Mantenimiento Autónomo (EMA) por operarios.
- Divulgar las estrategias para la implementación del PMA y velar por el cumplimiento de las metas planteadas por el EAC.
- Informar a través de reuniones mensuales sobre el cumplimiento de los indicadores, estadísticas de averías, defectos de calidad y EGP.
- Planear y realizar eventos de competitividad para motivar la participación de los operadores en el PMA.
- Crear un sistema de premiación para aquellos operarios que cumplan las metas planteadas por el EAC
- Recibir las sugerencias del EMA y evaluar su viabilidad de implementación.
- Llevar a cabo los niveles de educación para el mantenimiento autónomo en el EMA tales como: educación introductoria, educación progresiva (paso a paso), educación sobre inspección y educación de rutina.
- Mantener actualizado los niveles de educación en el EMA realizando rutinas de socialización liderados por los operarios de mayor experiencia.
- Nombrar líderes de zonas o líneas productivas para motivar el cambio y lograr el rompimiento de paradigmas que frenen el PMA.

El EAC nombrado para el programa de mantenimiento autónomo, no sólo apoyará el mantenimiento autónomo, sino también a otras actividades importantes tales como: la eliminación de las seis grandes pérdidas, el mantenimiento planificado y los sistemas de ingeniería preventiva. Es necesario que cualquier modificación relacionada a los aspectos culturales o conductuales de la organización, sean tratados conjuntamente por los directores de las UEN y el líder del EAC. El líder del EAC ayudará a mantener el compromiso de todos diseminando información e instrucciones estratégicas.

Por último, la etapa final como en cualquier proceso de gestión, corresponde a la medición, evaluación y control del PMA. Los objetivos en esta etapa serán:

- Capacitar en nuevas tendencias de gestión del mantenimiento de clase mundial a los integrantes del EAC.
- Aconsejar y enseñar conceptos sobre el desarrollo del PMA al EMA.
- Planificar y dirigir la educación del EMA.
- Organizar y programar las auditorías internas para el PMA.
- Medir el cumplimiento de los indicadores del PMA y plantear las estrategias para alcanzar los resultados.
- Estimar los costos y el presupuesto para el desarrollo del PMA.

- Realizar la retro-alimentación de la información necesaria a través de la comunicación clara y efectiva desde el nivel operativo hacia el nivel estratégico.

En el anexo 2, se presenta un resumen de los aspectos claves para el desarrollo del modelo de mantenimiento autónomo recomendado por Masaji Tajiri y Fumio Gotoh autores del libro: Programa para el desarrollo del mantenimiento autónomo.

8.4.3 ¿Cuándo se hará? En la anterior sección, se mencionó que la implementación puede tardar de uno a dos años para brindar resultados favorables. Sin embargo, el proceso puede medirse y controlarse mensualmente con el empleo de los indicadores de gestión del PMA, utilizando la documentación desarrollada por el mismo y asignando responsables a los objetivos planteados en cada una de las etapas de la implementación del modelo gerencial (figura 74).

En la tabla 22 y la figura 75, se observa un cronograma aproximado para el desarrollo oportuno de las etapas de la implementación del modelo; se incluyen otras sub-tareas que hacen parte de las estrategias de implementación.

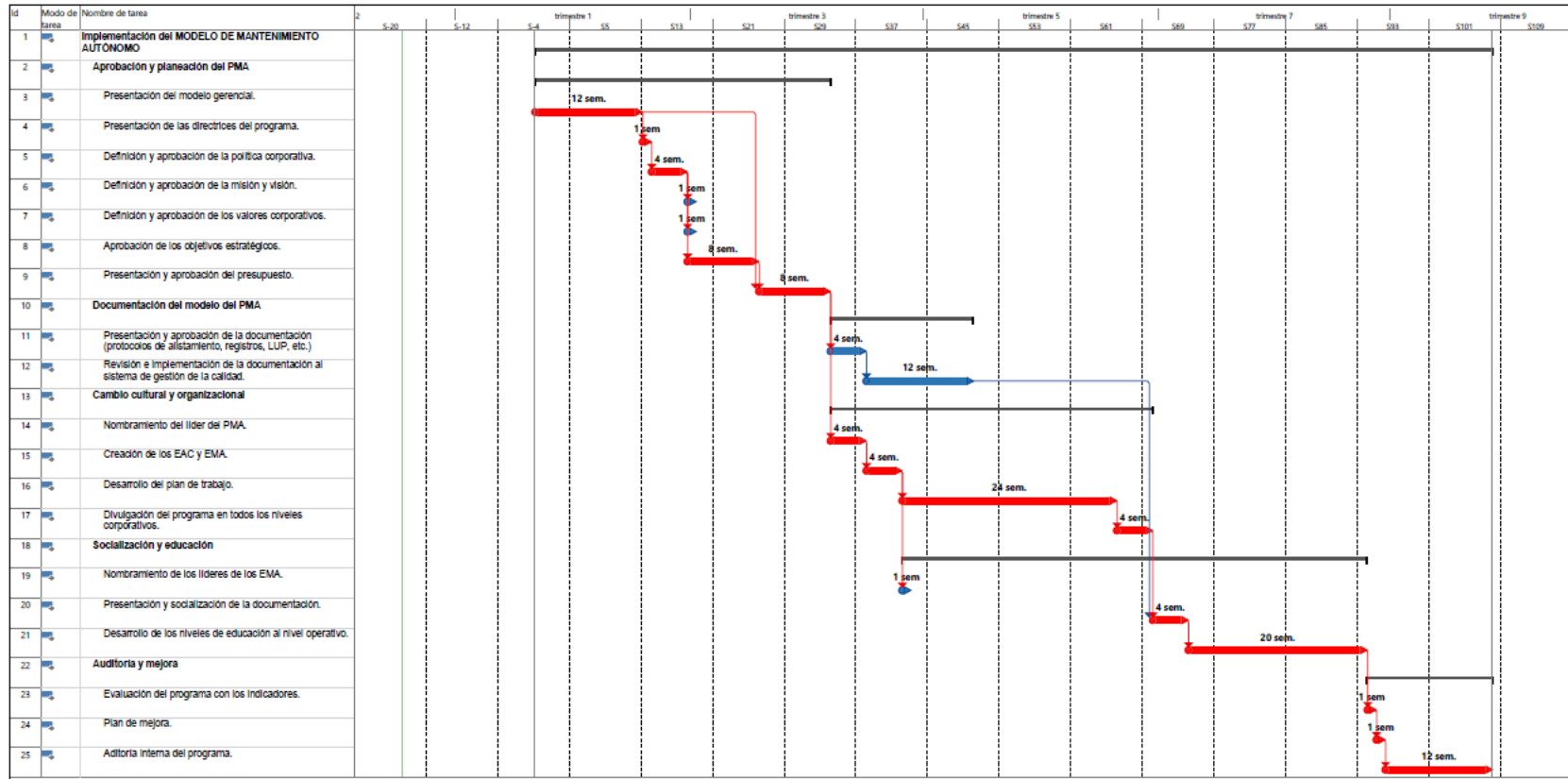
8.4.5 ¿Cuánto costará? El presupuesto inicial para la planeación, desarrollo, implementación y mejora continua del modelo gerencial requiere de una evaluación rigurosa de costos por parte de la gerencia y la junta directiva de la empresa ESSI SAS, quienes determinarán la cantidad necesaria de recursos a cambio de reducir los costos del servicio post-venta del 5% al 1% sobre el costo de los equipos fabricados con la marca ESSI. El presupuesto aproximado para iniciar con el PMA piloto se establece en la tabla 23.

Tabla 24. Cronograma para la implementación del PMA.

	NOMBRE DE LA TAREA	DURACIÓN	TAREAS PREDECESORAS
1	Implementación del MODELO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	535 días	
2	Aprobación y planeación del PMA	165 días	
3	Presentación del modelo gerencial.	12 semanas	
4	Presentación de las directrices del programa.	1 semanas	3
5	Definición y aprobación de la política corporativa.	4 semanas	4
5	Definición y aprobación de la misión y visión.	1 semana	5
7	Definición y aprobación de los valores corporativos.	1 semana	5
8	Aprobación de los objetivos estratégicos.	8 semanas	5
9	Presentación y aprobación del presupuesto.	8 semanas	3;8
10	Documentación del modelo del PMA	80 días	
11	Presentación y aprobación de la documentación (protocolos de alistamiento, registros, LUP, etc.)	4 semanas	9
12	Revisión e implementación de la documentación al sistema de gestión de la calidad.	12 semanas	11
13	Cambio cultural y organizacional	180 días	
14	Nombramiento del líder del PMA.	4 semanas	9
15	Creación de los EAC y EMA.	4 semanas	14
16	Desarrollo del plan de trabajo.	24 semanas	15
17	Divulgación del programa en todos los niveles corporativos.	4 semanas	16
18	Socialización y educación	260 días	
19	Nombramiento de los líderes de los EMA.	1 semana	15
20	Presentación y socialización de la documentación.	4 semanas	12;17
21	Desarrollo de los niveles de educación al nivel operativo.	20 semanas	20
22	Auditoría y mejora	70 días	
23	Evaluación del programa con los indicadores.	1 semana	21
24	Plan de mejora.	1 semana	23
25	Auditoría interna del programa.	12 semanas	24

Fuente: los autores.

Figura 75. Diagrama de Gantt para la implementación del PMA.



Fuente: los autores.

Tabla 25. Tabla de presupuesto para el desarrollo del modelo.

DESCRIPCIÓN	COSTO
Asesoría líder del EAC durante el proyecto (especialista en TPM).	\$ 29.425.000
Costo tiempo invertido recurso humano profesional durante el proyecto (incluye 12 personas x 1,5 horas diarias).	\$ 115.560.000
Infraestructura y mobiliario (incluye espacio de trabajo, sillas, mesas, muebles, estantes, equipos de cómputo, etc.)	\$ 18.000.000
Viáticos (transporte y alojamiento del personal involucrado en la implementación)	\$ 32.000.000
Documentación (incluye gastos de papelería, libros, revistas, impresiones, etc.)	\$ 5.500.000
Socialización y educación (incluye capacitaciones, cursos, reuniones, folletos, etc.)	\$ 12.000.000
Bonificaciones (sistema de premiación).	\$ 5.000.000
Auditoría y mejora	\$ 12.450.000
Subtotal	\$ 229.935.000
Imprevistos (2%)	\$ 4.598.700
Total	\$ 234.533.700

Fuente: los autores.

9. CONCLUSIONES

El modelo gerencial desarrollado en este trabajo puede ser aplicado en cualquier planta productiva donde se encuentre instalado algún equipo crítico fabricado por la empresa ESSI SAS. Sin embargo, para lograr mejores resultados en la implementación es necesario que los responsables del proceso sean guiados y/o asesorados por personal idóneo que asigne ESSI SAS.

Se concluye que, el iniciar este proyecto con una auditoría interna del estado actual del mantenimiento en la planta de LECHESAN S.A., fue necesario para identificar las fallas específicas del proceso; recolectar información antes, durante y después de la producción a través de los registros establecidos por la empresa; evaluar el desempeño del personal operativo y de mantenimiento con el objetivo de generar una base sólida de partida para el desarrollo del modelo.

Se incluyó el cambio de cultura organizacional como un tema fundamental para establecer la estrategia de mantenimiento autónomo, en el cual se hizo hincapié debido a que desde allí se debe generar los cambios y rompimientos de paradigmas ligados al personal que se involucra de forma directa o indirecta con el proceso productivo y de mantenimiento. Nuevas directrices, política y valores corporativos se plantearon junto con otras estrategias administrativas enfocadas a la implementación de un programa mantenimiento autónomo.

Se deduce que, el resultado del análisis de causa raíz realizado al proceso *UHT* en LECHESAN S.A. evidenció; más allá de problemas operativos por alistamiento de equipos, diligenciamiento de registro sin conciencia y procedimientos sub-estándares; la falta de preparación en la inducción de nuevos operarios con tiempos insuficientes, niveles de educación regulares por deficiencias en conceptos claros, roles y objetivos bien definidos. No existe un plan de capacitaciones y de re-inducciones para el personal operativo que pueda ser controlado y mejorado por el departamento de recursos humanos con el apoyo de las demás áreas. Estos aspectos son la causa raíz del 70% de las fallas que pueden controlarse hasta alcanzar el 1,5% de gastos post-venta por garantía de los equipos fabricados por ESSI SAS y que se presenta en casi todas las empresas del sector.

Se concluye que, mediante el uso del análisis de criticidad y confiabilidad se determinaron los elementos de mayor importancia y de alta rotación para los equipos críticos de la línea *UHT*. Además del empleo de criterios basados en el mantenimiento preventivo y de condición a lo largo de la trayectoria y experiencia de la empresa fabricante. El resultado de un almacenamiento mínimo de repuestos va ligado con la reducción en el costo de manutención de los equipos mismos y se espera un aumento en la disponibilidad productiva del 90%.

Finalmente, se deduce que la efectividad del modelo gerencial dependerá del apoyo de todos los niveles de la organización donde sea implementado, partiendo del apoyo incondicional del nivel gerencial, quien brinde los recursos necesarios para el desarrollo de cada una de las etapas y el respaldo de los demás responsables quienes logren la sinergia necesaria para lograr resultados tales como: un EGP superior al 85%, afectación al desempeño en producción por mantenimiento menor al 5%, eficacia del mantenimiento mayor al 95% y reconocimiento de los clientes como una organización de clase mundial y de calidad superior.

BIBLIOGRAFÍA

- BORRÁS PINILLA, Carlos. Principios de Mantenimiento: Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2013. 156 p.
- CHIAVENATO, Idalberto. Administración de Recursos Humanos. 5 ed. Bogotá: Mc Graw Hill, 2001. P. 1-57, 586-615. ISBN 958-41-0037-8.
- GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. 1 ed. Bucaramanga: Ediciones de la U, 2012. 168 p. ISBN: 9789587620511.
- GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento Preventivo: Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2009. 175 p.
- GONZÁLEZ JAIMES, Isnardo. Seminario II: Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2013. XX p.
- HELLRIEGEL, Don y SLOCUM, John W. Jr. Comportamiento Organizacional. 10 ed. México: Thomson, 2004. P. 376-426. ISBN: 9706863672.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental. NTC-ISO 19011. 3 ed. Bogotá: ICONTEC, 2002. 39 p.
- _____. Referencias Bibliográficas. Contenido, Forma y Estructura. NTC 5613. Bogotá: ICONTEC, 2008. 33 p.
- _____. Referencias Documentales para Fuentes de Información Electrónicas. NTC 4490. Bogotá: ICONTEC, 1998. 23 p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines. ISO-17359. 1 ed. Ginebra: ISO, 2003. 16 p.
- _____. Petroleum, petrochemical and natural gas industries-collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. ISO-14224. Ginebra: ISO, 2006. 170 p.

MOUBRAY, John. RCM II: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Oxford: Biddles, 2004. P. 6-7. ISBN: 09539603-2-3.

NAKAJIMA, Seiichi. Introducción al TPM. Madrid: Tecnología de Gerencia y Producción (TGP), 1991. 127 p. ISBN: 8487022812.

TAJIRI, Masaji y GOTOH, Fumio. Programa para el Desarrollo del Mantenimiento Autónomo: Despliegue y práctica del TPM en las áreas de trabajo. Madrid: TGP Hoshin, 2004. 330 p. ISBN: 2910010158890.

ANEXOS

Anexo A. Equipo Esterilizador a placas ESSI UHT-10.

EQUIPO ULTRAPASTEURIZADOR
CAPACIDAD DE **10.000 L/H**

Soluciones Eficientes

Esterilizador Placas

Referencia **ESSI-UHT-10**



“Bajos costos de mantenibilidad”.

Características Técnicas

- Capacidad de producción: 10000Lt/h
- Temperatura de esterilización: 137°C
- Material de la placa: Acero inoxidable 316L
- Nivel de tensión: 220V Trifásico - 60Hz
- Consumo energía eléctrica: 17 KW
- Consumo de Vapor: 680 Kg/h
- Consumo de aire Comprimido: 2.3cfm
- Peso: 2.4 Ton
- Dimensiones: 3200(Largo), 2000(Ancho), 1800(Alto)

Anexo B. Máquina Empacadora Aséptica ESSI A3.



MÁQUINA
Llenadora Aséptica

Soluciones Eficientes

“Tenemos la Garantía más larga de la industria”.

Tecnología de alta calidad que garantiza flexibilidad de producción con dosificación electrónica.

ESSIA3

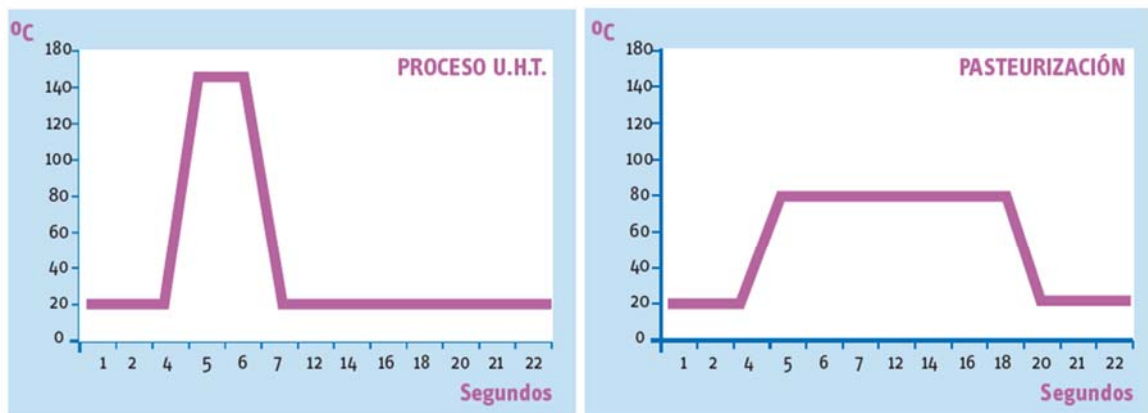
Llenadora Aséptica de líquidos para productos alimenticios.

La máquina **ESSIA3** es la empacadora y fraccionadora ideal para industrias que requieren una alta productividad, gracias a su capacidad de llenado de 3 bocas y sus sistemas integrados que permiten envasar simultáneamente diferentes tamaños de empaque, en un ambiente de asepsia total.

Anexo C. Proceso de Ultrapasteurización.

UHT (Ultra High Temperature) y **UAT** (Ultra Alta Temperatura), es un proceso térmico para obtener esterilidad comercial en alimentos como la leche, sin cambiar su sabor ni sus propiedades nutricionales. El objetivo principal del proceso de **UHT** es su conservación del producto por un tiempo indefinido en envases herméticamente cerrados y a temperatura ambiente.

El tratamiento **UHT** es una técnica de preservación de alimentos líquidos mediante su exposición a un breve e intenso calentamiento, normalmente a temperaturas en el rango de 135-140°C durante un tiempo que va desde 2 a 4 segundos. 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.



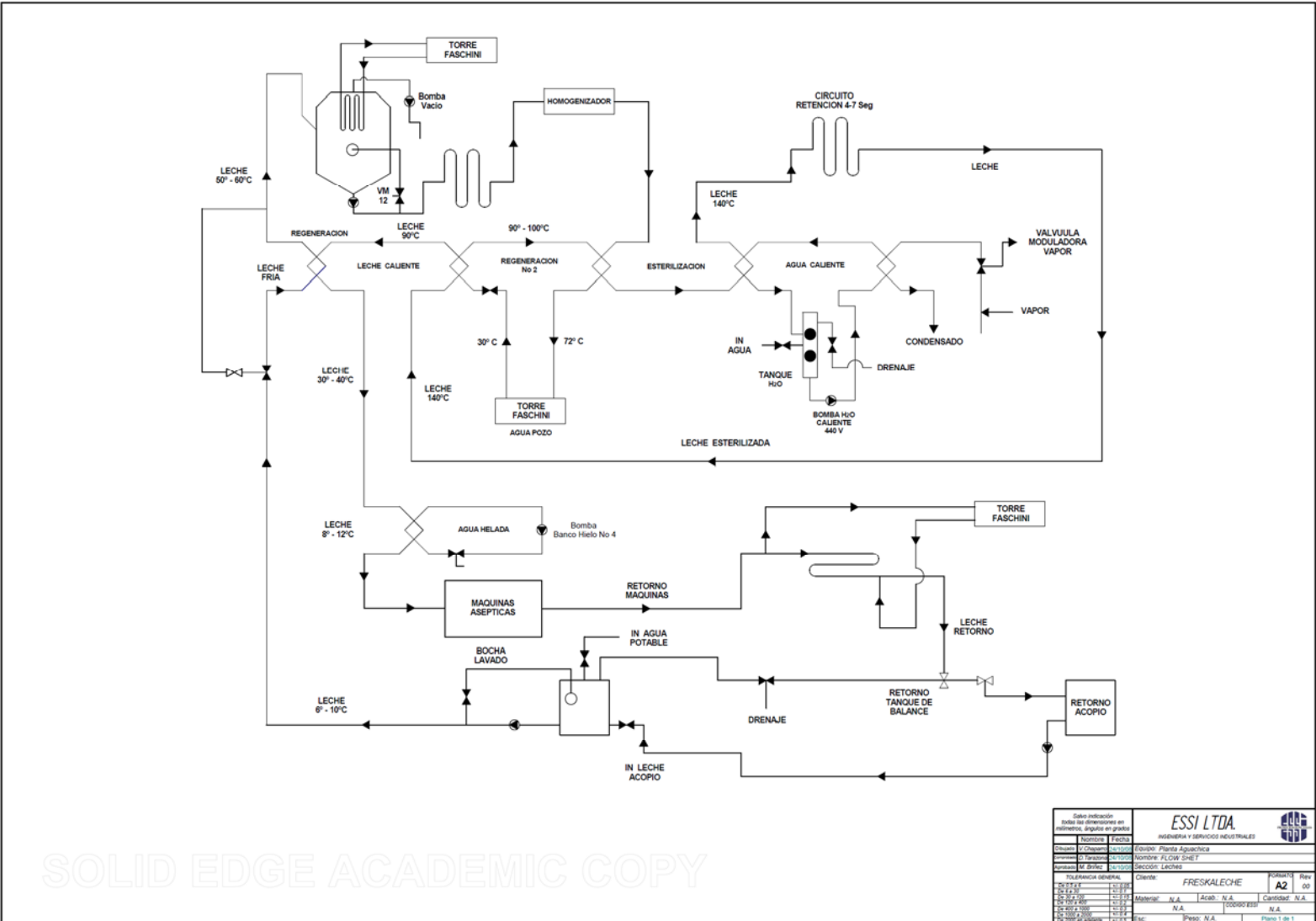
Fuente: Tecnología Aséptica. La Revolución en el Procesamiento y Envasado de la Leche. Revista Chilena de Nutrición. Volumen 28, Suplemento Nº1, Enero 2001. P 108

El tratamiento **UHT** es un proceso continuo que tiene lugar en un sistema cerrado que previene que el producto sea contaminado por microorganismos presentes en el aire. El producto pasa a través de pasos de calentamiento y enfriamiento en rápida sucesión.

Existen dos métodos de obtención de la leche **UHT**:

- **UHT** directo: calentamiento por intercambiadores de calor.
- **UHT** indirecto: calentamiento por inyección de vapor.

El diagrama de flujo del proceso UHT se observa a continuación, en el cual se describe el proceso indicando las temperaturas ideales, presiones, interconexiones y activos involucrados en el proceso mismo.



ESTE PLANO ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DE ESSI LTDA. PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACION DE ESSI LTDA.

Datos indicación: Todas las dimensiones en milímetros, ángulos en grados.		ESSI LTDA. INDUSTRIAS Y SERVICIOS INDUSTRIALES		
Proyecto: FRESKALECHE Cliente: FRESKALECHE	Fecha: 12/01/2011 Nombre: FLOW SHEET	Ubicación: Planta Aseptica Sección: Leches	Formas: A2 Rev: 00	
Dimensiones: 1200x1000 Escala: 1:1	Materiales: N.A. Acabado: N.A.	Cantidad: N.A.	Página: 1 de 1	

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

Anexo D. Envasado de leche *UHT*.

Es el paso que sigue al proceso *UHT* 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 (envasado en polietileno o *sachet* y en cartón).

Una vez terminado el proceso *UHT*, 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 el 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 sobrepresión 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).

El proceso del envasado aséptico en bolsa se muestra a continuación. El paso del polietileno a lo largo de varios sistemas mecánicos que componen la máquina empacadora *ESSI*, debe ser tal, para que exista tensión, alineación, arrastre, baño con peróxido, secado, conformado y sellado del mismo.

Anexo E. Matriz de criticidad de los activos en planta Lechesan S.A.

Criterios utilizados para la creación de la matriz de criticidad:

COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA		COSTO DEL ACTIVO (REEMPLAZO O ADQUISICIÓN DE UNO NUEVO)	
ARRANQUE SIMPLE	0	POCO COSTOSO	0
COMPLEJO #1	1	COSTOSO	1
COMPLEJO #2	2	MUY COSTOSO	2
CRITERIO DE EXPLOTACIÓN		COSTOS INDIRECTOS	
SECUNDARIA	0	BAJOS	0
PRINCIPAL	1	MEDIOS	1
VITAL	3	ELEVADOS	2
FUNCIONAMIENTO		IMPACTO A LA CALIDAD	
ESPORADICA	0	EQUIPO NO INTERVIENEN DE MANERA DIRECTA EN LA CALIDAD	1
INTERMITENTE	1	EQUIPO INTERVIENE EN LA CALIDAD DE PRODUCTO TERMINADO	2
CONTINUA	2	EQUIPO INTERVIENE EN LA CALIDAD DE PRODUCTO EN PROCESO	3
		EQUIPO DE EMAPQUE ENCARGADO DE GARANTIZAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO	4
		EQUIPO CRITICO PARA LA CALIDAD DE TODA UNA LINEA DE PROCESO	5
		EQUIPO CRITICO PARA LA CALIDAD DE MAS DE UNA LINEA DE PROCESO	6
COSTOS DE MANTENIMIENTO			
BAJOS	0		
MEDIOS	1		
ELEVADOS	2		
		NIVEL DE CRITICIDAD	
		INDICES ≤ 6	BAJO
TOTAL EQUIPOS	177	$7 \geq$ INDICES ≤ 12	MEDIO
TOTAL SUB-EQUIPOS	0	INDICES ≥ 13	ALTO

ITEM	EQUIPO	COD.EQUIP	COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA	CRITERIO DE EXPLOTACION	FRECUENCIA DE FUNCIONAMIENTO	COSTOS			IMPACTO EN LA CALIDAD	INDICE DE CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
						MANTENIMIENTO	DEL ACTIVO	INDIRECTO			
	RECIBO										
1	Bomba de descargue	BHRE-010	0	3	1	0	0	1	2	7	MEDIO
2	Enfriador a placas Chester-Jensen	BHRE-020	1	1	1	1	1	1	2	8	MEDIO
3	Tanque No. 1	BHRE-030	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
4	*Motor reductor del tanque No. 1	BHRE-031	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
5	Tanque No. 2	BHRE-040	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
6	*Motor reductor del tanque No. 2	BHRE-041	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
7	Tanque No. 3	BHRE-050	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
8	*Motor reductor del tanque No. 3	BHRE-051	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
9	Tanque No. 4	BHRE-060	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
10	*Motor reductor del tanque No. 4	BHRE-061	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
11	Bomba de re-enfriar	BHRE-070	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
12	Bomba de lavados	BHRE-080	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
	PASTEURIZADO										
13	Tanque No. 5 (suministro de leche termizada)	BHPA-010	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
14	*Motor reductor del tanque No. 5	BHPA-011	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
15	*Bomba de producto tanque No. 5	BHPA-012	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
16	*Bomba de repuesto tanque No. 5	BHPA-013	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
17	*Bomba suministro de leche pasteurizador	BHPA-014	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
18	Pasteurizador de placas TETRA PAK	BHPA-020	0	3	1	2	2	2	3	13	ALTO
19	*Bomba de producto M2	BHPA-021	0	3	1	0	0	2	3	9	MEDIO
20	*Bomba de agua caliente M9	BHPA-022	0	3	1	0	0	2	3	9	MEDIO
21	*Bomba de refuerzo M6	BHPA-023	0	3	1	0	0	2	3	9	MEDIO
22	SP Tetra Centrífuga (Clarificadora MRPX 214TGB-74C)	BHPA-030	2	3	1	2	2	2	3	15	ALTO
23	*Motor eléctrico principal (100 HP)	BHPA-031	2	3	1	2	1	2	4	14	ALTO
24	Homogeneizador Nirosoavi Modelo: NS3075H	BHPA-040	2	3	1	2	2	2	3	15	ALTO
25	*Motor eléctrico principal (100 HP)	BHPA-041	2	3	1	1	1	2	4	14	ALTO
26	*Motor eléctrico bomba de aceite (1/2 HP)	BHPA-042	2	3	1	1	1	2	4	14	ALTO
27	Tanque No. 7	BHPA-050	0	1	1	0	0	1	3	6	BAJO
28	*Motor reductor del tanque No. 7	BHPA-051	0	1	1	0	0	1	3	6	BAJO
29	*Bomba de producto tanque No. 7	BHPA-052	0	1	1	0	0	1	3	6	BAJO
	UHT										
30	Plato giratorio	BHUL-010	0	1	1	0	0	0	3	5	BAJO
31	Esterilizador ESSI UHT-10	BHUL-020	2	3	1	2	2	2	4	16	ALTO
32	*Bomba de producto B1	BHUL-021	1	3	1	0	0	2	4	11	MEDIO
33	*Bomba de agua caliente B2	BHUL-022	1	3	1	0	0	2	4	11	MEDIO
34	*Bomba de refuerzo para lavados B3	BHUL-023	1	3	1	0	0	2	4	11	MEDIO
35	*Bomba de tanque de desgasificador	BHUL-024	1	3	1	0	0	2	4	11	MEDIO
36	*Bomba de vacío	BHUL-025	1	3	1	0	0	2	4	11	MEDIO
37	Homogeneizador Tetra Alex25	BHUL-030	2	3	1	2	2	2	4	16	ALTO
38	*Motor eléctrico principal (100 HP)	BHUL-031	2	3	1	1	1	2	4	14	ALTO
39	*Motor eléctrico bomba de aceite hidráulico (1/2 HP)	BHUL-032	2	3	1	1	1	2	4	14	ALTO
40	Maquina aséptica ESSI A3	BHUL-040	2	3	1	1	1	2	4	14	ALTO
41	*Motor turbina de extracción de peróxido	BHUL-041	2	3	1	0	0	2	4	12	ALTO
42	*Motor turbina de aire esteril	BHUL-042	2	3	1	0	0	2	4	12	ALTO
43	*Motor reductor de predesarrollo boca A	BHUL-043A	2	3	1	0	0	1	4	11	ALTO
44	*Motor reductor de predesarrollo boca B	BHUL-043B	2	3	1	0	0	1	4	11	ALTO
45	*Motor reductor de predesarrollo boca C	BHUL-043C	2	3	1	0	0	1	4	11	ALTO
46	*Motor reductor de desarrollo boca A	BHUL-044A	2	3	1	0	0	1	4	11	ALTO
47	*Motor reductor de desarrollo boca B	BHUL-044B	2	3	1	0	0	1	4	11	ALTO
48	*Motor reductor de desarrollo boca C	BHUL-044C	2	3	1	0	0	1	4	11	ALTO
49	*Bomba de lavado CIP envasadora ESSI A3	BHUL-045	1	3	1	0	0	2	4	11	MEDIO
50	*Motor reductor banda transportadora envasadora essi A3	BHUL-046	1	3	1	0	0	2	3	10	ALTO

ITEM	EQUIPO	COD.EQUIP	COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA	CRITERIO DE EXPLOTACION	FRECUENCIA DE FUNCIONAMIENTO	COSTOS			IMPACTO EN LA CALIDAD	INDICE DE CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
						MANTENIMIENTO	DEL ACTIVO	INDIRECTO			
51	Banda transportadora embalaje	BHUL-050	1	3	1	0	0	2	4	11	MEDIO
52	*Motor reductor #1	BHUL-051	0	1	1	0	0	1	3	6	MEDIO
53	*Motor reductor #2	BHUL-052	0	1	1	0	0	1	3	6	MEDIO
54	Motor extractor #1 sala UHT 4HP	BHUL-060	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
55	Motor extractor #2 sala UHT 2HP	BHUL-070	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
56	Motor extractor #3 sala UHT 2HP	BHUL-080	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
57	Motor inyector de aire a la sala UHT 7HP	BHUL-090	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
58	Compresor KAESER ASD40T	BHUL-100	1	2	2	2	2	2	6	17	ALTO
59	Bomba suministro de agua helada	BHUL-110	1	2	2	2	2	2	6	17	ALTO
SERVICIOS INDUSTRIALES											
60	Compresor MYCOM No.1	BHSI-010	1	3	2	2	2	2	3	15	ALTO
61	*Motor eléctrico del compresor de amoníaco MYCOM #1	BHSI-011	2	3	1	1	1	2	4	14	ALTO
62	Compresor MYCOM No.2	BHSI-020	1	3	2	2	2	2	3	15	ALTO
63	*Motor eléctrico del compresor de amoníaco MYCOM #2	BHSI-021	2	3	1	1	1	2	4	14	ALTO
64	Banco de hielo #1	BHSI-030	0	2	2	0	0	1	3	8	MEDIO
65	*Bomba de banco de hielo #1	BHSI-031	0	2	2	0	0	1	3	8	MEDIO
66	Banco de hielo #2	BHSI-040	0	2	2	0	0	1	3	8	MEDIO
67	*Bomba de banco de hielo #2	BHSI-041	0	2	2	0	0	1	3	8	MEDIO
68	Bomba de refrigeración de culatas compresores de amoníaco	BHSI-050	0	2	2	0	0	1	2	7	MEDIO
69	Condensador evaporativo No. 1	BHSI-060	1	3	2	2	2	2	3	15	ALTO
70	*Motor ventilador torre No. 1	BHSI-061	0	2	2	0	0	1	3	8	MEDIO
71	*Bomba de recirculación torre No. 1	BHSI-062	0	2	2	0	0	1	3	8	MEDIO
72	Condensador evaporativo No. 2	BHSI-070	1	3	2	2	2	2	3	15	ALTO
73	*Motor ventilador torre No. 2	BHSI-071	0	2	2	0	0	1	3	8	MEDIO
74	*Bomba de recirculación torre No. 2	BHSI-072	0	2	2	0	0	1	3	8	MEDIO
75	Caldera Continental de 70BHP (dual)	BHSI-080	1	2	2	2	2	2	6	17	ALTO
76	*Motor ventilador	BHSI-081	1	2	2	0	0	2	6	13	ALTO
77	*Bomba suministro de ACPM	BHSI-082	1	2	0	0	0	0	2	5	BAJO
78	*Bomba suministro de agua a caldera	BHSI-083	1	2	2	0	0	1	6	12	MEDIO
79	*Bomba suministro de agua auxiliar	BHSI-084	1	2	2	0	0	1	6	12	MEDIO
80	*Bomba suministro de aditivo	BHSI-085	0	2	2	0	0	1	6	11	MEDIO
81	Caldera Continental de 40BHP	BHSI-090	1	2	2	1	2	2	5	15	ALTO
82	*Motor ventilador	BHSI-091	1	2	2	0	0	2	5	12	MEDIO
83	*Bomba suministro de agua	BHSI-092	1	2	2	0	0	2	5	12	MEDIO
84	*Bomba suministro de aditivo	BHSI-093	0	2	0	0	0	1	3	6	MEDIO
85	Caldera Titus de 40BHP (dual)	BHSI-100	1	2	0	1	2	1	3	10	MEDIO
86	*Motor ventilador	BHSI-101	1	2	0	0	0	1	3	7	MEDIO
87	*Bomba suministro de ACPM	BHSI-102	1	2	0	0	0	0	2	5	BAJO
88	*Bomba suministro de agua	BHSI-103	1	2	0	0	0	1	3	7	MEDIO
89	*Bomba suministro de aditivo	BHSI-104	0	2	2	0	0	2	5	11	MEDIO
90	Bomba principal de suministro de agua potable A4	BHSI-110	1	0	2	0	0	1	1	5	BAJO
91	Bomba auxiliar de suministro de agua potable A3	BHSI-120	1	0	0	0	0	1	1	3	BAJO
92	Bomba equipo hidroneumático A1	BHSI-130	1	0	0	0	0	1	1	3	BAJO
93	Bomba para tanque auxiliar de agua potable A2	BHSI-140	1	0	0	0	0	1	1	3	BAJO
94	Compresor Kaeser ASD25T	BHSI-150	1	1	2	1	2	2	1	10	MEDIO
95	Compresor Copeland 30HP (cava)	BHSI-160	1	2	2	1	2	2	2	12	MEDIO
96	Planta eléctrica Blackstorm 347,5KW	BHSI-170	1	3	0	2	2	2	6	16	ALTO
97	*Motor DIESEL compresor marca Lister	BHSI-171	2	0	0	1	1	1	6	11	MEDIO
98	*Alternador de la planta	BHSI-172	1	3	0	2	2	2	6	16	ALTO
99	*Generador de la planta	BHSI-173	1	3	0	2	2	2	6	16	ALTO
100	Tanque de suministro de ACPM	BHSI-180									
101	*Bomba para llenado tanque aéreo de ACPM	BHSI-181	0	1	0	0	0	0	1	2	BAJO
102	*Bomba de ACPM calderas y planta eléctrica	BHSI-182	0	1	0	0	0	2	1	4	BAJO


ITEM	EQUIPO	COD.EQUIP	COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA	CRITERIO DE EXPLOTACION	FRECUENCIA DE FUNCIONAMIENTO	COSTOS			IMPACTO EN LA CALIDAD	INDICE DE CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
						MANTENIMIENTO	DEL ACTIVO	INDIRECTO			
103	Transformador SIEMENS 630KVA	BHSI-200	1	3	2	2	2	2	6	18	ALTO
104	Transformador elevador 100 KVA	BHSI-210	1	3	2	2	2	2	6	18	ALTO
105	Lavadora de Cestillos	BHSI-220	2	3	1	1	1	1	3	12	MEDIO
106	*Bomba de prelavado	BHSI-221	1	2	1	0	0	1	2	7	MEDIO
107	*Bomba de lavado	BHSI-222	1	2	1	0	0	1	2	7	MEDIO
108	*Bomba de enjuague final	BHSI-223	1	2	1	0	0	1	2	7	MEDIO
109	*Motor reductor de la banda transportadora	BHSI-224	1	2	1	0	0	1	2	7	MEDIO
110	Hidrolavadora Karcher	BHSI-230	0	0	0	0	0	0	1	1	BAJO
111	Aires acondicionados	N.A.	1	0	1	0	0	0	1	3	BAJO
AGUA BOLSA											
112	Bomba de ozono	BHAG-010	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
113	Bomba de retrolavado filtros	BHAG-020	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
114	Bomba suministro filtro 3 micras	BHAG-030	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
115	Bomba de alimentación a tanques aéreos	BHAG-040	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
116	Envasadora IS2 J	BHAG-050	1	3	1	1	1	1	5	13	ALTO
117	*Motor reductor desarrollo	BHAG-051	1	3	1	0	0	1	5	11	ALTO
118	*Fechador	BHAG-052	1	0	1	0	0	0	5	7	MEDIO
119	Envasadora IS2 I	BHAG-060	1	3	1	1	1	1	5	13	ALTO
120	*Motor reductor desarrollo	BHAG-061	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
121	*Fechador	BHAG-062	1	3	1	0	0	0	3	8	BAJO
122	Envasadora Nagema	BHAG-070	1	3	1	1	1	1	5	13	ALTO
123	*Motor reductor desarrollo	BHAG-071	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
124	*Bomba de vacío	BHAG-072	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
125	*Fechador	BHAG-073	1	0	1	0	0	0	3	5	BAJO
126	Tanque aéreo No.1	BHAG-080	0	3	1	0	0	0	2	6	BAJO
127	Tanque aéreo No.2	BHAG-090	0	3	1	0	0	0	2	6	BAJO
128	Tanque No. 9	BHAG-100	0	3	1	0	0	0	2	6	BAJO
129	*Agitador Tanque No. 9	BHAG-101	0	3	1	0	0	0	2	6	BAJO
130	Mezclador Triblander	BHAG-110	1	3	1	0	0	1	3	9	MEDIO
131	Tanque No. 11	BHAG-120	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
132	*Bomba del tanque No. 11	BHAG-121	0	1	1	0	0	0	2	4	BAJO
133	Homogenizador Gaulin Modelo: 700BF9B-2PS	BHAG-130	2	3	1	2	2	2	5	17	ALTO
134	*Motor eléctrico principal (100 HP)	BHTA-131	2	3	1	1	1	2	4	14	ALTO
135	Pasteurizador APV	BHAG-140	2	3	1	2	2	2	5	17	ALTO
136	Enfriador a placas	BHAG-141	1	3	1	1	1	2	3	12	MEDIO
137	*Bomba de producto	BHAG-142	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
138	*Bomba de agua caliente	BHAG-143	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
PLANTA PET											
139	Compresor SK26	BHPE-010	1	3	1	1	1	1	3	11	MEDIO
140	Secador TB19	BHPE-020	1	3	1	0	0	1	3	9	MEDIO
141	Chiller ULTRA COOL	BHPE-030	1	3	1	0	0	1	3	9	MEDIO
142	Banda alimentadora de preformas	BHPE-040	1	3	1	1	1	2	5	14	MEDIO
143	*Reductor rodillos tolva	BHPE-041	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
144	*Reductor banda de entrada a tolva	BHPE-042	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
145	*Reductor banda de salida a tolva	BHPE-043	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
146	Sopladora Combi 200	BHPE-050	2	3	1	2	2	2	5	17	ALTO
147	*Motor-reductor del horno	BHPE-051	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
148	*Motor extractor de calor	BHPE-052	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
149	Banda de salida de botellas	BHPE-060	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
150	*Motor banda transportadora de salida	BHPE-061	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO

ITEM	EQUIPO	COD.EQUIP	COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA	CRITERIO DE EXPLOTACION	FRECUENCIA DE FUNCIONAMIENTO	COSTOS			IMPACTO EN LA CALIDAD	INDICE DE CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
						MANTENIMIENTO	DEL ACTIVO	INDIRECTO			
151	Etiquetadora Packe Vitsz	BHPE-080	2	3	1	1	1	2	5	15	ALTO
152	*Motor banda transportadora de entrada	BHPE-081	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
153	*Motor banda transportadora de salida	BHPE-082	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
154	*Motor desembrinador	BHPE-083	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
155	*Motor sistema desarrollo	BHPE-084	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
156	*Motor arrastre de etiquetas	BHPE-085	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
157	*Motor extractor de botellas	BHPE-086	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
158	Embotelladora TRIBLOCK	BHPE-090	2	3	1	1	1	2	5	15	ALTO
159	*Motor principal	BHPE-091	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
160	*Motor roscador	BHPE-092	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
161	*Bomba entrada producto #1	BHPE-093	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
162	*Bomba entrada producto #2	BHPE-094	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
163	*Bomba lavado de botellas (rinse)	BHPE-095	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
164	*Bomba de lavados	BHPE-096	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
165	*Motor-reductor #1 banda transportadora	BHPE-097	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
166	*Motor-reductor #2 banda transportadora	BHPE-098	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
167	Fechador VideoJet 37E	BHPE-100	2	3	1	0	0	1	5	12	MEDIO
168	Embaladora SBS 2F2	BHPE-110	2	3	1	1	1	2	5	15	ALTO
169	*Motor de desarrollo superior	BHPE-111	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
170	*Motor de desarrollo inferior	BHPE-112	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
171	*Motor transportador de entrada	BHPE-113	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
172	*Motor-reductor (3HP)	BHPE-114	1	3	1	0	0	1	5	11	MEDIO
173	*Motor ventilador contracción de polietileno	BHPE-115	1	3	1	0	0	1	5	6	BAJO
AMBIENTAL											
174	Bomba PTAR	BHAM-000	0	0	1	0	0	0	1	2	BAJO
175	Motor de aireacion	BHAM-010	0	0	1	0	0	0	1	2	BAJO
176	Bomba principal de agua reciclada	BHAM-020	0	0	1	0	0	0	1	2	BAJO
177	Bomba auxiliar de agua reciclada	BHAM-030	0	0	0	0	0	0	1	1	BAJO

Anexo F. Interfaz gráfica del sistema de monitoreo a la línea UHT (Smart-line).

09/01/2014 10:54:24

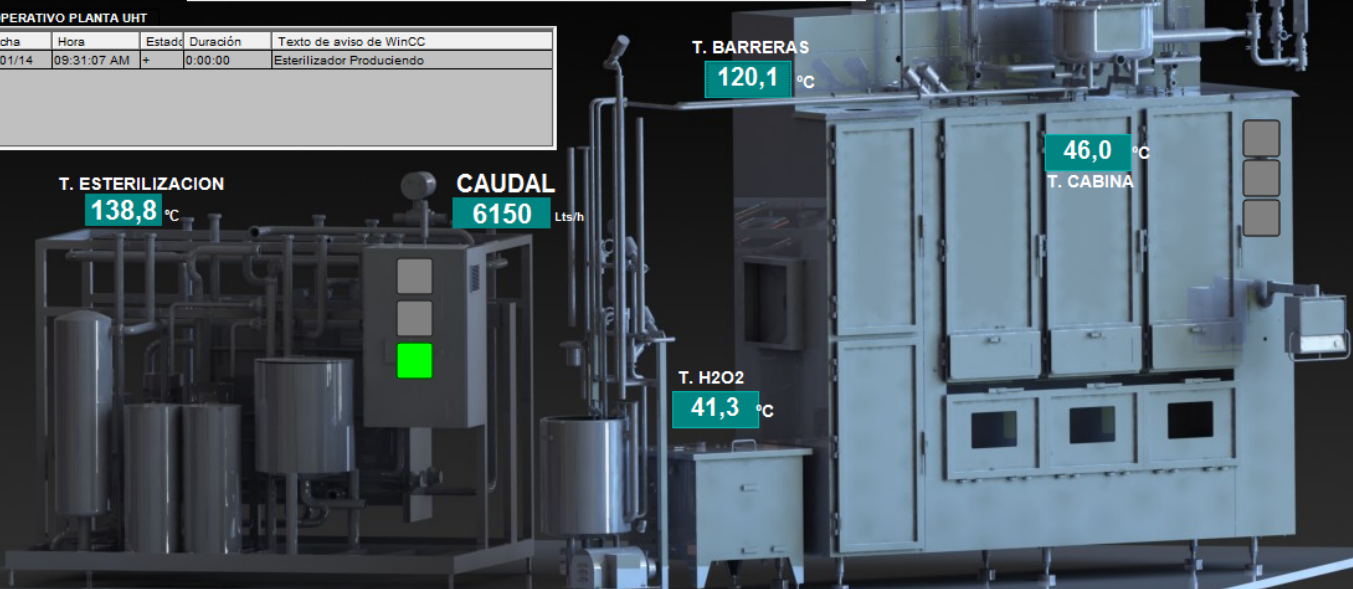
PLANTA UHT LECHESAN



ESTADO OPERATIVO ENVASADORA					
...	Fecha	Hora	Estado	Duración	Texto de aviso de WinCC
▶ 1	09/01/14	09:31:12 AM	+	0:00:00	Envasadora Produciendo

ESTADO OPERATIVO PLANTA UHT

...	Fecha	Hora	Estado	Duración	Texto de aviso de WinCC
▶ 1	09/01/14	09:31:07 AM	+	0:00:00	Esterilizador Produciendo



T. ESTERILIZACION
138,8 °C

CAUDAL
6150 Lts/h

T. BARRERAS
120,1 °C

46,0 °C
 T. CABINA

T. H2O2
41,3 °C

	Fecha	Hora	Número	Estado	Texto de aviso de WinCC
1					
2					
3					
4					

UNIDADES PROD	PRESENTACION	GOLPES x MIN
BOCA A 8802	BOCA A 1200	BOCA A 36
BOCA B 11249	BOCA B 200	BOCA B 45
BOCA C 9188	BOCA C 1200	BOCA B 36

INDICADORES RENDIMIENTO

INDICADORES PRODUCCION

INFORMES

ALARMAS

GRAFICAS ESTERILIZADOR

GRAFICAS ENVASADORA

ESTERILIZADOR

ENVASADORA

ENVASADORA ESSI



...	Fecha	Hora	Estado	Duración	Texto de aviso de WinCC
▶ 1	09/01/14	09:31:12 AM	+	0:00:00	Envasadora Produciendo

- INDICADORES PRODUCCION
- INDICADORES RENDIMIENTO
- INFORMES
- GRAFICAS ESTERILIZADOR
- GRAFICAS ENVASADORA
- ESTERILIZADOR
- PRINCIPAL

T. BARRERAS 119,4 °C
T. RETORNO 53,1 °C
T. CIP 26,1 °C
T. H2O2 41,4 °C
T. REFRIG. 13,8 °C
V. EXTRACCION. 55 Hz
V. INYECCION. 48 Hz
T. CABINA 46,6 °C
DOSF. BA (Green light)
DOSF. BB (Green light)
DOSF. BC (Green light)

- ALARMA
- PREPARACION
- PRODUCCION

PRESENTACION

BOCA A	1200
BOCA B	200
BOCA B	1200

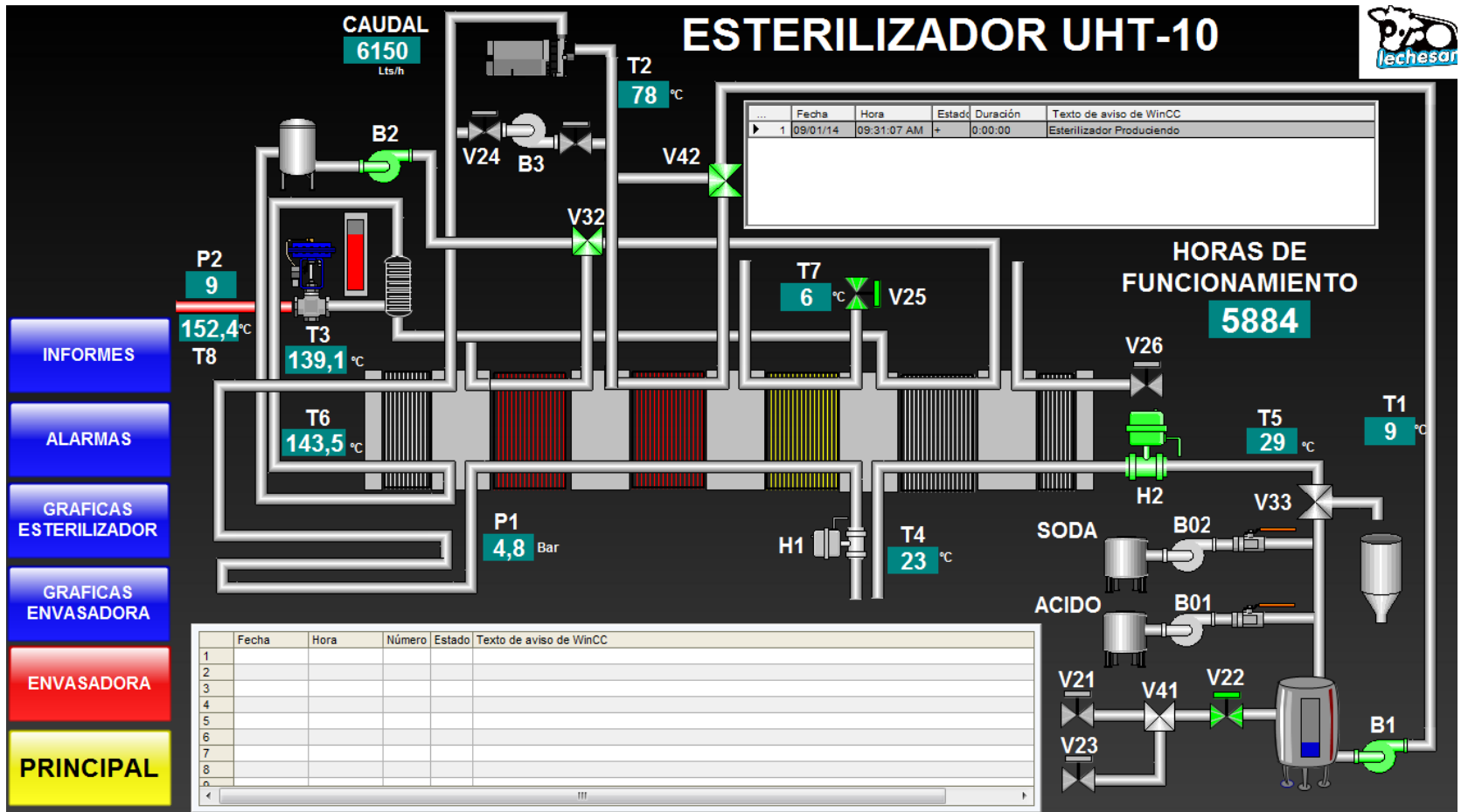
GOLPES x MIN

BOCA A	36
BOCA B	45
BOCA B	36

UNIDADES PRODUCIDAS

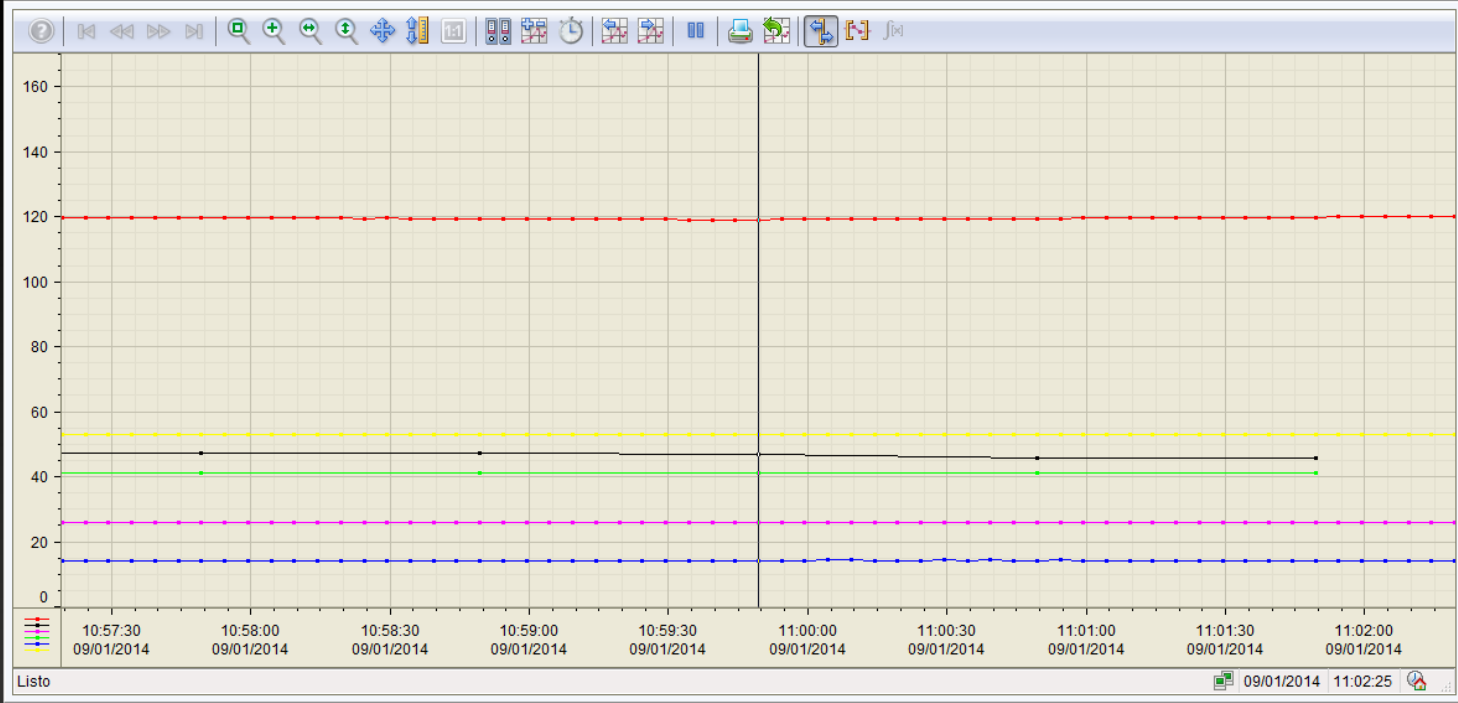
8549 10935 8935

Fecha	Hora	Número	Estado	Texto de aviso de WinCC
1				
2				
3				
4				
5				
6				



TENDENCIAS ENVASADORA

- INDICADORES PRODUCCION
- INDICADORES RENDIMIENTO
- INFORMES
- GRAFICAS ESTERILIZADOR
- ALARMAS
- ENVASADORA
- ESTERILIZADOR
- PRINCIPAL



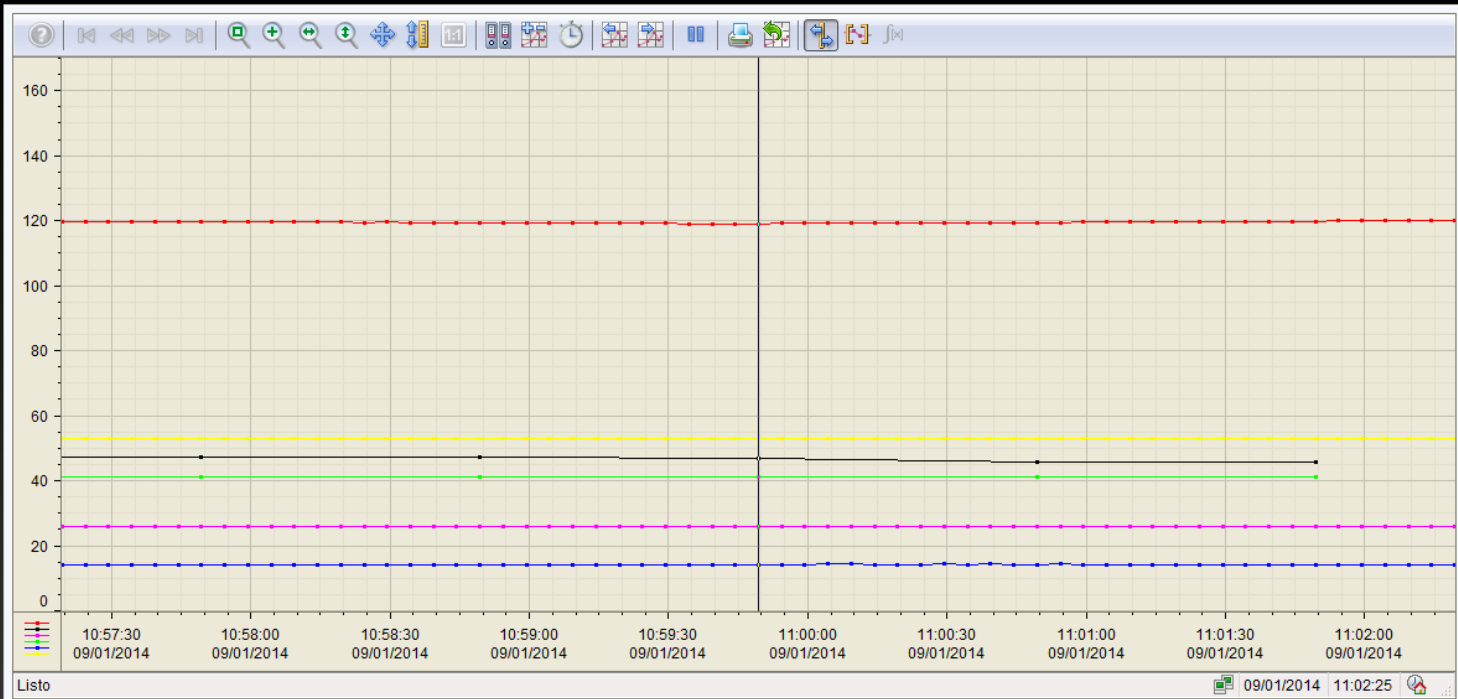
Listo 09/01/2014 11:02:25

Fecha	Hora	Número	Estado	Texto de aviso de WinCC
1				
2				
3				
4				
5				
6				

- T. Barreras Vapor —
- T. Cabina —
- T. CIP —
- T. H2O2 —
- T. Retorno Env. —
- T. Agua Caliente —
- T. Refrigeracion —

TENDENCIAS ENVASADORA

- INDICADORES PRODUCCION
- INDICADORES RENDIMIENTO
- INFORMES
- GRAFICAS ESTERILIZADOR
- ALARMAS
- ENVASADORA
- ESTERILIZADOR
- PRINCIPAL



Listo

Fecha	Hora	Número	Estado	Texto de aviso de WinCC
1				
2				
3				
4				
5				
6				

- T. Barreras Vapor —
- T. Cabina —
- T. CIP —
- T. H2O2 —
- T. Retorno Env. —
- T. Agua Caliente —
- T. Refrigeracion —

CENTRO DE ALARMAS

ALARMAS

MANTENIMIENTO

ASISTENCIA

PLANOS

INFORMES

GRAFICAS
ESTERILIZADOR

GRAFICAS
ENVASADORA

ENVASADORA

ESTERILIZADOR

PRINCIPAL

	Fecha	Hora	Número	Estado	Texto de aviso de WinCC
1	11/01/14	05:15:56 AM	8	!!	Temperatura de Cabina Fuera de Rango (42-45°C)
2	11/01/14	05:25:16 AM	6	!!	Temperatura de Refrigeracion Alta
3	11/01/14	05:38:19 AM	7	!!	Temperatura de Peroxido de Hidroxeno Fuera de Rango (40-45°C)
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					

ESTADO OPERATIVO ENVASADORA

...	Fecha	Hora	Estado	Duración	Texto de aviso de WinCC
▶ 1	15/01/14	08:31:14 AM	+	0:00:00	Envasadora Produciendo

ESTADO OPERATIVO PLANTA UHT

...	Fecha	Hora	Estado	Duración	Texto de aviso de WinCC
▶ 1	15/01/14	08:31:12 AM	+	0:00:00	Esterilizador Produciendo

REPORTE PRODUCCION LINEA UHT

FECHA Y HORAINICIO REPORTE

Control5

DD:MM:AA

FECHA Y HORA FIN REPORTE

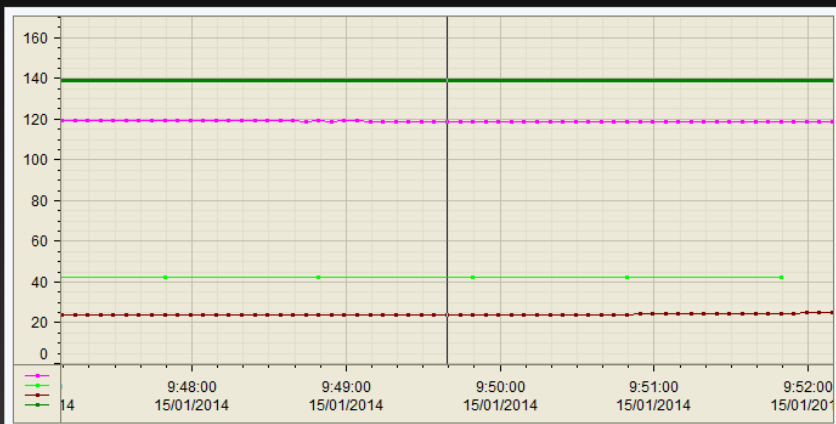
Control2

DD:MM:AA

Generar Reporte

Imprimir Reporte

- ALARMAS
- GRAFICAS ESTERILIZADOR
- GRAFICAS ENVASADORA
- ESTERILIZADOR
- ENVASADORA
- PRINCIPAL



...	Fecha	Hora	Estado	Duración	Texto de aviso de WinCC
1	15/01/14	08:31:12 AM	+	0:00:00	Esterilizador Produciendo
2	15/01/14	08:31:14 AM	+	0:00:00	Envasadora Produciendo

	FECHA	Unid BA	Unid BB	Unid BC
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

	Fecha	Hora	Número	Estado	Texto de aviso de WinCC
1	11/01/14	05:15:56 AM	8	!	Temperatura de Cabina Fuera de Rango (42-45°C)
2	11/01/14	05:25:16 AM	6	!	Temperatura de Refrigeracion Alta
3	11/01/14	05:38:19 AM	7	!	Temperatura de Peroxido de Hidrogeno Fuera de Rango (40-45°C)
4					
5					
6					



INDICADORES PRODUCCION

LITROS
TOTALES
ENVASADOS **26387**

LITROS
ENVASADOS
BOCA A **11598**

LITROS
ENVASADOS
BOCA B **2718**

LITROS
ENVASADOS
BOCA C **12071**

INDICADORES
RENDIMIENTO

INFORMES

ALARMAS

GRAFICAS
ESTERILIZADOR

GRAFICAS
ENVASADORA

ESTERILIZADOR

ENVASADORA

Boca A		
PRESENTACION	BOLSAS	LITROS
200 ml	0	0
250 ml	0	0
450 ml	0	0
500 ml	0	0
900 ml	0	0
1000 ml	0	0
1100 ml	0	0
1200 ml	9469	11598

Boca B		
PRESENTACION	BOLSAS	LITROS
200 ml	12080	2718
250 ml	0	0
450 ml	0	0
500 ml	0	0
900 ml	0	0
1000 ml	0	0
1100 ml	0	0
1200 ml	0	0

Boca C		
PRESENTACION	BOLSAS	LITROS
200 ml	0	0
250 ml	0	0
450 ml	0	0
500 ml	0	0
900 ml	0	0
1000 ml	0	0
1100 ml	0	0
1200 ml	9855	12071

INDICADORES RENDIMIENTO



ENVASADORA

<p>INDICADORES PRODUCCION</p> <p>INFORMES</p> <p>ALARMAS</p> <p>GRAFICAS ESTERILIZADOR</p> <p>GRAFICAS ENVASADORA</p> <p>ESTERILIZADOR</p> <p>ENVASADORA</p>	<p>TIEMPO DISPONIBLE ENVASADORA</p> <p>666 Min</p>	<p>TIEMPO PRODUCCION ACTUAL DIARIA</p> <p>319 Min</p>	<p>TIEMPO PRODUCCION ACTUAL</p> <p>319 Min</p>	<p>TIEMPO PRODUCCION EFECTIVA</p> <p>269 Min</p>
	<p>Boca A</p>			
	<p>PRODUCCION TOTAL</p> <p>257 Min</p>	<p>PRODUCCION TOTAL</p> <p>263 Min</p>	<p>PRODUCCION TOTAL</p> <p>268 Min</p>	
	<p>PRODUCCION TOTAL DIARIA</p> <p>257 Min</p>	<p>PRODUCCION TOTAL DIARIA</p> <p>263 Min</p>	<p>PRODUCCION TOTAL DIARIA</p> <p>268 Min</p>	
	<p>TIEMPO MUERTO</p> <p>25 Min</p>	<p>TIEMPO MUERTO</p> <p>29 Min</p>	<p>TIEMPO MUERTO</p> <p>20 Min</p>	
	<p>TIEMPO DE UTILIZACIÓN</p> <p>39,00 %</p>	<p>TIEMPO DE UTILIZACIÓN</p> <p>39,00 %</p>	<p>TIEMPO DE UTILIZACIÓN</p> <p>40,00 %</p>	
	<p>UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD TOTAL</p> <p>81,00 %</p>	<p>UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD TOTAL</p> <p>81,00 %</p>	<p>UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD TOTAL</p> <p>81,00 %</p>	
<p>EFICIENCIA MECANICA (MME)</p> <p>0,91 X 100 %</p>	<p>EFICIENCIA MECANICA (MME)</p> <p>0,90 X 100 %</p>	<p>EFICIENCIA MECANICA (MME)</p> <p>0,93 X 100 %</p>		
<p>NUMERO DE PARADAS</p> <p>9</p>	<p>NUMERO DE PARADAS</p> <p>10</p>	<p>NUMERO DE PARADAS</p> <p>5</p>		

$$\frac{T. PRODUCCION BOCA DIARIA}{T. DISPONIBLE ENVASADORA}$$

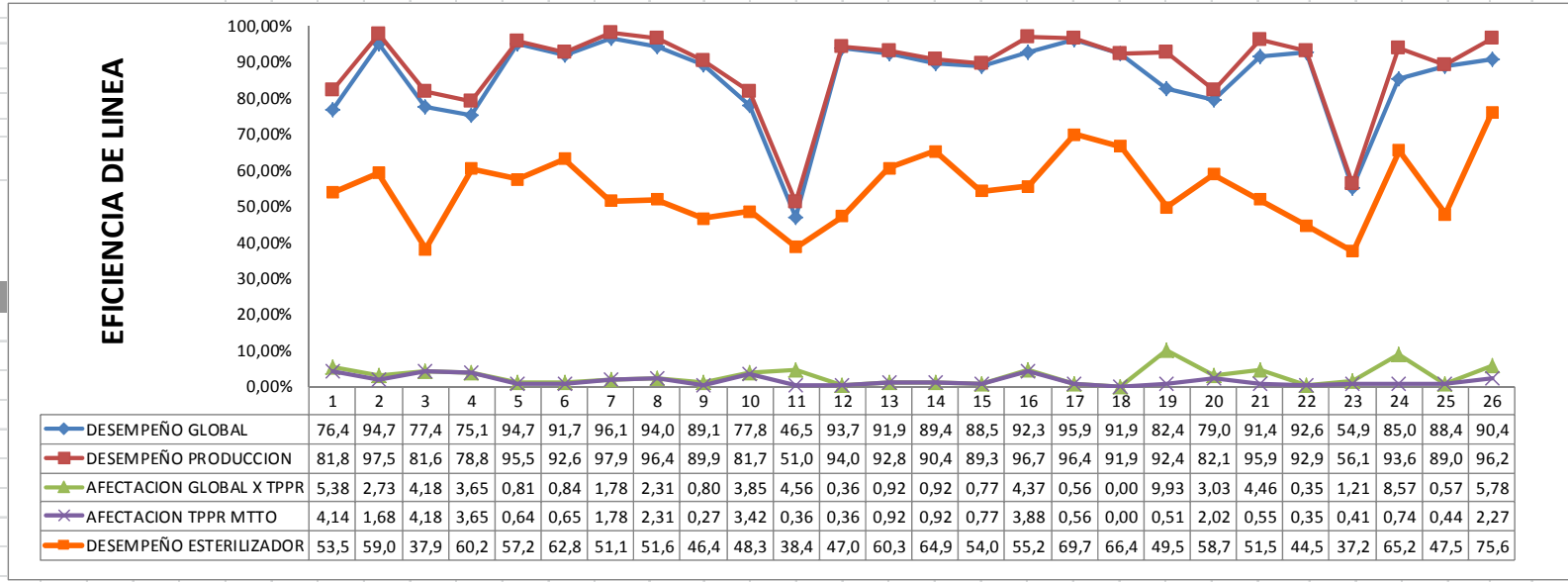
$$= \frac{T. PRODUCCION BOCA DIARIA}{PRODUCCION TOTAL DIARIA}$$

$$= \frac{PROD TOTAL EFECTIVA}{T. MUERTO BOCA + PROD TOTAL EFEC}$$

Anexo G. Registro del EGP mes de Diciembre 2013.

Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9 MEDICION DE DESEMPEÑO LINEA DE PROCESO DE LECHESAN												CÓDIGO:						
												VERSION:						
LINEA:UHT		NOTA: Todos los datos se dan en minutos																
No Cabezales	3	TOP: Es el tiempo de operación programado, tiempo desde inicio hasta el fin																
CNDF	120	TPP: Es el tiempo de parada planeadas (cambios- descansos) sumatoria 3 bocas																
CNE	10000	TPPR: Es el tiempo promedio para reparar (correctivos) Sumatoria 3 cabezales																
MES:		TDO: Es el tiempo de operación TDO: (TOP*3 cabezales)-TPP-TPPR																
dic-13		CUP: Cantidad de unidades producidas durante el TOP CUP: TOTALES-DESPERDICIO																
		CNDF: Es la capacidad nominal de unidades de fabrica o diseño																
		TTC: Es el tiempo que se requiere para producir una unidad TTC: 1/40																
		CNE: Es la capacidad nominal del esterilizador en litros horas																
ITEM	DIA	H. INICIO	H. FINAL	TOP	TPP	TPPR		TDO	CUP			LITROS PROCESADOS	DESEMPEÑO GLOBAL	DESEMPEÑO PRODUCCION	AFECTACION TPPR GLOBAL	AFECTACION TPPR MTO	AFECTACION X DESPERDICIO	DESEMPEÑO ESTERILIZ.
						MTO	OTRO		TOTALES	DESPERDICIO	EFFECTIVAS							
1	2	6:38:00	14:14:00	456	45	19	68	1236	40206	1761	38445	36739,95	76,4709%	81,85%	5,38%	4,14%	3,50%	53,50%
2	3	6:45:00	12:30:00	345	0	11	18	1006	39350	1088	38262	33004	94,7900%	97,52%	2,73%	1,68%	2,70%	59,05%
3	4	6:50:00	14:52:00	482	0	0	74	1372	47108	1165	45943	28911,7	77,4938%	81,67%	4,18%	4,18%	1,97%	37,93%
4	5	10:30:00	16:30:00	360	0	0	50	1030	34160	884	33276	34471,5	75,1491%	78,80%	3,65%	3,65%	2,00%	60,24%
5	6	6:30:00	13:05:00	395	0	2	8	1175	44049	273	43776	37399,45	94,7225%	95,53%	0,81%	0,64%	0,59%	57,29%
6	7	6:40:00	12:10:00	330	0	2	7	981	34814	286	34528	34237,1	91,7810%	92,62%	0,84%	0,65%	0,76%	62,82%
7	9	6:40:00	13:06:00	386	0	0	21	1137	45874	1349	44525	32330,8	96,1248%	97,90%	1,78%	1,78%	2,91%	51,18%
8	10	6:37:00	13:34:00	417	0	0	30	1221	49006	744	48262	35019,1	94,0945%	96,41%	2,31%	2,31%	1,45%	51,63%
9	11	6:32:00	13:59:00	447	0	8	4	1329	50040	1037	49003	34259,25	89,1272%	89,93%	0,80%	0,27%	1,89%	46,40%
10	12	7:41:00	12:10:00	269	0	4	34	769	25461	330	25131	20672,1	77,8532%	81,70%	3,85%	3,42%	1,02%	48,39%
11	13	5:10:00	18:07:00	777	0	190	18	2123	39731	694	39037	45330,2	46,5191%	51,08%	4,56%	0,36%	0,83%	38,43%
12	16	6:40:00	13:55:00	435	0	0	5	1300	52461	1094	51367	33996,8	93,7183%	94,08%	0,36%	0,36%	2,00%	47,07%
13	17	7:50:00	10:04:00	134	0	0	4	398	14307	260	14047	13333,1	91,9547%	92,88%	0,92%	0,92%	1,70%	60,30%
14	18	6:37:00	13:55:00	438	40	0	13	1261	41353	312	41041	45488,3	89,4841%	90,41%	0,92%	0,92%	0,68%	64,93%
15	19	6:41:00	14:38:00	477	30	0	12	1389	49377	992	48385	41700,2	88,5540%	89,32%	0,77%	0,77%	1,82%	54,04%
16	20	6:40:00	13:33:00	413	0	6	50	1183	47483	579	46904	36311,5	92,3325%	96,70%	4,37%	3,88%	1,14%	55,25%
17	21	10:40:00	14:30:00	230	0	0	4	686	24168	339,2	23828,8	26584,8	95,9291%	96,49%	0,56%	0,56%	1,37%	69,76%
17	21	14:30:00	15:30:00	60	0	0	0	180	6042	84,8	5957,2	6646,2	91,9321%	91,93%	0,00%	0,00%	1,31%	66,46%
20	23	6:43:00	14:53:00	490	0	149	9	1312	51433	1718	49715	36140,85	82,4871%	92,42%	9,93%	0,51%	2,85%	49,58%
21	24	6:20:00	14:31:00	491	65	17	35	1356	44403	984	43419	44228,4	79,0701%	82,10%	3,03%	2,02%	1,79%	58,71%
22	26	6:36:00	14:00:00	444	0	54	8	1270	48205	703	47502	36373,9	91,4414%	95,91%	4,46%	0,55%	1,35%	51,55%
23	27	8:37:00	16:10:00	453	20	0	5	1334	52747	669	52078	33012,3	92,6029%	92,95%	0,35%	0,35%	1,19%	44,54%
24	28	6:35:00	16:25:00	590	0	25	13	1732	38610	675	37935	35837,5	54,9544%	56,16%	1,21%	0,41%	0,98%	37,24%
25	29	6:40:00	13:46:00	426	0	106	11	1161	43081	675	42406	42106,2	85,0809%	93,65%	8,57%	0,74%	1,35%	65,28%
26	30	6:59:00	15:02:00	483	35	2	7	1405	50895	858	50037	37149,7	88,4671%	89,03%	0,57%	0,44%	1,52%	47,59%
25	31	7:05:00	12:05:00	300	0	32	22	846	29630	313	29317	35556	90,4846%	96,26%	5,78%	2,27%	0,97%	75,65%
28				0				0										
												85,49%	88,28%	2,80%	1,45%	1,60%	54,42%	


VARIABLES	dic-13																															PROMEDIO
	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	21	21	23	24	26	27	28	29	30	31						
DESEMPEÑO GLOBAL	76.47%	94.79%	77.49%	75.15%	94.72%	91.78%	96.12%	94.09%	89.13%	77.85%	46.52%	93.72%	91.95%	89.48%	88.56%	92.33%	95.93%	91.93%	82.49%	79.07%	91.44%	92.60%	54.95%	85.08%	88.47%	90.48%	85,49%					
DESEMPEÑO PRODUCCION	81.85%	97.52%	81.67%	78.80%	95.53%	92.62%	97.90%	96.41%	89.93%	81.70%	51.08%	94.08%	92.88%	90.41%	89.32%	96.70%	96.49%	91.93%	92.42%	82.10%	95.91%	92.95%	56.16%	93.65%	89.03%	96.26%	88,28%					
DESEMPEÑO ESTERILIZADOR	53.50%	59.05%	37.93%	60.24%	57.29%	62.82%	51.18%	51.63%	46.40%	48.39%	38.43%	47.07%	60.30%	64.93%	54.04%	55.25%	69.76%	66.46%	49.58%	58.71%	51.56%	44.54%	37.24%	65.28%	47.59%	75.65%	54,42%					
AFECTACION GLOBAL X TPRR	5.38%	2.73%	4.18%	3.65%	0.81%	0.84%	1.78%	2.31%	0.80%	3.85%	4.56%	0.36%	0.92%	0.92%	0.77%	4.37%	0.56%	0.00%	9.93%	3.03%	4.46%	0.35%	12.1%	8.57%	0.57%	5.78%	2,80%					
AFECTACION TPRR MTO	4.14%	1.68%	4.18%	3.65%	0.64%	0.65%	1.78%	2.31%	0.27%	3.42%	0.36%	0.36%	0.92%	0.92%	0.77%	3.88%	0.56%	0.00%	0.51%	2.02%	0.55%	0.35%	0.41%	0.74%	0.44%	2.27%	1,45%					



VARIABLES EN MINUTOS	DICIEMBRE																															TOTAL
	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	21	21	23	24	26	27	28	29	30	31						
TIEMPO DE OPERACIÓN(top)	456	345	482	360	395	330	386	417	447	269	777	435	134	438	477	413	230	60	490	491	444	453	590	426	483	300	10528					
TIEMPO PARADAS POR MTO	19	11	0	0	2	2	0	0	8	4	190	0	0	0	0	6	0	0	149	17	54	0	25	106	2	32	627					
TIEMPO DE PREPARACION	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	30	0	0	0	0	0	65	0	20	0	0	35	0	235				
PARADAS PROCESO MTTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	270					
PARADAS PROCESO OTROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	0	0	0	240					
PARADAS DE PROCESO	TOTAL																															
POR MANTENIMIENTO																																2,51%
POR OTROS MOTIVOS																																2,23%
																																4,74%

ITEM	ESTADISTICAS AFECTACION AL DESEMPEÑO	TIEMPO PAR. ACUMULADO MES (MINS)	TDO ACUM MES (MINS)	UNIDADES DEJADAS DE PRODUCIR (TEORICAS)	%TIEMPO PARADA /TOP
1	Tiempo de paradas por Desalineamiento	223		8.920	2,27%
2	Tiempo de paradas por Bulbo de peróxido	137		5.480	1,39%
3	Tiempos de paradas por cambios de rollo	0		0	0,00%
4	Tiempos de paradas fallas eléctricas	0		0	0,00%
5	Tiempos de paradas por Mantenimiento	0		0	0,00%
5	Tiempos de paradas por ajustes operativos	271		10.840	2,76%
5	Tiempos de paradas por Fococelda	9		360	0,09%
6	Tiempos de parada por otros motivos	433		17.320	4,41%
7	Tiempos de parada Boca A	234		9.360	2,38%
8	Tiempos de parada Boca B	466		18.640	4,74%
9	Tiempos de parada Boca C	373		14.920	3,80%
		1073	9.823	42.920	10,92%
ITEM	ESTADISTICAS PARADA DE PROCESO	TIEMPO (Mins)	TDO ACUM MES	UNIDADES DEJADAS DE PRODUCIR (TEORICAS)	
1	Tiempo de paradas por suministro de vapor	0		0	
2	Tiempo de paradas por suministro de aire comprimido	0		0	
3	Tiempo de paradas por suministro de energía eléctrica	0		0	
4	Tiempo de paradas por suministro de agua helada	0		0	
5	Tiempo de paradas por mantenimiento	0		0	
6	Tiempo de paradas por otros				
		0	30.192	0	
	ACUMULADO LUCRO CESANTE MES (UNIDADES NO EMPACADAS)			42.920	

Anexo H. Indicadores de gestión del Outsourcing en mantenimiento.

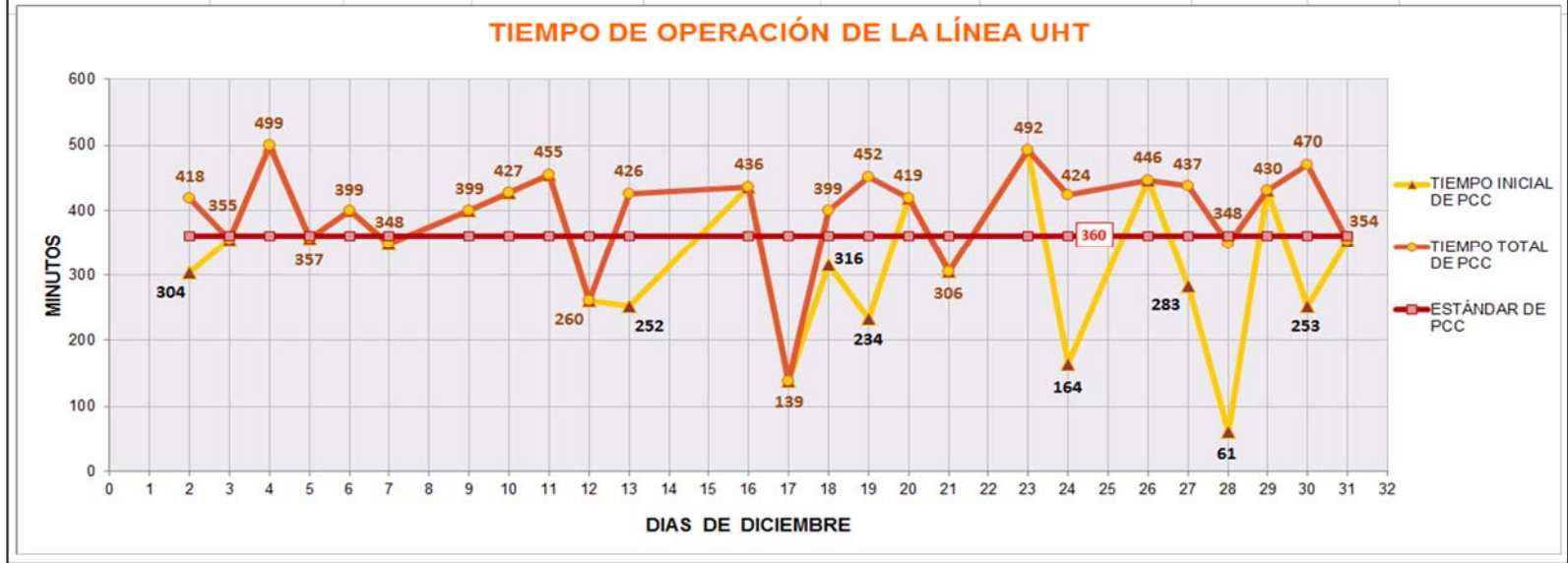
	Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9		CÓDIGO FOMC-10	VERSIÓN 3	
	INFORME DE GESTIÓN				
PROCESO:	OUTSOURCING MANTENIMIENTO INDUSTRIAL LECHESAN S.A. BUCARAMANGA			MES:	DIC 2013
RESPONSABLE:	ING. SERGIO A. CÁCERES				
VARIABLES:					
AMPP	Actividades de mantenimiento preventivo planeadas		55		
AMPE	Actividades de mantenimiento preventivo ejecutadas		40		
SML	Solicitudes de mantenimiento lanzadas		4		
SME	Solicitudes de mantenimiento ejecutadas		4		
AMCE:	Actividades de mantenimiento correctivo emergente		3		
HPM:	Horas de paradas por mantenimiento (línea UHT)		10		
HPP:	Horas de paradas proceso por mantenimiento (línea UHT)		5		
THT:	Total de horas trabajadas (línea UHT)		175		
TDP:	Total de días producidos (línea UHT)		25		
1) CUMPLIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
AMPE	*100 =	73%	Meta:	>= 90%	
AMPP					
ANÁLISIS DEL INDICADOR: No se da cumplimiento al indicador porque no se cuenta con el recurso humano suficiente para completar el cronograma mensual de mantenimiento preventivo que demanda la planta. <u>Plan de acción:</u> 1) Realizar las actividades pendientes de mantenimiento con alta criticidad dentro de la primera semana del mes de Enero. 2) Realizar la contratación de una nueva persona para el área de mantenimiento.					
2) EFICACIA DEL SERVICIO					
a. Cumplimiento al mantenimiento solicitado en el mes.					
SME	*100 =	100%	Meta:	>= 90%	
SML					
b. Porcentaje de actividades de mantenimiento correctivo emergente ejecutadas en el mes.					
AMCE	*100 =	7%	Meta:	< 20%	
AMPE+SME					
ANÁLISIS DEL INDICADOR: Se cumple con los dos indicadores. Las actividades de mantenimiento correctivo presentadas en el mes fueron: 1) daño en el cableado y la bomerá del motor eléctrico de la bomba de suministro de agua de refrigeración hacia UHT. 2) Apertura del intercambiador de placas del equipo de proceso durante un barrido de soda por daño en un empaque de placas. 3) Daño en un cable de alimentación del motor de la bomba de producto del equipo de proceso. Los dos primeros ocasionaron la parada de la línea productiva, mientras que el otro fue durante el lavado CIP final. <u>Plan de acción:</u> Realizar las actividades de mantenimiento preventivo a tableros y cableado eléctrico. Énfasis en la inspección basada en condición a estos sistemas.					

3) EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCION (EGP)

Unidades efectivas producidas (promedio)	*100 =	85%	Meta	>= 85%
Tiempo total de producción (promedio)				

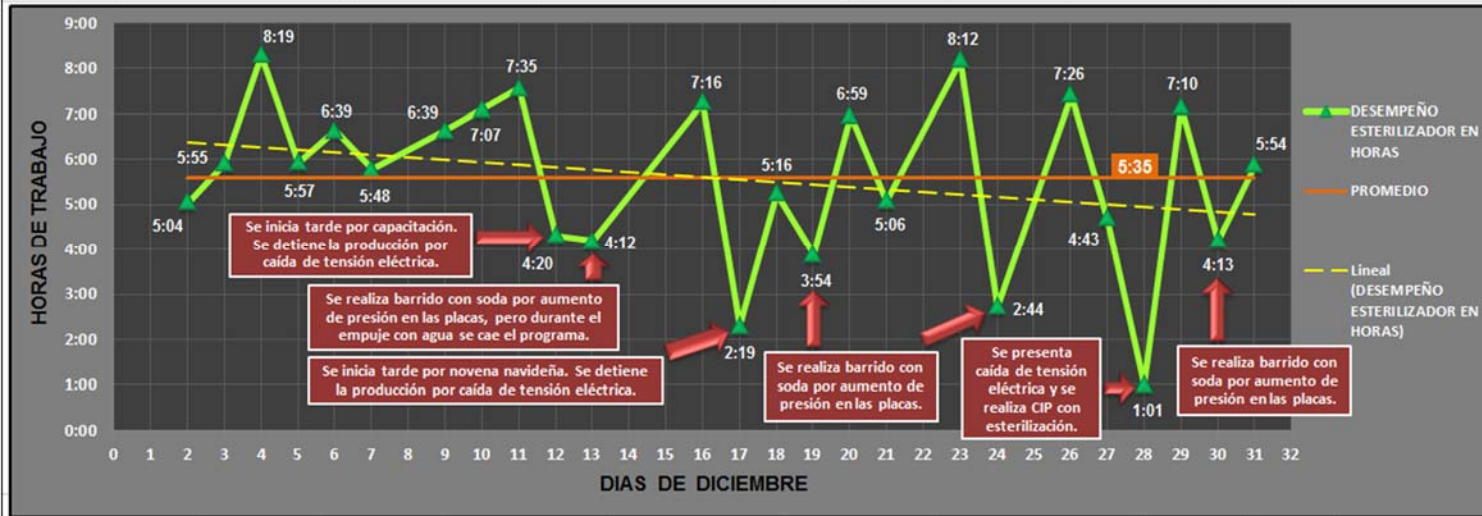
a) Tiempo de operación promedio (TOP) de la línea UHT

$\frac{THT-(HPP+HPP)}{TDP}$	=	6,4	Meta	6 horas
-----------------------------	---	-----	------	---------

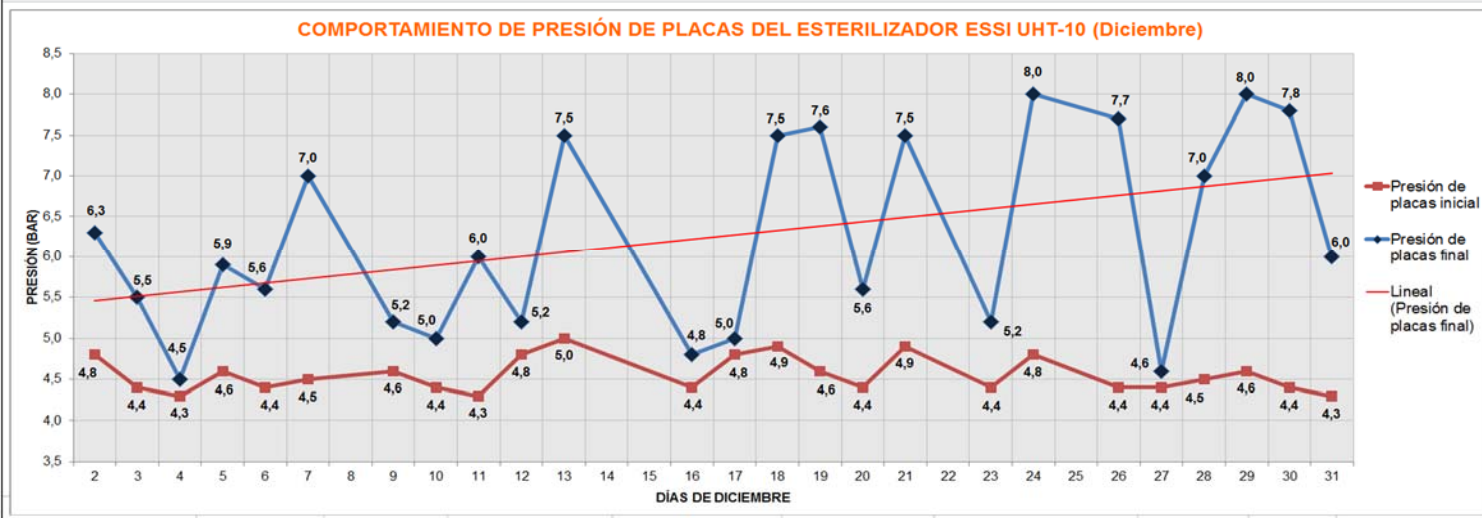


ANÁLISIS DEL INDICADOR: La EGP cumple la meta propuesta pese a que se presentaron dos actividades de mantenimiento correctivo en la línea que disminuyó la disponibilidad de los equipos. El TOP supera el estándar de producción presentando un promedio mensual de 6 horas y 36 min (376 minutos) y por lo tanto cumple la meta. El día 28 se presenta la EGP más baja registrando un valor del 55% producto de una caída en la tensión eléctrica de la planta. Plan de acción: Generar estrategias conjuntas con el proveedor del servicio eléctrico para mejora la calidad de la energía eléctrica y evitar paradas de procesos.

b) Tiempo promedio inicial de trabajo del esterilizador (indica las horas diarias que el equipo trabaja sin interrupciones de ningún tipo)



c) Comportamiento de la presión de placas en el esterilizador ESSI UHT-10



ANÁLISIS DEL INDICADOR: El tiempo promedio inicial de trabajo del esterilizador sin realizar dos sesiones productivas fue de 5 horas con 35 minutos por debajo del estándar de las 6 horas. Los días 13, 18, 19, 24 y 30 se hicieron barridos con soda por aumento de presión en las placas. Los días 12, 17 y 28 se detuvo la producción por caída en la tensión eléctrica; razones que afectaron el desempeño del equipo. La presión en las placas tuvo una tendencia de aumento producto del manejo de caudales mayores a los 6500 l/h y por los correctivos realizados en los cabezales durante las producciones. Plan de acción: Se recomienda realizar un análisis de las características físico-químicas de la leche que procede de Simijaca, ya que se ha comprobado que este tipo de producto inestabiliza rápidamente el funcionamiento del equipo. Además de estudiar la posibilidad de disminuir la temperatura de esterilización a 137°C.

4) AFECTACIÓN AL DESEMPEÑO EN PRODUCCIÓN POR MANTENIMIENTO:

HPM	*100	6%	Meta	< 5%
THT				

5) AFECTACIÓN AL PROCESO DE PRODUCCIÓN:

HPP	*100	3%	Meta	< 1%
THT				

ANÁLISIS DE INDICADOR: Ambas afectaciones no cumplen la meta, ya que en varias ocasiones a lo largo del mes, se presentaron paradas no planeadas de los cabezales por desalineamiento, filtración en los sellados, exceso de aire en la unidades empacadas, variación de peso, cambio de ruedas siliconadas por no conformidad y ajustes a elementos mecánicos. Plan de acción: Revisión del sistema de dosificación en los tres cabezales, cambio de las paletas del alineador de pestaña en los tres cabezales, reemplazo de las ruedas siliconadas del cabezal B por garantía y seguimiento a la operatividad de la envasadora. Se recomienda realizar la evaluación de competencias al personal operativo.

6) CANTIDAD DE UNIDADES EFECTIVAS PRODUCIDAS EN EL MES

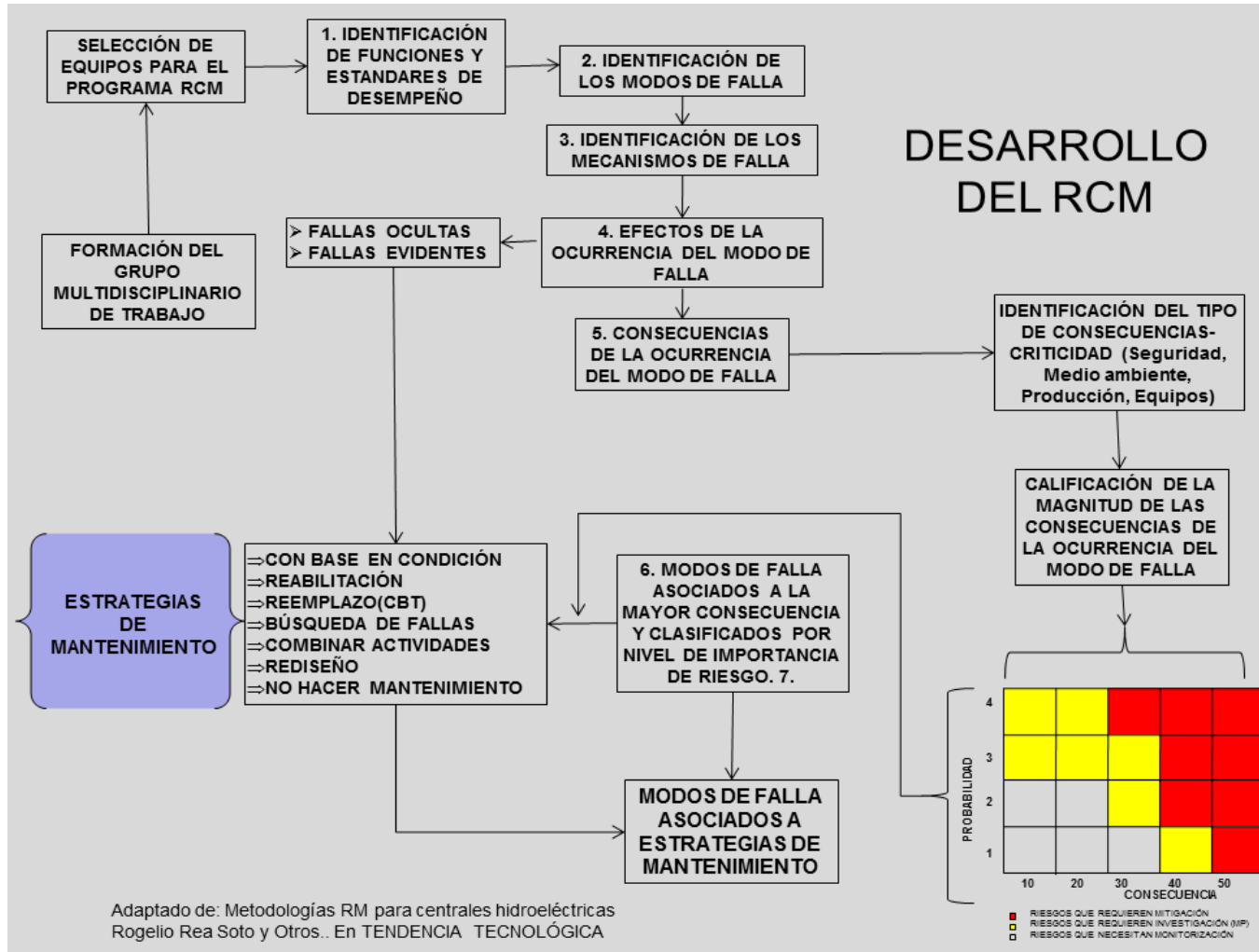
CUP:	1.024.127 Unidades	<i>Mes anterior:</i>	833.935 Unidades	<i>Diferen.</i>	190.192
-------------	--------------------	----------------------	------------------	-----------------	---------

7) CANTIDAD DE LITROS PROCESADOS EN EL MES

LPM:	876.841 Litros	<i>Mes anterior:</i>	720.433 Litros	<i>Diferen.</i>	156.408
-------------	----------------	----------------------	----------------	-----------------	---------

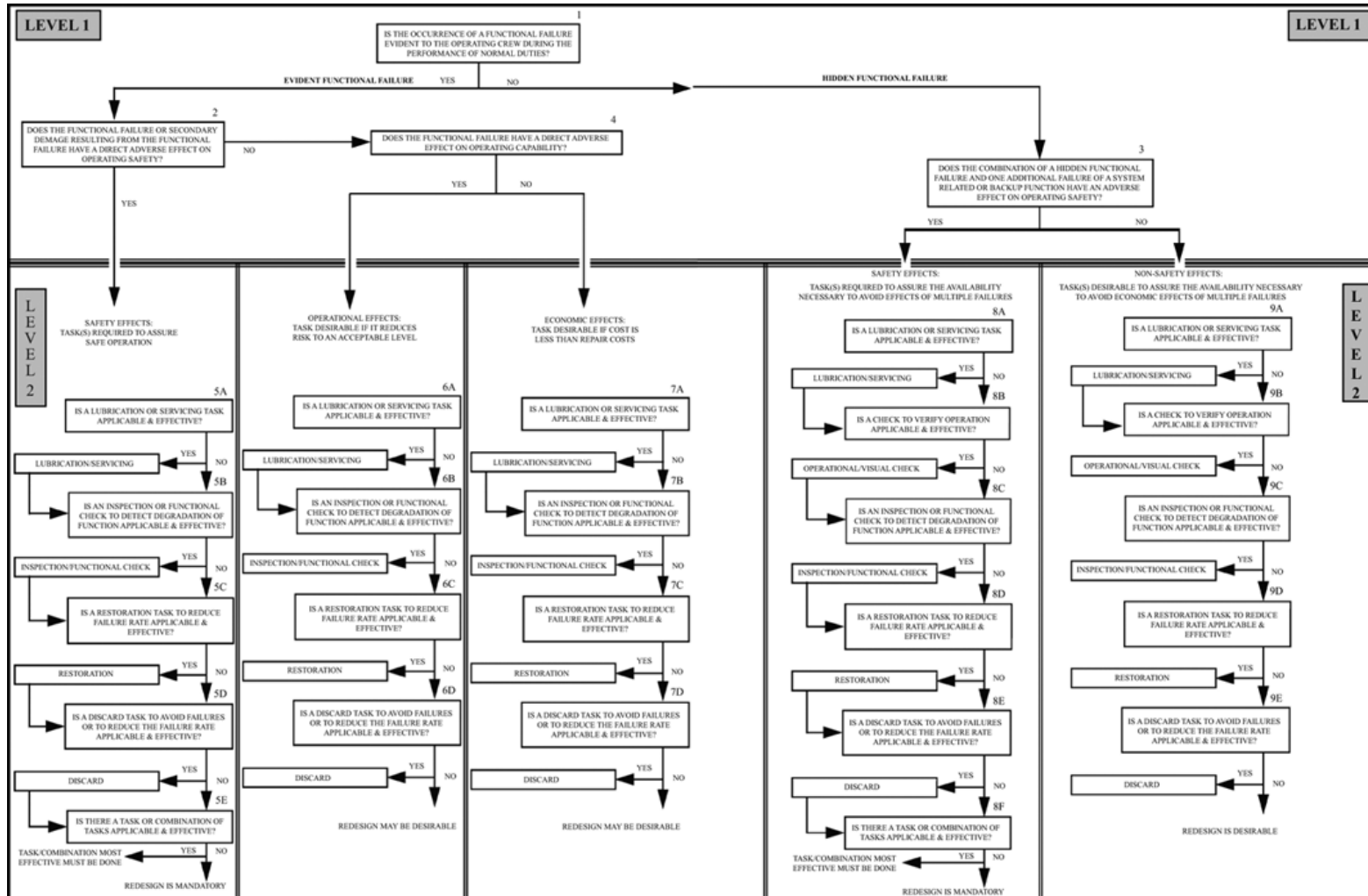
ANÁLISIS DE INDICADOR: La diferencia de CUP y LPM es positiva comparada con el mes anterior y el desperdicio mejoró notablemente alcanzando un valor del 1,9% con diferencia de 0,6 puntos por debajo del mes anterior. Se procesó un promedio diario de 35075 litros durante el mes utilizando un caudal promedio diario de 6152 l/h, que contó con 25 días de producción, tres más que en Noviembre, superando de esta manera el estándar de los 35000.

Anexo I. Desarrollo del RCM.



Adaptado de: Metodologías RM para centrales hidroeléctricas Rogelio Rea Soto y Otros.. En TENDENCIA TECNOLÓGICA

Anexo J. Diagrama de decisión.



Anexo K. Hoja de trabajo para el AMFEC.

Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial (Process FMEA)

Nombre/Número de Parte _____
 Año(s) Modelo / Vehículo _____
 Equipo de Trabajo _____

Responsable del Proceso _____
 Fecha Clave _____

Número de FMEA _____
 Pagina _____ de _____
 Preparado por _____
 Fecha del FMEA (Original) _____ Rev. _____

Función del Proceso / Requerimientos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potenciales de la Falla	Sev	Class	Causa(s) y/o Mecánismo(s) de Falla Potenciales	Ocurrir	Controles Actuales del Proceso (Prevención)	Controles Actuales del Proceso (Detección)	Detecc	R.P.N.	Accion(es) Recomendadas	Responsabilidad y Fecha de Terminación	Resultados de las Acciones					
													Acciones Tomadas	Sev	Occ	Det	R.P.N.	
Descripción simple del proceso u operación que está siendo analizada.	Manera en la cual el proceso puede potencialmente fallar para cumplir los requerimientos del proceso.	Describir los efectos de las fallas en términos de cómo lo notará o experimentará el cliente.			¿Cómo la falla puede ocurrir descrito en términos de algo que puede ser corregido o pueda ser controlado?		Controles que previenen hasta donde sea posible que el modo de falla o la causa/mecánismo de falla deba ocurrir. Previenen que la causa/mecánismo de falla o modo de falla ocurra o reducen su tasa de ocurrencia	Controles que detectan la causa/mecánismo de falla o el modo de falla. Detectan la causa/mecánismo de falla o modo de falla e indican acciones correctivas.			Acciones preventivas/corre ctivas deben ser dirigidas cuando la severidad es alta (9,10), y a RPN altos.	Asignar a la persona responsable y la fecha de cumplimiento	La persona responsable debe asegurarse que las acciones recomendadas sean implantadas o adecuadamente dirigidas.					

Anexo L. Análisis de criticidad de modos de falla.

<p>FO - Fallos Ocultos</p> <p>No existen fallas ocultas que puedan generar fallas múltiples posteriores - 0</p> <p>Existe una baja posibilidad de que la falla NO sea detectada y ocasione fallas múltiples posteriores - 1</p> <p>En condiciones normales la falla siempre será oculta y generará fallas múltiples posteriores - 2</p> <p>Existe una baja posibilidad de que la falla Sí sea detectada y ocasione fallas múltiples posteriores - 3</p> <p>La falla siempre es oculta y ocasionará fallas múltiples graves en el sistema - 4</p>	<p>FS - Seguridad Física</p> <p>No afecta Personas ni equipos - 0</p> <p>Afecta a una Persona y es posible que genere Incapacidad de tipo temporal - 1</p> <p>Afecta de dos a cinco Personas y puede generar Incapacidad de tipo temporal - 2</p> <p>Afecta a más de cinco Personas y puede generar Incapacidad de tipo temporal o permanente - 3</p> <p>Genera Incapacidad permanente o la muerte, a una o más Personas - 4</p>	<p>MA - Medio Ambiente</p> <p>No afecta el medio ambiente - 0</p> <p>Afecta el MA pero se puede controlar. No daña el Ecosistema. - 1</p> <p>Afecta la disponibilidad de recursos sociales y el Ecosistema. Es reversible en menos de seis meses con un valor inferior a 5.000 dólares. - 2</p> <p>Afecta la disponibilidad de recursos sociales y el Ecosistema. Es reversible en menos de tres años con un valor inferior a 50.000 dólares. - 3</p> <p>Afecta los recursos sociales y el Ecosistema. Es reversible en más de tres años o es irreversible. Su impacto social y ecológico es superior a los 50.000 dólares. - 4</p>	
<p>IC - Imagen Corporativa</p> <p>No es relevante - 0</p> <p>Afecta credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos - 1</p> <p>Afecta credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos e inversión inferior a 1.000 dólares - 2</p> <p>Afecta credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos e inversión entre 1.000 y 10.000 dólares - 3</p> <p>Afecta credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos e inversión mayor a 10.000 dólares. Puede ser irreversible. - 4</p>	<p>OR - Costo de Reparación</p> <p>Entre 1 y 50 dólares - 0</p> <p>Entre 51 y 500 dólares - 1</p> <p>Entre 501 y 5.000 dólares - 2</p> <p>Entre 5.001 y 50.000 dólares - 3</p> <p>Mayor a 50.001 dólares - 4</p>	<p>OC - Efectos en Clientes</p> <p>Entre 1 y 50 dólares - 0</p> <p>Entre 51 y 500 dólares - 1</p> <p>Entre 501 y 5.000 dólares - 2</p> <p>Entre 5.001 y 50.000 dólares - 3</p> <p>Mayor a 50.001 dólares - 4</p>	
<p>K</p> <p>K_{FO} - 0.05 ó 5%</p> <p>K_{SF} - 0.20 ó 20%</p> <p>K_{MA} - 0.10 ó 10%</p> <p>K_{IC} - 0.30 - 30%</p> <p>K_{OR} - 0.30 ó 30%</p> <p>K_{OC} - 0.05 ó 5%</p>	<p>Ocurrencia</p> <p>Frecuente - 1 falla en 1 mes - 4</p> <p>Ocasional - 1 falla en 1 año - 3</p> <p>Remota - 1 falla en 5 años - 2</p> <p>Poco probable - 1 falla en 20 años - 1</p>	<p>Detección</p> <p>Nula - No se puede detectar una causa potencial/mecanismo y modo de fallo subsecuente - 4</p> <p>Baja - Baja probabilidad para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes - 3</p> <p>Media - Mediana probabilidad para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes - 2</p> <p>Segura - Siempre se detectarán causas potenciales/ mecanismos y modos de fallos subsecuentes - 1</p>	<p>RPN</p> <p>Riesgo = S x O x D</p>
<p>Severidad = FO X K_{FO} + SF X K_{SF} + MA X K_{MA} + IC X K_{IC} + OR X K_{OR} + OC X K_{OC}</p>			

Anexo M. Matriz de criticidad para los repuestos de la Máquina Empacadora Aséptica ESSI A3.

ITEM	SISTEMA	REPUESTO	PROB. FALLA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIB. OPERACIONAL	COSTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
1	Válvulas Moduladora, Producto y Cip (Ultimo Diseño)	Empaque Cuerpo Válvula	3	10	1	1	1	12	36
2		Cartucho de Sellado	3	10	1	1	1	12	36
3		Oring Externo Cartucho	3	10	1	1	1	12	36
4		Oring Interno Cartucho	3	10	1	1	1	12	36
5		Oring Sellado Modulante	3	10	1	1	1	12	36
6		Sello Barrera	3	10	1	1	1	12	36
7		Diafragma	2	10	4	2	1	43	86
8	Válvulas Moduladora, Producto y Cip (Antiguo Diseño)	Oring Interno Barrera Vapor	3	10	1	1	1	12	36
9		Oring Pequeño Externo Barrera Vapor	3	10	1	1	1	12	36
10		Oring Grande Externo Barrera vapor	3	10	1	1	1	12	36
11		Oring Sellado Modulante	3	10	1	1	1	12	36
12		Junta triclover 1 1/2"	1	10	1	1	1	12	12
13		Obturador	3	10	1	1	1	12	36
14	Sistema Dosificación	Oring Interno Tee Inyección	3	10	1	1	1	12	36
15		Oring Sello Boquilla	2	7	1	1	1	9	18
16		Oring Tapon Varilla	2	7	1	1	1	9	18
17		Membrana Aséptica	2	10	4	2	1	43	86
18		Cartucho de Tee Inyección	3	10	1	1	1	12	36
19		Oring Interno cartucho Tee	3	10	1	1	1	12	36
20		Oring Externo cartucho Tee	3	10	1	1	1	12	36
21		Juego de Ganchos Formadores 1,5	3	10	2	1	1	22	66
22		Juego de Ganchos Formadores 2,0	3	10	2	1	1	22	66
23		Oring Trampa Esterilización	2	7	1	1	1	9	18
24		Oring Plato Fijación	2	4	1	1	1	6	12
25		Manga Esterilizacion	2	4	2	1	1	10	20
26		Micromotor	4	10	4	1	1	42	168

ITEM	SISTEMA	REPUESTO	PROB. FALLA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIB. OPERACIONAL	COSTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
27	Cabina	Prefiltro Guata	2	10	4	1	1	42	84
28		Filtro papel	2	10	4	1	1	42	84
29		Filtro Papel Grande	2	10	4	1	1	42	84
30		Filtro HEPA	2	10	4	2	1	43	86
31		Socket	4	7	2	1	1	16	64
32		Oring Soportes	2	4	1	1	1	6	12
33		Tubo Germicida	4	10	2	1	1	22	88
34	Tanque de Balance	Junta triclover 2"	1	10	1	1	1	12	12
35		Junta triclover 3"	1	10	1	1	1	12	12
36		Empaque Tapa Tanque	1	10	2	1	1	22	22
37		Sensor de Presión	4	10	4	2	1	43	172
38	Circuito de Peróxido	Juego Diafragma Bomba Peroxido	2	10	4	1	1	42	84
39		Juego Empaques Boquilla	2	7	4	1	1	30	60
40	Sellado Horizontal	Guarnición Mordaza Estandar	3	10	1	1	1	12	36
41		Guarnición Mordaza Reciprocante	3	10	1	1	1	12	36
42		Resistencia	3	10	4	1	1	42	126
43		Deslizador	2	7	1	1	1	9	18
44		Arandela Aislante	1	7	1	1	1	9	9
45		Tela teflón	2	7	1	1	1	9	18
46		Base Pin Tensor Resistencia	1	4	1	1	1	6	6
47		Pin Tensor Resistencia	1	4	1	1	1	6	6
48		Cinta Teflón	1	7	1	1	1	9	9

ITEM	SISTEMA	REPUESTO	PROB. FALLA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIB. OPERACIONAL	COSTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
49	Sellado Vertical	Guarnición Larga	3	10	1	1	1	12	36
50		Guarnición Corta	3	7	1	1	1	9	27
51		Resistencia	3	10	4	1	1	42	126
52		Terminal macho	2	10	1	1	1	12	24
53		Terminal hembra	2	10	1	1	1	12	24
54		Pasador resistencia	2	10	1	1	1	12	24
55		Resorte portaresistencia	2	10	1	1	1	12	24
56		Accesorios resorte	1	10	1	1	1	12	12
57	Empalmador	Deslizador	2	4	1	1	1	6	12
58		Resistencia	3	10	4	1	1	42	126
59		Guarnicion	3	10	1	1	1	12	36
60	Conformador Nuevo	Teflón adhesivo Cuello	3	10	1	1	1	12	36
61	Freno	Guarnición	3	7	1	1	1	9	27
62		Membrana	3	7	4	1	1	30	90
63	Desaireador Superior	Chaveta Inox	1	4	1	1	1	6	6
64		Rueda guía	1	4	1	1	1	6	6
65		Oring Rueda Guia	1	4	1	1	1	6	6
66	Extraccion de H2O2	Empaque Turbina	1	1	1	1	1	3	3
67		Variador de Frecuencia	4	10	4	2	1	43	172
68	Canastas Secas	Buje Rodillo Jaula	2	10	2	1	1	22	44
69	Canastas Húmedas	Raspador Móvil	2	7	4	1	1	30	60
70		Raspador Fijo	2	7	4	1	1	30	60
71	Balancin	Sensor de Proximidad	4	10	2	1	1	22	88
72		Rodamiento Rodillo	1	10	2	1	1	22	22

ITEM	SISTEMA	REPUESTO	PROB. FALLA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIB. OPERACIONAL	COSTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
73	Predesarrollo y Desarrollo	Resorte	2	10	1	1	1	12	24
74		Buje Cerrado	2	10	2	1	1	22	44
75		Buje Abierto	2	10	2	1	1	22	44
76		Buje Cuadrado	2	4	2	1	1	10	20
77		Rodillo Conductor	1	10	4	1	1	42	42
78		Rodillo Conducido	1	10	4	1	1	42	42
79		Rueda	2	10	4	1	1	42	84
80		Piñón	2	7	4	1	1	30	60
81		Sensor Taca	4	10	4	2	1	43	172
82		Portarrollo	Correa de Freno	1	10	2	1	1	22
83	Sensor Fin de Rollo		4	4	4	1	1	18	72
84	Tomillería	Prisionero Mordaza Fija Horizontal	1	1	1	1	1	3	3
85		Prisionero Ruedas	1	4	1	1	1	6	6
86		Prisionero Piñones	1	4	1	1	1	6	6
87		Tomillo Tensores Resistencia	3	7	1	1	1	9	27

Anexo N. Matriz de criticidad para los repuestos del equipo Esterilizador a placas ESSI UHT-10.

ITEM	REPUESTO	PROB. FALLA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIB. OPERACIONAL	COSTO	IMPACTO SAH	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
1	Kit de empaque membrana de válvula reguladora de presión	2	10	4	1	1	42	84
2	Sello mecánico para bomba de agua caliente	2	7	4	1	1	30	60
3	Sello mecánico de la bomba centrifuga	2	7	4	1	1	30	60
4	Sensor de nivel magnético (tanque de balance)	4	10	4	2	1	43	172
5	Kit cheque sanitario de circuito de soda y acido	2	7	2	1	1	16	32
6	Empaques de las placas del esterilizador	1	10	4	1	3	44	44
7	Placas sin perforar	1	10	4	1	1	42	42
8	Placas con un Agujero	1	10	4	1	1	42	42
9	Placas con dos Agujeros	1	10	4	1	1	42	42
10	Placas con tres Agujeros	1	10	4	1	1	42	42
11	Placas con cuatro Agujeros	1	10	4	1	1	42	42
12	PT100 Para la esterilización con dos salidas de PT100.	4	10	4	1	1	42	168
13	Empaque de universal de 1 ½"	2	4	1	1	3	8	16
14	Empaques de universal de 2"	2	4	1	1	3	8	16
15	Empaque triclam de 1 ½"	2	4	1	1	3	8	16
16	Empaque triclam de 2"	2	4	1	1	3	8	16
17	Kit juego de empaques del filtro de leche	2	7	1	1	1	9	18
18	Membrana de alivio de tanque de agua caliente	2	7	1	1	1	9	18
19	Mezclador de agua caliente	1	10	4	2	3	45	45
20	Kit de empaques bomba de químicos de soda y acido	2	10	4	1	3	44	88
21	Kit de empaque de la válvula reguladora de vapor	2	10	4	2	1	43	86
22	Kit de empaques de la válvula de corte de vapor	2	10	4	1	1	42	84
23	Kit de empaques de la válvula moduladora de vapor	2	10	4	2	1	43	86
24	kit de mantenimiento del filtro de vapor	2	7	4	1	1	30	60

Anexo O. Máquina Empacadora Aséptica ESSI A3 instalada en Lechesan S.A.





Anexo P. Esterilizador a placas ESSI UHT-10 instalado en Lechesan S.A.





Anexo Q. Peso de las presentaciones empacadas para leche entera UHT en Lechesan S.A.

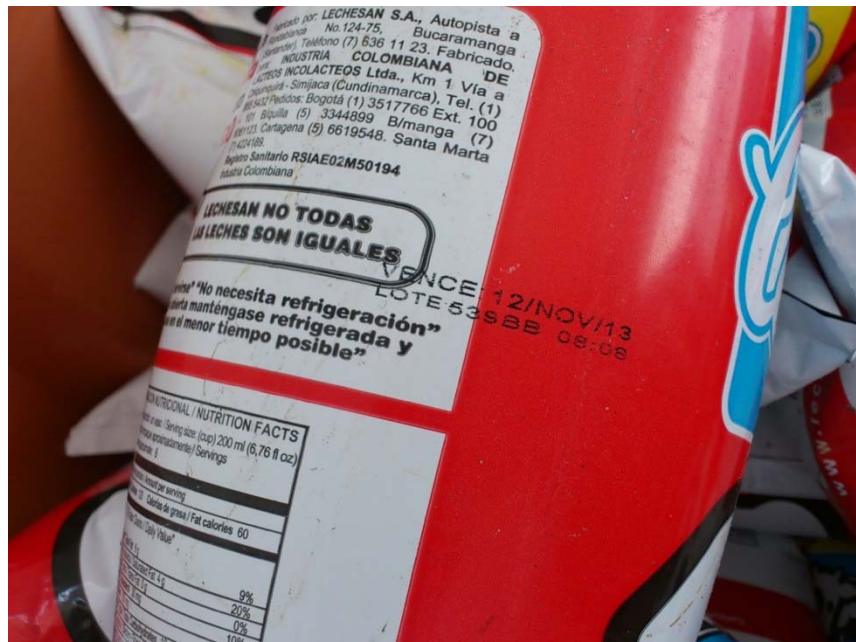
PRESENTACIÓN	VOLUMEN A EMPACAR (ml)	DENSIDAD (g/ml)	PESO EMPAQUE(g)	PESO NETO 1 UNIDAD (g)
Leche entera *200 ml	200	1,031	2,763	209
Leche entera *250 ml	250		3,310	261
Leche entera *450 ml	450		4,190	468
Leche entera *500 ml	500		4,490	520
Leche entera *900 ml	900		6,497	934
Leche entera *1100 ml	1100		7,500	1142
Leche entera *1200 ml	1200		8,420	1246

El peso neto de una unidad en gramos puede tener una variación de más o menos 3 gramos, de esta forma si la presentación es de 900 ml debería pesar entre 931 a 937 gramos.

Anexo R. No conformidad en el tamaño de la bolsa empacada.



Bolsa en presentación de 500 ml con exceso de aire presenta no conformidad, lo cual evita su almacenamiento en el corrugado.



El exceso de aire es una condición sub-estándar que es controlada con el pesaje en línea (indicador de variación de peso) por el acompañamiento del personal de control de calidad.

Anexo S. No conformidades en los sellados de las unidades empacadas.



En esta imagen se ubican los dos tipos de sellado: el vertical y el horizontal sobre la unidad empacada. La bolsa contiene un sellado vertical a lo largo de la misma y dos sellados horizontales. Esta unidad presenta correcta alineación y sellados.



En la imagen anterior, se puede apreciar desalineamiento en el sellado vertical con la presencia de la franja negra, que no debe notarse en la parte frontal de la unidad empacada. Aunque no presenta filtración ni daño alguno, es una no conformidad de imagen y aspecto visual.



En la anterior imagen se observa la presencia de pliegues en el sellado horizontal. Esta no conformidad puede ser causante de filtración o contaminación del producto por ingreso de aire debido a posible presencia de micro-poro.



En esta imagen se observa la presencia de desalineación en el sellado vertical. La ondulación afecta el ancho normal de la pestaña de la unidad empacada que debería estar entre los 10 a 12 cm.

Anexo T. No conformidad en el fechado de las unidades empacadas.



En las anteriores unidades empacadas se presenta: una unidad con doble fechado y la otra sin fechado.

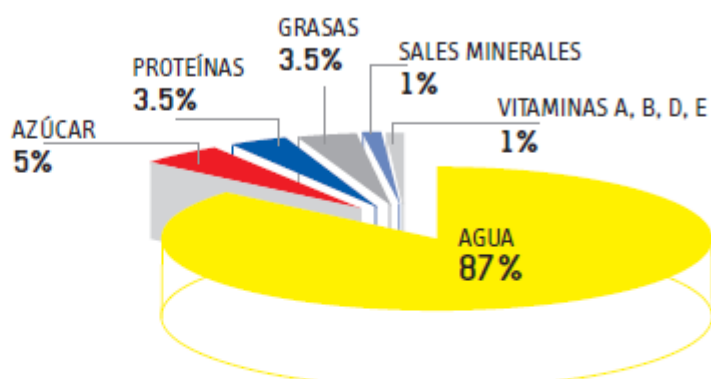


Se evidencia el fechado sobre la imagen de la bolsa. Aunque puede tolerarse este fechado no es el indicado, ya que puede cruzarse con las letras de la imagen y generar confusión.



La posición del fechado debe imprimirse en una zona donde el cliente pueda ubicarla fácilmente.

Anexo U. Características fisicoquímicas de la leche.



LA COMPOSICIÓN nutritiva de la leche es de tal importancia, que será ampliamente descrita en los siguientes fascículos; sin embargo, es menester presentar en porcentajes sus componentes:

Fuente: Kairuz De Cvetta, Lua Ángela. "Introducción al Estudio de la Composición de los Alimentos". Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Colección Julio Carrizosa Valenzuela N°10, Bogotá, Colombia, 2002. p 3

Composición nutricional de la leche de varias especies

(100ml)	HUMANO	VACA	CABRA
agua (%)	87	86.9	87
energía (kcal)	69	66	71
proteína (g)	1.0	3.3 - 4.0	2.9 - 5.6
grasa (g)	3.8	3.6 - 5.2	2.4 - 5.8
carbohidratos (g)	7.1	4.7 - 5.1	4 - 6.3
lactasa (g)	7.0	4.8 - 5.0	4 - 6.3
calcio (g)	28	120	130
fósforo (mg)	14	100	110
hierro (mg)	0.07	0.05	0.04
vitamina A (mg)	60	35	40
vitamina B2 (mg)	0.03	0.15	0.15
ácido nicotínico (mg)	0.22	0.08	0.19
vitamina C (mg)	307	1.5	1.5
vitamina D (mg)	0.02	0.03	0.06

Fuente: RIELR. Composición y estructura físico-química de la leche, 1991


Anexo V. Registros de control para el proceso UHT.

VERSION 2		LECHESAN S.A. GESTION DE PRODUCCION CONTROL DE PROCESO ENVASADO UHT (TIEMPOS DE TRABAJO Y VARIABLES MAQUINA ENVASADORA ASEPTICA A3)										PAGINA 1 DE 1 F-GP-02 DICIEMBRE DE 2013		
FECHA DE PRODUCCION		LOTE		FECHA DE VENCIMIENTO										
OPERARIO DE MAQUINA		SUPERVISOR		1		1		2		2				
LOTE		F. DE VENCIMIENTO			LOTE		F. DE VENCIMIENTO			LOTE		F. DE VENCIMIENTO		
BOQUILLA	A	H. INICIO:		H.FINAL	BOQUILLA	A	H. INICIO:		H.FINAL	BOQUILLA	A	H. INICIO:		H.FINAL
PRESENTACION:		CONTADOR MAQUINA (UND):			PRESENTACION:		CONTADOR MAQUINA (UND):			PRESENTACION:		CONTADOR MAQUINA (UND):		
LOTE		F. DE VENCIMIENTO			LOTE		F. DE VENCIMIENTO			LOTE		F. DE VENCIMIENTO		
BOQUILLA	B	H. INICIO:		H.FINAL	BOQUILLA	B	H. INICIO:		H.FINAL	BOQUILLA	B	H. INICIO:		H.FINAL
PRESENTACION:		CONTADOR MAQUINA (UND):			PRESENTACION:		CONTADOR MAQUINA (UND):			PRESENTACION:		CONTADOR MAQUINA (UND):		
LOTE		F. DE VENCIMIENTO			LOTE		F. DE VENCIMIENTO			LOTE		F. DE VENCIMIENTO		
BOQUILLA	C	H. INICIO:		H.FINAL	BOQUILLA	C	H. INICIO:		H.FINAL	BOQUILLA	C	H. INICIO:		H.FINAL
PRESENTACION:		CONTADOR MAQUINA (UND):			PRESENTACION:		CONTADOR MAQUINA (UND):			PRESENTACION:		CONTADOR MAQUINA (UND):		
LOTE		F. DE VENCIMIENTO			LOTE		F. DE VENCIMIENTO			LOTE		F. DE VENCIMIENTO		
BOQUILLA		H. INICIO:		H.FINAL	BOQUILLA		H. INICIO:		H.FINAL	BOQUILLA		H. INICIO:		H.FINAL
PRESENTACION:		CONTADOR MAQUINA (UND):			PRESENTACION:		CONTADOR MAQUINA (UND):			PRESENTACION:		CONTADOR MAQUINA (UND):		
PARAMETROS	VARIABLES / HORAS													
% con. de Peroxido	35% Min	45% Max												
T de Peroxido °C	40 °C Min	47°C												
Temperatura de aire esteril °C	40 °C Min	60 °C Max												
Temperatura de refrigeracion °C	8 °C Min	16 °C Max												
Temp. de barrera de vapor °C	115 °C min	125 °C Max												
Temperatura de vapor °C	20 min	35 max												
Presion de cabina (pulg de agua)	0,02	0,05												
Temperatura de la cabina °C	42 °C Min	48 °C Max												
OBSERVACIONES:														

Planilla de control diario para el envasado de la máquina ESSI A3.

VERSION 1		LECHESAN S.A. GESTIÓN DE PRODUCCION INFORME DE PARADAS DE ENVASADORA EN BOLSA - ESSI A-3																				version 3 F-GP-04 dic-13	
		hora parada	hora inicio	hora parada	hora inicio	hora parada	hora inicio	hora parada	hora inicio	hora parada	hora inicio	hora parada	hora inicio	hora parada	hora inicio	hora parada	hora inicio	hora parada	hora inicio	hora parada	hora inicio	TOTAL TIEMPO PERDIDO	
Cambio de Rollo																							
Cambio de Rollo																							
Cambio de Rollo																							
Cambio de cinta Termica																							
Cambio de Teflon horizontal																							
Cambio de Teflon vertical																							
Cambio de manta de teflon																							
Cambio de Resistencia Vertical																							
Cambio de Resistencia Horizontal																							
Fechador																							
Hermeticidad de soldadura transversal superior SHS																							
Hermeticidad de soldadura vertical SV																							
Hermeticidad de soldadura transversal inferior SHI																							
Hermeticidad en puntos de union de soldaduras (picos)																							
Desalineación de Polietileno																							
Cambio de Siliconas horizontales																							
Cambio de Siliconas Verticales																							
Ajuste de volumen																							
Falta de Producto																							
Cambio de Ganchos																							
Ajustes de Valvulas de Suministro																							
Ajustes de Filtros																							
Daño electrico																							
Daño Mecanico																							
Rotura de Pelicula																							
suministro de energia																							
Suministro de vapor																							
Bulbo de Peróxido																							
Apertura de tubo de llenado																							
Cambio de referencia																							
falta de personal operativo																							
																						TOTAL	
Finalizacion de Producto	Caida de Programa		Hora:		Causa:																		
C:conforme	NC: no conforme	NA: no aplica	ND: no disponible																				
Revisión del sup. de Planta:																							

Planilla de informes de paradas de la envasadora ESSI A3.

 VERSION 1		LECHESAN S.A. GESTION DE PRODUCCION PLANILLA DE REGISTRO ULTRAPASTEURIZADOR						pag. 1 de 2 F-GP-07 AGOSTO 2012	
OPERADOR		Operador 1		FECHA DE PRODUCCION					
		Operador 2		LOTE					
		Operador 3		TIPO DE PRODUCTO					
PROCEDENCIA		SILO	HORA	SILO	HORA	SILO	HORA		
DESTINO		ESSI							
REGISTRO		DATO	REGISTRO	DATO	REGISTRO	DATO	REGISTRO	DATO	
HORA INICIO PRE-ESTERILIZACION			HORA INICIO DE PRODUCCION		HORA INICIO ENFRIAMIENT.		TEMP. ENVASADO DESPUES DEL ENFRIAMIENTO		
HORA FIN PRE-ESTERILIZACION			HORA FIN DE PRODUCCION		HORA FIN ENFRIAMIENT.		HORA DE LENADO		
VARIABLES		ESTERILIZACION							
TEMPERATURA °C	TEMP. TANQUE BALANCE								
	TEMP. HOMOGENIZADOR								
	TEMP. ESTERILIZACION								
	TEMP. AGUA CALIENTE								
	TEMP. DE SALIDA DE AGUA DE BOTELLA								
	TEMP. DE SALIDA DE ENVASADO								
	TEMP. AGUA HELADA								
	TEMP. ENTRADA VAPOR								
	TEMP. ACEITE HOMOGENIZADOR								
	PRES. ENTRADA VAPOR								
PRESION (BAR)	PRES. ENTRADA AIRE								
	PRESION DE ENTRADA DE AGUA								
	PRES. VAPOR REGULADO								
	PRES. SALIDA BOMBA AGUA CALIENTE								
	PRES. BOTELLA AGUA CALIENTE								
	PRES. AGUA CALIENTE								
	PRES. ANTES DE HOMOGENIZADOR								
	PRESION DPS HOMOGENIZADOR								
	PRESION ESTERILIZACION (TUBO DE RETENCION)								
	PRES. RETORNO MAQUINA								
VARIADOR	CAUDAL DEL PRODUCTO								
	PRES. HOMOGENIZACION								
	PRES. PRIMERA ETAPA DE HOMOGENIZ.								
	PRES. SEGUNDA ETAPA DE HOMOGENIZ.								
	PRESION (B1)								
	TORQUE (N.m)								
	VOLTAJE (V)								
	CONSUMO (A)								
	EFICIENCIA (%)								
	VELOCIDAD (Rpm)								
SEÑAL (4-20MA)									
FRECUENCIA (Hz)									
PROTENCIA (KW)									
ESTADO TERMICO DEL MOTOR									
ESTADO TERMICO DEL VARIADOR									
Tiempo de agua esteril		H. Inicio:	H. Final:	Causa:					
Calda de Programa		Hora:	Causa:						
OBSERVACIONES:									
								C: conforme NC: no conforme NA: no aplica ND: no disponible	
						Revisión del Jefe de Planta			

Planilla de registro del equipo esterilizador ESSI UHT-10.

LECHESAN S.A.		PAGINA 1 DE 1
GESTION DE PRODUCCION		F-GP-03
VERSION 1	LISTA DE CHEQUEO DIARIO MAQUINA ENVASADORA ASEPTICA	DICIEMBRE DE 2013
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 ___)
Limpiar filtro de atomización de peróxido.		
Verificar funcionamiento lamparas germicidas		
Desmante y limpieza del filtro de peróxido.		
Revisión general de ausencia de fugas (Agua, aire, vapor)		
Instalación de teflones en tubo de llenado previo a esterilización.		
Verificación de nivel de peróxido.		
SISTEMA DE ARRASTRE Y FECHADO		REGISTRO
Estado del sensor de fin de rollo / limpieza de rodillo		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 ___
Canastillas húmedas (raspadores y rodillos)		Defectuoso ___ OK ___
Desaireadores (posición guías)		Defectuoso ___ OK ___
Toboganes		Defectuoso ___ OK ___
Estado de las ruedas del desarrollo		Defectuoso ___ OK ___
Estado de los piñones		Defectuoso ___ OK ___
Fotocelda del sistema fechador		Defectuoso ___ OK ___
Distensionador (rodillos)		Defectuoso ___ OK ___
Alineador de pestaña (desgaste)		Defectuoso ___ OK ___
Fotocelda frontal (ajuste y aspecto)		Defectuoso ___ OK ___
Puertas (ajuste, alineación y chapas)		Defectuoso ___ OK ___
Panel view (ajuste y aspecto)		Defectuoso ___ OK ___
Válvulas moduladora, producto y CIP		Defectuoso ___ OK ___
SISTEMA DE SELLADO		REGISTRO
Revisión de manta teflon		Defectuoso ___ OK ___
Revisión de nivel de agua baño maria		Defectuoso ___ OK ___
Revisar estado de terminales y cables de electrodos vertical y horizontal.		Defectuoso ___ OK ___
Estado de los teflones del sellado horizontal		Defectuoso ___ OK ___
Estado de las siliconas del sellado horizontal		Defectuoso ___ OK ___
Estado de las siliconas del sellado vertical		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 ___
RESPONSABLE:	Nombre Supervisor de Proceso: _____	

Lista de chequeo de la máquina ESSI A3

		LECHESAN S.A.						PAG 1 DE 1	
		GESTION DE PRODUCCION						COD: F-GP-15	
REVISION 2		CONTROL DE LAVADO Y ESTERILIZACION ENVASADORA ESSI- A3						DICIEMBRE 2013	
LIMPIEZA COP									
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD				A	B	C	OBSERVACIONES		
Rodillos portarrollo							Utilice una solución de alcohol al 98%		
Rodillos empalmador									
Rodillos fechador									
Rodillos predesarrollo									
Rodillos balancín									
Rodillos del sistema distensionador									
Ruedas desarrollo									
Toboganes							Se recomienda utilizar aerosol para limpieza y pulido de acero inoxidable 3M		
Puertas							Utilice una solución de alcohol al 98%		
Exterior cabina							Se recomienda utilizar aerosol para limpieza y pulido de acero inoxidable 3M		
Exterior tanques de CIP y de peróxido							Se recomienda utilizar aerosol para limpieza y pulido de acero inoxidable 3M		
Fecha:		EJECUCIÓN DE LAVADO				Temperatura °C	% Concentración	Enjuague	OBSERVACION
		Recomendación		Hora Inicio	Hora Final				
		Tº	% Con.						
PASOS DE LAVADO	Enjuague	20°C	-						
	Solución Alcalina	75°C	2-2,5						
	Enjuague	20 °C	-						
	Solución Ácida	65 °C	1-1,5						
	Enjuague	20 °C	-						
	Desinfección	20 °C					% Desinfección		
Nombre Quien Realiza el Lavado					Nombre Analista Calidad				
Fecha:		TIEMPO			VAPOR	BARRERA	AIRE	% Concentración de Peroxido:	OBSERVACION
		Recomendación		Hora Inicio					
		t. min	Barrera						
PASOS DE ESTERILIZACIÓN	Atomización Peroxido	15	120 °C						
	Contacto con Peroxido	10	120 °C						
	Vapor	30	120 °C						
	Enfriamiento	20	120 °C						
	Boquillas en Peroxido	15	120 °C						
Nombre Quien Realiza Esterilización					Nombre Supervisor de Proceso				

Control de lavado y esterilización de la envasadora ESSI A3.

Anexo W. Proceso de limpieza CIP en los equipos ESSI.

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:

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

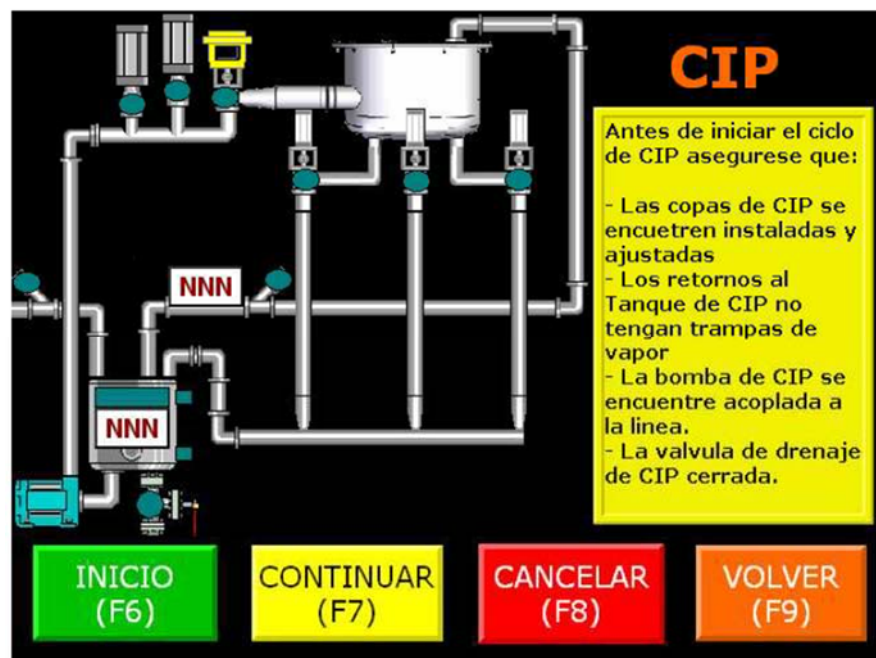
Un proceso de lavado *CIP* consta de las siguientes etapas:

- **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.
- **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 de acuerdo al equipo. Además requiere de la acción turbulenta del líquido para producir el efecto de remoción.

- **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).
- **Limpieza Ácida:** El limpiador ácido más común utilizado para eliminar el “sarro”, es el ácido nítrico, 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.
- **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.

El proceso de limpieza puede hacerse tantas veces como sea necesario y podrá detenerse una vez sea liberado por el analista del laboratorio de calidad cuando realice la verificación del pH luego de los enjuagues con agua. Los tiempos de cada etapa están programados desde fábrica y se encuentran almacenados en el PLC de cada equipo.



tiempos					
	Total (s)	Parcial (s)		Total (s)	Parcial (s)
Enjuague inicia	10	0	Suministro de acido	48	0
Pre-esterilizacion	2000	0	Recirculacion acido	2400	0
Empuje con leche	420	0	Drenaje de acido	600	0
Retraso de llenado	0	0	Suministro de soda	74	0
Empuje con agua	500	0	Recirculacion soda	1500	0
Retraso con agua	200	0	Drenaje de soda	700	0
Enjuague antes CIP	120	0	Suministro de acido	48	0
Suministro de soda	74	0	Recirculacion acido	1500	1347
Recirculacion soda	2400	0	Drenaje de acido	600	0
Drenaje de soda	700	0	Bajo nivel	6	0

11/6/2012 6:29:15 PM EMERGENCIA Volver

Pantalla de tiempos del lavado CIP del equipo esterilizador ESSI UHT-10.

En la limpieza CIP, la secuencia completa de limpieza suele ser la siguiente:

- Recuperación de residuos de producto mediante drenaje, arrastrándolos con agua o expulsándolos mediante aire comprimido.
- Eliminación de restos de leche o producto mediante enjuague con agua (fría o caliente).
- Eliminación de las grasas adheridas en el sistema mediante limpieza con una solución alcalina caliente (con aditivos para evitar corrosión del sistema).
- Enjuague para eliminar la solución alcalina.
- Eliminación de los restos sólidos adheridos a los equipos con una solución ácida de ácido clorhídrico, nítrico o fosfórico (con aditivos para evitar la corrosión).
- Enjuague para eliminar los restos de ácido.
- Desinfección, siempre y cuando sea necesario, con una solución química (p.e. hipoclorito, yodoformo, agua oxigenada) o mediante vapor o agua caliente. Cada vez se utiliza más el vapor de agua.
- Aclarado final con agua estéril si se ha realizado desinfección química.

Debido a las especiales características del producto y de la producción, se realizan frecuentes limpiezas de “base”, que consisten en un enjuague inicial, una limpieza a base de soda y un enjuague final. **Barridos con soda.**

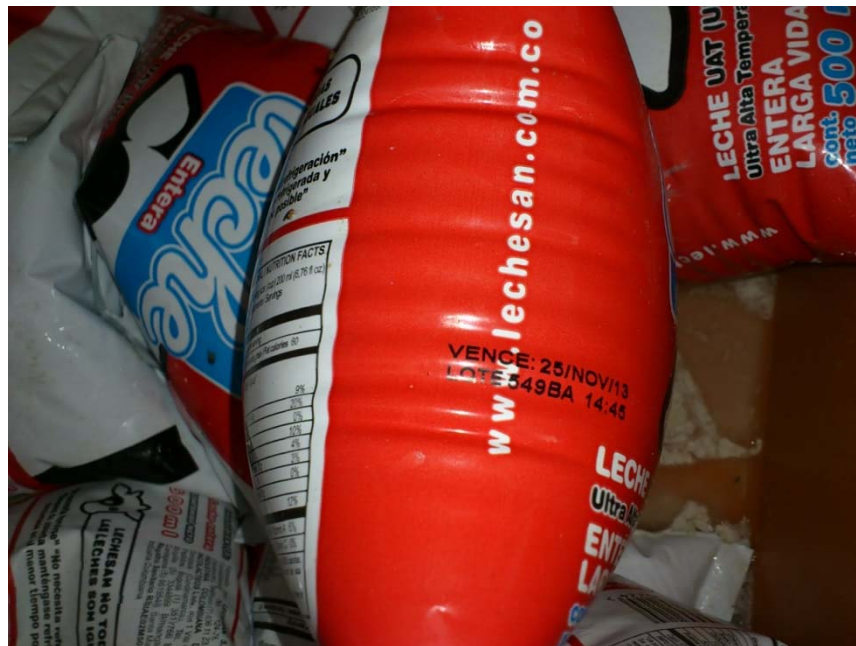
Anexo X. Limpieza COP de la máquina empacadora ESSI A3.



Anexo Y. Filtración en las unidades empacadas.



Filtración presentada por maltrato del polietileno durante el envasado en la máquina ESSI A3. Se detectó inmediatamente en la sala de envasado UHT.



Filtración presentada por el sellado vertical. Se detectó micro-poro luego de cinco días de almacenamiento en cava. El ingreso del aire al interior provocó el desarrollo de las esporas esterilizadas, a tal punto que se generaron gases debido a la fermentación de la leche, este hecho provocó la hinchazón.

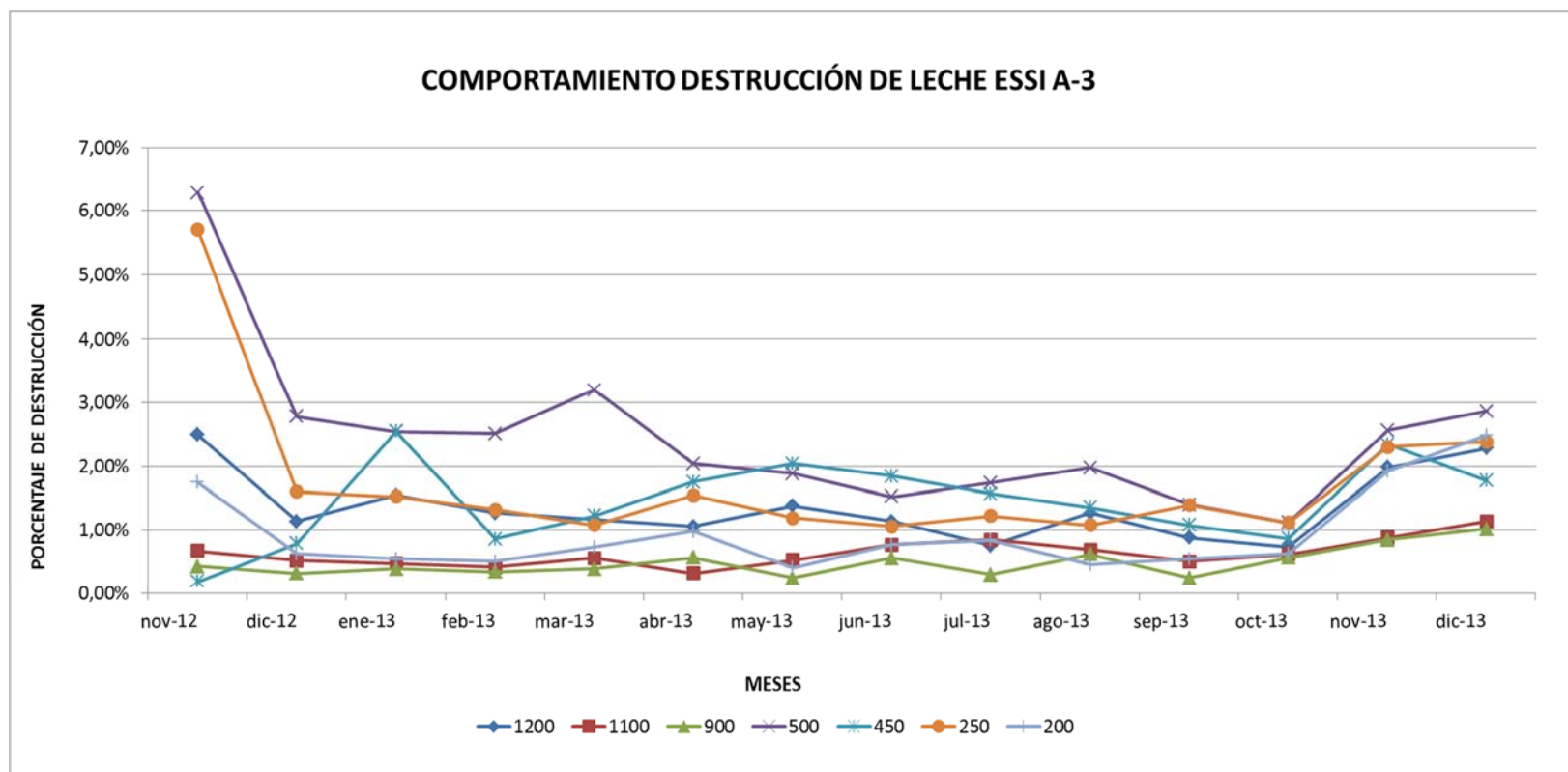


Se observa filtración en las puntas del sellado horizontal.



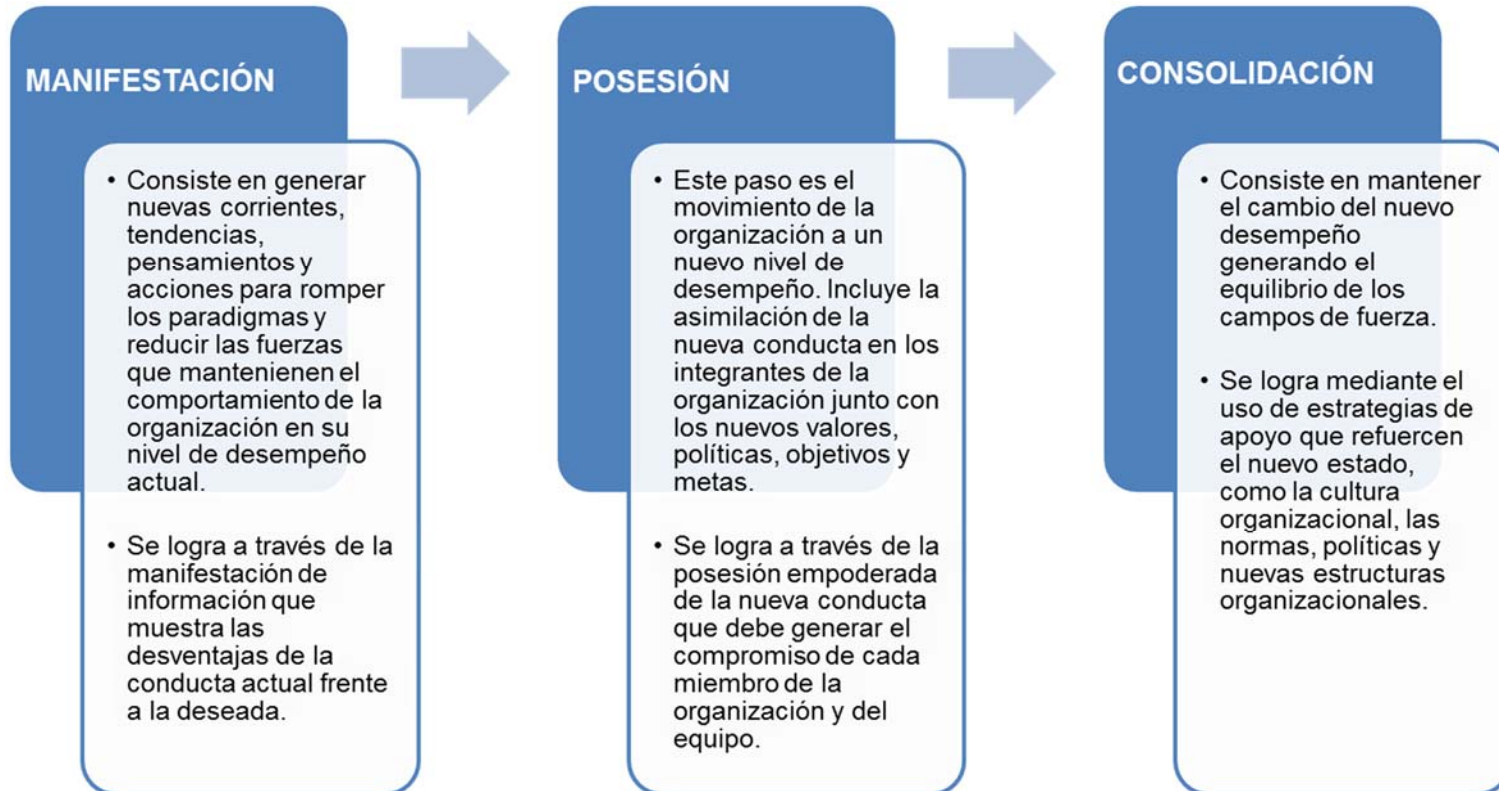
Se observa apertura de la bolsa por el sellado horizontal, provocado posiblemente por la falta de temperatura durante el sellado.

Anexo Z. Registro del porcentaje de destrucción.



El porcentaje de destrucción se calcula para cada presentación: 1200 ml, 1100 ml, 900 ml, 500 ml, 450 ml, 250 ml y 200 ml que se envasan en la actualidad en la planta de Lechesan S.A. El valor es calculado mensualmente y presentado a las directivas de la empresa. En la gráfica anterior se observa un control desde el mes de Diciembre de 2012 hasta el mes de Octubre de 2013, tiempo durante el cual se contrató como outsourcing, la operación de la máquina envasadora aséptica ESSI A3. En los demás meses la operación fue responsabilidad directa de Lechesan S.A. y se observa el aumento de desperdicio notoriamente.

Anexo 1. Guía para el cambio de cultura organizacional.



Anexo 2. Aspectos claves en el desarrollo de un programa de mantenimiento autónomo.

<i>ASPECTOS CLAVES</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
1. Educación introductoria	Realizar capacitaciones sobre los conceptos del <i>TPM</i> , materiales y conferencias antes de iniciar con el programa de mantenimiento autónomo.
2. Cooperación entre departamentos	Promover una completa cooperación entre los departamentos relacionados con la producción y la administración. Debe consolidarse un sistema de apoyo a los operadores.
3. Mantenimiento autónomo como rutina de trabajo	Todos los empleados deben entender el mantenimiento autónomo como parte de las actividades diarias del operario.
4. Pequeños equipos	Todas las actividades deben realizarse con la conformación de pequeños equipos de trabajo llamados: equipos de mantenimiento autónomo (EMA).
5. Los directivos asumen el liderazgo	Los directivos de la planta deben asumir el liderazgo y dar ejemplo demostrando cómo desarrollar los pasos del programa de mantenimiento autónomo.
6. Educación y práctica	Facilitar la educación y práctica a los operarios aprovechando todas las oportunidades posibles.
7. Primero la práctica	Práctica a conciencia con el objetivo de lograr cero accidentes, cero defectos y cero averías.
8. Efectos actuales	Proveer temas y metas claras a los operarios. Estimular en el logro de resultados efectivos.
9. Reglas establecidas por los operarios	Las reglas deben establecerse por los que deben cumplirlas.
10. Auditoría del mantenimiento autónomo	La auditoría del mantenimiento autónomo hace una gran contribución a la educación y estímulo de los EMA.
11. Respuestas rápidas	El departamento de mantenimiento debe responder rápidamente a las órdenes de trabajo procedentes del mantenimiento autónomo. Si no es así, la actividad de los EMA decae.
12. Consistencia	Desarrollar cada paso del programa de mantenimiento autónomo con empoderamiento. Si una auditoría muestra no conformidades, evitar el paso siguiente para cumplir el programa. Cuando esto sucede, el TPM no está firmemente establecido debido a la falta de progreso en conocimientos y habilidades técnicas.

El programa de siete pasos repite los aspectos desde el 5 al 10 tantas veces como sea posible.