

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LINEA DE
ULTRA-PASTEURIZACION DE LA PLANTA DE LACTEOS “EL POMAR”**

IADER SANCHEZ CALA



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2012**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LINEA DE
ULTRA-PASTEURIZACION DE LA PLANTA DE LACTEOS “EL POMAR”**

IADER SANCHEZ CALA

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Director

JABID EDUARDO QUIROGA MENDEZ

MSc. Ingeniero Mecánico

Codirector

Ing. DIEGO FERNANDO TARAZONA PINZÓN

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2012

DEDICATORIA

A DIOS lo dedico por ser tan maravilloso conmigo, bendecirme, guiarme, por su respaldo y su poder en todo momento, a él doy la gloria de este logro alcanzado.

Este Proyecto de Grado lo dedico a las personas que con su apoyo y confianza hicieron que el sueño de ser Ingeniero Mecánico UIS se hiciera una realidad.

A MIS PADRES, por creer en mí, por su apoyo incondicional durante toda mi vida, el amor que me han brindado, el esfuerzo y la dedicación.

A MI ESPOSA, por su amor, por creer en mí, por su apoyo y compañía idónea en el camino de la vida.

A MI HIJO, por llenar de alegría mi corazón, por motivarme a crecer, ser mi motor, mi huella, mi muchacho, mi gran muchacho.

A MIS HERMANAS Y MI SOBRINA, por su apoyo, la alegría que me infunden y el amor incondicional.

A MIS ABUELAS, por creer en mí y por enseñarme que el amor incondicional es la mayor alegría de la vida.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi mayor agradecimiento a DIOS por su amor, su misericordia y su ayuda en todos los momentos de mi vida así como el entendimiento que me dio para superar las pruebas y culminar mi carrera profesional.

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander, la Escuela de Ingeniería Mecánica y todos los profesores que me ayudaron a mi formación académica y que son su ejemplo aportaron positivamente a mi ética profesional e incentivaron en mí el estudio constante y excelencia de la profesión.

Al ingeniero Jabid Eduardo Quiroga, Director del Proyecto, por su confianza, respaldo y apoyo en el desarrollo de este proyecto.

Al ingeniero Diego Tarazona, Codirector del Proyecto, por su confianza y respaldo en todas las propuestas realizadas.

A mis padres, mi esposa y mi hermana por su apoyo incondicional que hicieron posible culminar este proyecto y mi carrera profesional.

A todos mi familiares, tíos, primos, padrinos, por todos los momentos en que me brindaron su apoyo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. LA EMPRESA ESSI S.A.S.	20
1.1 HISTORIA	20
1.2 MISIÓN	20
1.3 VISIÓN	21
1.4 POLÍTICA DE CALIDAD	21
1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	21
1.6 UBICACIÓN	21
1.7 LÍNEAS DE NEGOCIO	22
2. EL CLIENTE - LÁCTEOS “EL POMAR S.A.”	23
2.1 GENERALIDADES	23
2.2 MISIÓN	23
2.3 VISIÓN	24
2.4 POLÍTICA DE INOCUIDAD	24
2.5 PRODUCTOS Y LÍNEAS DE PRODUCCIÓN	24
3. INSTALACIONES Y EL PROCESO PRODUCTIVO	26
3.1 INSTALACIONES	26
3.2 CADENA PRODUCTIVA DE LA LECHE ULTRA-PASTEURIZADA	28
3.2.1 Recibo de Leche.	28
3.2.2 Pasteurización	32
3.2.3 Ultra-Pasteurización UHT	35
3.2.4 Empaque	37

4. DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	39
4.1 ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO.	39
4.2 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.	41
4.3 BASE DE DATOS.	43
4.4 PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN.	43
4.5 FLUJO DE LA INFORMACIÓN.	44
4.6 ESTADO DE LOS EQUIPOS.	45
5. DIRECCIONAMIENTOS DEL PROYECTO.	50
5.1 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.	50
5.2 POLÍTICAS DE MANTENIMIENTO.	51
5.3 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.	52
5.4 ALCANCE.	53
6. INVENTARIO Y JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS.	54
6.1 INVENTARIO DE EQUIPOS.	54
6.1.1 Definición de Términos	54
6.1.2 Lineamientos para Inventariar.	56
6.1.3 Codificación de Equipos.	57
6.1.4 Desarrollo del Inventario.	58
6.1.5 Ficha Técnica.	64
6.2 DIAGRAMAS DE PROCESO.	68
6.2.1 Diagrama del Recibo de Leche	68
6.2.2 Diagrama de Pasteurización	70
6.2.3 Diagrama de Ultra-Pasteurización y Empaque.	72
6.3 JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS.	73
6.3.1 Alcance del Análisis.	74
6.3.2 Criterios de Análisis.	74
6.3.3 Metodología y Cuantificación.	75

6.3.4 Aplicación del Método.	78
7. CREACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	81
7.1 EXTERNALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO.	82
7.1.1 Razones para Tercerizar el Mantenimiento.	82
7.1.2 Tipos de Contratos.	83
7.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.	84
7.2.1 Ventajas y Desventajas.	86
7.2.2 Selección de Equipos.	87
7.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	87
7.3.1 Ventajas y Desventajas.	89
7.3.2 Selección de Equipos.	90
7.4 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.	92
7.4.1 Composición y Características de los Equipos.	94
7.4.2 Análisis Funcional.	95
7.4.3 Criterio de Fallas.	96
7.4.4 Experiencia del Mantenedor.	98
7.4.5 Actividades Asignadas.	98
7.4.6 Frecuencia.	98
7.5 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO.	99
7.6 POE – PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARIZADOS.	99
7.6.1 Guía para la Creación del POE.	100
7.6.2 POE Pasteurizador No. 2.	103
7.7 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO.	103
7.7.1 Listas de Chequeo.	103
7.7.2 Hoja de Observaciones y/o Trabajos Generados.	106
7.7.3 Solicitud de Mantenimiento.	108
7.7.4 Gestión de Repuestos.	108
7.7.5 Orden de Trabajo.	112
7.7.6 Historial de Mantenimiento.	116

7.8 FLUJO DE LA INFORMACIÓN	117
7.8.1 Solicitud de Mantenimiento.	118
7.8.2 Flujograma de la OT	119
7.8.3 Procedimiento de Programación.	120
7.8.4 Solicitud de Repuestos.	121
8. MEDICIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	122
8.1 INDICADORES DE CLASE MUNDIAL	123
8.2 ÁREAS DE GESTIÓN.	123
8.2.1 Efectividad.	123
8.2.2 Rendimiento.	124
8.2.3 Costos.	124
8.2.4 Mano de Obra.	125
8.3 INDICADORES SELECCIONADOS.	125
CONCLUSIONES	129
BIBLIOGRAFÍA	131
ANEXOS	133

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vista satelital de la planta.	26
Figura 2. Vista Superior de la Planta (área de proceso).	27
Figura 3. Báscula Pesaje de Camiones.	28
Figura 4. Isla Recibo de Leche: a. Isla, b. Bombas de Recibo.	29
Figura 5. Tanque Pulmón.	30
Figura 6. Centrífuga (clarificadora y descremadora).	31
Figura 7. Silos de Recibo.	31
Figura 8. Pasteurizador de Leche.	33
Figura 9. Homogenizador.	33
Figura 10. Esterilizador.	37
Figura 11. Empacadora Aséptica.	38
Figura 12. El mantenimiento en la estructura de la empresa.	40
Figura 13. Estructura del Código de Equipo.	58
Figura 14. Diagrama de Recibo de Leche.	68
Figura 15. Diagrama de Pasteurización.	70
Figura 16. Diagrama Ultra Pasteurización y Empaque.	72
Figura 17. Categorías Criticidad de Equipos.	80
Figura 18. Representación del mantenimiento correctivo.	85
Figura 19. Representación del mantenimiento preventivo.	88
Figura 20. Formato Lista de Chequeo.	105
Figura 21. Formato Hoja de Observaciones y/o Trabajos Generados.	107
Figura 22. Formato Solicitud de Mantenimiento.	108
Figura 23. Formato Devolución de Repuestos.	111
Figura 24. Formato Orden de Trabajo.	115
Figura 25. Formato Reporte Diario de Actividades.	116

Figura 26. Flujograma Solicitud de Mantenimiento.	118
Figura 27. Flujograma OT.	119
Figura 28. Flujograma Programación de Trabajos.	120
Figura 29. Flujograma Solicitud de Repuestos.	121

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Líneas de Ultra-Pasteurización.	36
Tabla 2. Factores para la Auditoría del Área de Mantenimiento.	39
Tabla 3. Estado de Equipos de Recibo de Leche.	46
Tabla 4. Estado de Equipos de Pasteurización.	47
Tabla 5. Estado de Equipos de Ultra Pasteurización.	48
Tabla 6. Estado de Equipos de Empaque.	49
Tabla 7. Formato para Inventario de Equipos.	57
Tabla 8. Códigos de los Procesos	59
Tabla 9. Funciones Principales.	59
Tabla 10. Funciones Principales y sus Equipos.	62
Tabla 11. Equipos Diagrama Recibo de Leche	69
Tabla 12. Equipos Diagrama Pasteurización	71
Tabla 13. Equipos Diagrama Ultra pasteurización y Empaque.	73
Tabla 14. Efecto en la Continuidad Operacional.	75
Tabla 15. Tiempo para Restaurar la Producción.	75
Tabla 16. Influencia de Falla en la Calidad del Producto.	76
Tabla 17. Frecuencia de Falla.	76
Tabla 18. Precisión de Funcionamiento.	76
Tabla 19. Costo de Adquisición.	77
Tabla 20. Riesgo a la Salud y Seguridad de las Personas.	77
Tabla 21. Nivel de Significación de los Aspectos Ambientales.	78
Tabla 22. Equipos para Mantenimiento Correctivo.	87
Tabla 23. Equipos para Mantenimiento Preventivo.	90
Tabla 24. Guía para la Creación del POE.	100
Tabla 25. Listado de Repuestos.	109

Tabla 26. Indicadores de Mantenimiento	126
Tabla 27. Objetivos de Mantenimiento y su indicador.	127
Tabla 28. Indicador de Costos	128

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Estructura Organizacional ESSI S.A.S.	134
Anexo B. Inventario de Equipos	135
Anexo C. Ficha técnica de equipos	143
Anexo D Matriz de Criticidad	145
Anexo E. Indices de Criticidad Calculados	146
Anexo F. Lista jerarquizada de equipos	149
Anexo G. Cronograma de Mantenimiento	151
Anexo H. Ejemplo POE (Motor eléctrico)	166

RESUMEN

TÍTULO: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LINEA DE ULTRA-PASTEURIZACIÓN DE LA PLANTA DE LACTEOS “EL POMAR”.

AUTOR: IADER SÁNCHEZ CALA**

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento preventivo, criticidad, Empresa ESSI S.A.S, Outsourcing, Plan de Mantenimiento, Equipos Línea de Ultra-Pasteurización, LÁCTEOS EL POMAR S.A.

DESCRIPCIÓN: La finalidad de este proyecto es entregar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la ultra-pasteurización, iniciando desde el recibo de leche hasta su empaqueo aséptico, el cual sirva de fundamento para la implementación del mantenimiento preventivo en todo los equipos de la planta, cumplir con los requerimientos exigidos por el ministerio de salud para planta de alimentos y entregar a Lácteos El Pomar la mejor alternativa de solución para la administración externa del mantenimiento.

El proyecto inicio con la identificación de los equipos, reconocimiento de los mismos en las instalaciones de la planta, el proceso productivo y seguido de un diagnóstico completo de la administración actual del mantenimiento, la información disponible y el estado de la maquinaria objeto del proyecto.

Se realizó el inventario de los equipos, la codificación, caracterización y jerarquización de los mismos mediante un análisis de criticidad específico y personalizado. Basado en toda la información ya recopilada, se analizó la función y fallas de los equipos para posteriormente diseñar las actividades que logran prevenir y evitar fallas fortuitas, también se diseñaron los procedimientos detallados para cada una de las intervenciones de mantenimiento, que minimizaran los riesgos al personal y garantizaran la eficiencia del mantenimiento en la intervención.

Finalmente se diseñaron los procedimientos del flujo de la información emitida y recopilada en todos los procesos de mantenimiento y se establecieron los indicadores que suministrarán una medida de la gestión del mantenimiento para seguimiento y control.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director Jabid Eduardo Quiroga Mendez

SUMMARY

TITLE: PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE ULTRA-PASTEURIZATION PROCESS FROM "EL POMAR" DAIRY PLANT*

AUTHOR: IADER SÁNCHEZ CALA**

KEY WORDS: PREVENTIVE MAINTENANCE, CRITICALITY, ESSI S.A.S. OUTSOURCING COMPANY, MAINTENANCE PLAN, ULTRA-PASTEURIZATION PROCESS EQUIPMENTS, "LACTEOS EL POMAR S.A.

DESCRIPTION: The purpose of this project is to deliver a preventive maintenance plan for ultra-pasteurization equipment, starting from its initial process receiving the milk until its final packing and its aseptic delivering. This maintenance plan will be the support for the implementation of the preventive maintenance of all factory equipment, in order to accomplish all health and public requirements management of foods and factory, delivering of dairy El Pomar. the best maintenance option for the solution of the maintenance management.

The project started with the equipment identification, then locating the equipment's within the factory, the productivity process, then a general diagnostic of the current administration of the maintenance, available plant information and current condition of the target machinery.

Equipment inventory was developed as well as the codification, characterization and its functional hierarchy through a specific and personalized criticality's analysis. Based on the collected information, was analyzed the equipment functions and failures to subsequently designing the activities to achieve the prevention and avoid random failures. Also were designed the procedures for each maintenance intervention, that will minimize the personal risks and ensure the maintenance efficiency in the intervention.

Finally it was designed the information flux procedures delivered and gathered in all maintenance process and it was established process performance index that will supply the measure on the maintenance management in order to control and follow up the process.

* Projecto of grade

** Faculty of Engineerings physicochemical, school of mechanical engineering, Director Jabid Eduardo Quiroga Mendez

INTRODUCCIÓN

La producción y el mantenimiento forman parte de los ejes más importantes de una empresa que se dedica al procesamiento y la elaboración de productos, y esto no es desconocido para la administración de la empresa Lácteos El Pomar, es por eso que continuamente trabajan en mejorar sus procedimientos y dedican esfuerzos para aumentar la capacidad productiva de la planta, haciendo uso de nuevas alternativas y filosofías de mantenimiento que permitan conservar en buen estado cada una de las máquinas que hacen posible cumplir con la entrega de productos de alta calidad.

Como alternativa principal se diseñó el plan de mantenimiento preventivo para la línea de ultra-pasteurización, la línea de producción más importante de la planta y la que representa mayores ingresos económicos, esto con la finalidad de lograr un impacto positivo y obtener resultados a corto, mediano y largo plazo, el cual mediante un análisis detallado y un conocimiento pleno de los equipos y el proceso productivo, logra establecer actividades eficientes y procedimientos que focalizan los esfuerzos del personal administrativo y de mantenimiento para cumplir con las metas propuestas de calidad, productividad y gerenciamiento estratégico.

El desarrollo del proyecto se basó en metodologías eficientes de administración de proyectos, contemplando las áreas de proceso correspondientes y las estrategias actuales de mantenimiento que han demostrado su efectividad a través de su implementación en otras plantas de producción.

Se estableció claramente el alcance del proyecto – Plan de mantenimiento Preventivo – y se definieron los objetivos del mantenimiento, los cuales conforman

los direccionamientos del proyecto, que mediante una medición, un seguimiento y un control apropiado permiten ejercitar un proceso de mejoramiento continuo que entregue resultados eficientes a la gestión del manteamiento. Así mismo, en conjunto con la gerencia general se adoptaron las políticas que se fueran en pro de la productividad de la planta y aumentar la eficiencia de la gestión operacional y administrativa del área de mantenimiento, así como también lograr una motivación en el personal, que aumente la capacidad productiva e intelectual del grupo de trabajo.

Durante la ejecución del proyecto se llevaron a cabo diferentes fases que desarrolladas y concatenadas adecuadamente logran la buena calidad del mismo. Se realizó un reconocimiento pleno de las instalaciones, los equipos de la planta, el desarrollo del proceso, el estado de los equipos, los procedimientos de la gestión administrativa, operativa y la documentación utilizada, con la finalidad de hacer un panorama, definir estrategias y direccionar el diseño del plan de mantenimiento.

El inventario cuenta con una versatilidad y goza de gran utilidad, ya que se diseñó tanto para el proyecto aquí desarrollado como para proyectos futuros de sistematización de la gestión y administración. Así mismo se realizaron los diagramas del proceso que permiten conocer muy bien los procesos llevado a cabo y sirven para realizar capacitaciones al personal de la planta o personal nuevo.

Mediante un análisis de criticidad se logró jerarquizar los equipos y focalizar los esfuerzos para el diseño de las actividades de mantenimiento que cumplieran cabalmente con las necesidades de las máquinas, asegurando su estado y su función de diseño, así también la creación de procedimientos de operación estandarizados que van en pro de la seguridad personal en las intervenciones a los equipos y efectividad del mantenimiento.

1. LA EMPRESA ESSI S.A.S.

1.1 HISTORIA

La empresa se creó en el año 1996 con el nombre de ESI Eléctricos prestando servicios de mantenimiento eléctricos y dos años más tarde se constituye como persona jurídica, ahora con el nombre de ESSI S.A.S. Electricidad y Servicios Industriales. En sus inicios prestaba servicios de obras menores en el sector residencial, comercial, y mediana en el sector industrial, posteriormente gracias a la vinculación de personal profesional y compra de equipos comienza un crecimiento a nivel de ingeniería que sería seguido del diseño y la fabricación de máquinas empacadoras asépticas, siendo esto la consolidación de lo que hoy es ESSI S.A.S., una empresa altamente competitiva en la industria de alimentos lácteos.

1.2 MISIÓN

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

1.3 VISIÓN

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

1.4 POLÍTICA DE CALIDAD

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

1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Ver ANEXO A. Estructura Organizacional ESSI S.A.S.

1.6 UBICACIÓN

La empresa se encuentra ubicada en un punto estratégico en la zona industrial de la ciudad de Bucaramanga en el departamento de Santander, tiene como dirección de domicilio la Carrera 16C N° 60-110 en el barrio La Esmeralda, Girón Santander.

1.7 LÍNEAS DE NEGOCIO

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

2. EL CLIENTE - LÁCTEOS “EL POMAR S.A.”

2.1 GENERALIDADES

La compañía Industria Pasteurizadora y Lechera Lácteos El Pomar es una sociedad anónima colombiana constituida legalmente en el año 1982. Fue fundada por el señor FEDERICO DOKWEILER.

Está ubicada en el corazón de la gran región lechera – La Sabana de Bogotá - del departamento de Cundinamarca, en el municipio de Cajicá, en el kilómetro 3 vía a Tabio en la vereda Chuntame, es una de las empresas más antiguas de la zona y cuenta con la preferencia de los consumidores.

La empresa cuenta con la certificación de la norma ISO 22000 versión 2005; ISO 9001/2000, buenas prácticas de manufactura (BPM) y análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP), con lo cual garantiza la calidad e inocuidad de sus productos.

2.2 MISIÓN

Somos una empresa del sector lácteo dedicada al procesamiento y comercialización de productos nutritivos e inocuos que contribuyen a la alimentación de la población, cumpliendo con los parámetros legales vigentes a precios competitivos.

Contando con el recurso humano competente y tecnología adecuada, encaminados en principios y valores corporativos como filosofía gerencial.

2.3 VISIÓN

Para el 2012 consolidarnos en el mercado como una organización enfocada a la excelencia de nuestros productos de acuerdo con los estándares internacionales posicionándonos a nivel nacional e internacional, aumentando la rentabilidad y solidez de nuestra compañía.

2.4 POLÍTICA DE INOCUIDAD

Lácteos El Pomar se compromete a procesar y entregar a nuestros clientes y consumidores productos alimenticios, nutritivos e inocuos cumpliendo con las normas legales reglamentarias y contractuales vigentes asegurando la satisfacción y confianza permanente de nuestros consumidores y la credibilidad en las marcas Pomar.

2.5 PRODUCTOS Y LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Lácteos El Pomar es una empresa competitiva gracias a la calidad en sus líneas de producción y la variedad en su catálogo de productos. Dentro de los productos que fabrica la empresa se encuentran:

- Leches Pasteurizadas
- Leches Ultra-pasteurizadas
- Derivados Lácteos
- Postres

Cada producto ofrecido tiene un proceso de elaboración diferente y su fabricación se da en líneas productivas y maquinarias independientes.

- Línea de Pasteurización

Es el proceso más antiguo realizado en la planta, siendo que la pasteurización fue lo único que se realizó en los primeros años de funcionamiento, y como en toda planta láctea es también el proceso más fundamental. De esta línea se producen las leches pasteurizadas y forma la base de los demás productos ofrecidos como: los yogures, las leches ultra-pasteurizadas, jugos, postres y demás derivados lácteos.

- Línea de Ultra-Pasteurización

La gran demanda comercial que tiene la empresa se encuentra en la producción de leche ultra-pasteurizada, es por esto que la empresa decide dedicar gran atención al mantenimiento y la operación de la maquinaria utilizada. Dentro de los productos ofrecidos en las leches ultra-pasteurizadas se tiene: Leche entera, Semidescremada, Deslactosada. Y las Leches UHT son: Puralac, Semidescremada Larga Vida y Entera Larga Vida.

- Línea de Derivados

Esta línea de producción cuenta con la maquinaria adecuada para el procesamiento y elaboración de gran variedad de productos, constituyendo así una parte importante de la empresa tanto en infraestructura como en ventas. Y es precisamente en esta línea donde se elabora la mayoría de los productos ofrecidos, sin embargo esto no es directamente proporcional a los ingresos monetarios de la compañía, lugar que sí ocupa la línea de Ultra-Pasteurización, siendo ésta la que mayores ingresos genera.

En esta línea se fabrica: Yogurt en diferentes presentaciones y clases, kumis, avenas y postres como el arequipe, pomarcito y cremas de leche.

3. INSTALACIONES Y EL PROCESO PRODUCTIVO

3.1 INSTALACIONES

La empresa cuenta con un área territorial extensa, tiene 7416,2 m² de área construida, la cual se encuentra distribuida entre el área de oficinas, taller de mantenimiento, la zona de máquinas (área de proceso) y bodegas, tal como se puede observar en la Figura 1.

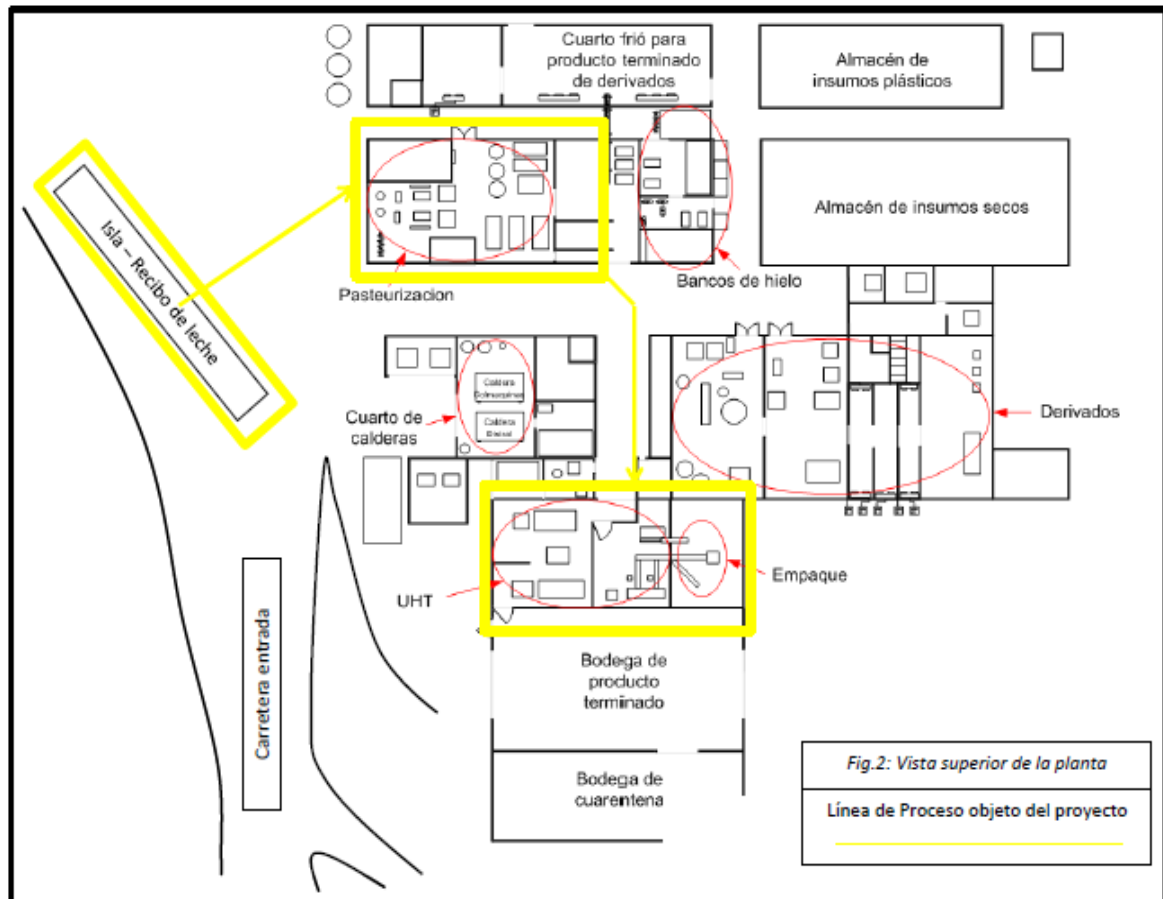
Figura 1. Vista satelital de la planta.



Fuente: Google Earth.

El área de proceso se encuentra dividida en; Zona de recibo y estandarización de leche, zona de pasteurización, zona de ultra-pasteurización, zona de derivados, cuartos fríos, almacenes de insumos, bodegas.

Figura 2. Vista Superior de la Planta (área de proceso).



Fuente: Autor del Proyecto

3.2 CADENA PRODUCTIVA DE LA LECHE ULTRA-PASTEURIZADA

3.2.1 Recibo de Leche.

El proceso de recibo inicia con la llegada de la leche a la planta, la cual es traída de diferentes centros de acopio y fincas productoras presentes en la sabana de Bogotá que es una región de gran productividad lechera, y en zonas rurales del departamento de Boyacá, principalmente en Duitama.

Diariamente el arribo de la leche a la planta se hace a partir de la media noche (00:00 horas) en camiones cisterna, los cuales en su mayoría tienen una capacidad de 15000 litros cada uno.

Una vez los camiones llegan a la planta, éstos pasan a ser pesados en una báscula adecuada para tal fin, siendo éste uno de los métodos utilizados por la empresa para medir la cantidad de leche que llega en cada camión, ver Figura 3

Figura 3. Báscula Pesaje de Camiones.



Fuente: Autor del Proyecto

En la cabina permanentemente se encuentra una persona que registra y está controlando la veracidad de los pesos de la leche que llega, esto lo hace

comparando las cantidades reportadas por los centro de despacho de la leche cruda, así como también verificando el estado y limpieza de los camiones.

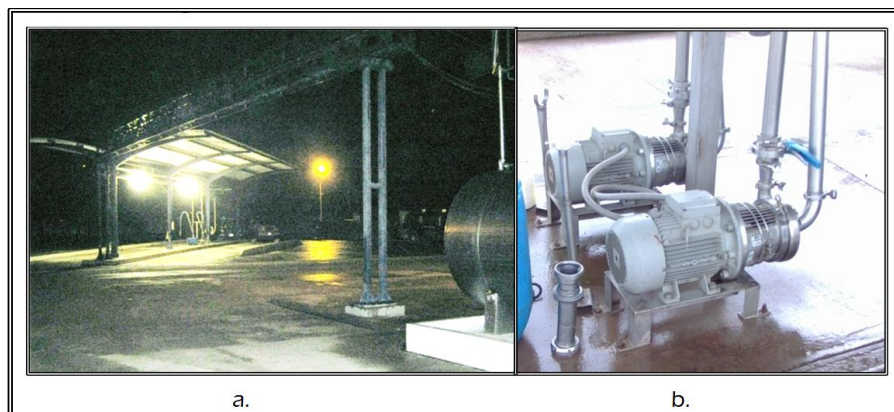
Se puede identificar tres sistemas muy importantes en el proceso que son:

a) Sistema de recibo de la leche cruda:

Una vez que el camión es pesado en la báscula, su siguiente parada es en la isla de recibo (ver Figura 4). Aquí una manguera de 2", especial para transporte de lácteos, se conecta a la válvula de descarga del camión, manguera que a su vez está conectada a una bomba centrífuga sanitaria que se encarga de extraer la leche del camión y llevarla hacia un tanque conocido como tanque pulmón (Figura 5), la bomba se detiene cuidadosamente cuando la última gota de leche ha sido retirada evitando así que entre aire y se mezcle con la leche.

La isla cuenta con dos bombas centrífugas, lo que permite descargar dos (2) camiones al mismo tiempo.

Figura 4. Isla Recibo de Leche: a. Isla, b. Bombas de Recibo.



Fuente: Autor del Proyecto

Figura 5. Tanque Pulmón.



Fuente: Autor del Proyecto

La leche es retirada del tanque pulmón mediante bombas centrifugas que la hacen pasar primeramente por un filtro en acero inoxidable, lavable y desarmable, y luego es enviada hasta las clarificadoras (centrifugas) como la mostrada en la Figura 6, que son las encargadas de retirar los lodos y solidos presentes que trae la leche desde los centro de ordeño.

Desde que la leche fue enfriada en los centro de ordeño a una temperatura de 4°C, ésta generalmente pierde frio durante el transporte hasta la planta y el recorrido que ha realizado hasta ahora, es por eso que en el proceso se hace supremamente importante la utilización de un enfriador a placas para disminuir de nuevo su temperatura y así mantener la temperatura adecuada de la leche a la cual la proliferación de bacterias es controlada.

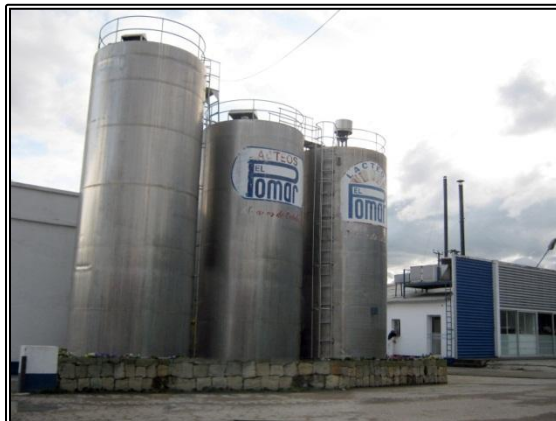
Figura 6. Centrífuga (clarificadora y descremadora).



Fuente: Autor del Proyecto

Finalmente la leche que ha sido recibida se envía a los silos de recibo mostrados en la Figura 7.

Figura 7. Silos de Recibo.



Fuente: Autor del Proyecto

b) Sistema de limpieza y desinfección CIP:

Este sistema goza de gran importancia en toda planta de lácteos ya que la limpieza y la desinfección son una actividad primordial y obligatoria en el

funcionamiento de la planta y son objeto primario en toda auditoria sanitaria que realizan los entes de control como el INVIMA.

En esta planta, el sistema CIP se realiza en gran parte por un operario capacitado en dosificación de químicos y operación de máquinas, el sistema está compuesto por una tolva de soda y acido construida en acero inoxidable y una bomba centrífuga que es la que se encarga de circular la soda y el ácido por dentro de las tuberías y los equipos.

c) Bombeo de agua potable y agua fría:

Hay dos circuitos de agua; el primero toma agua directamente de la tubería de agua potable y la utiliza para enviar agua a las máquinas centrífugas (clarificadoras), y su finalidad es la de poder realizar las descargas de lodo que hace la máquina, el otro circuito es el de agua fría y se encarga de realizar una renovación constante del agua que está retirando el calor que contiene la leche y de esta manera bajar o mantener la temperatura de la leche en un rango de 3 y 4 °C.

3.2.2 Pasteurización

El equipo principal del proceso de pasteurización es el Pasteurizador que es un intercambiador de calor a placas, en el cual mediante calentamiento indirecto se transfiere calor de un fluido a otro, logrando así cumplir con su función principal.

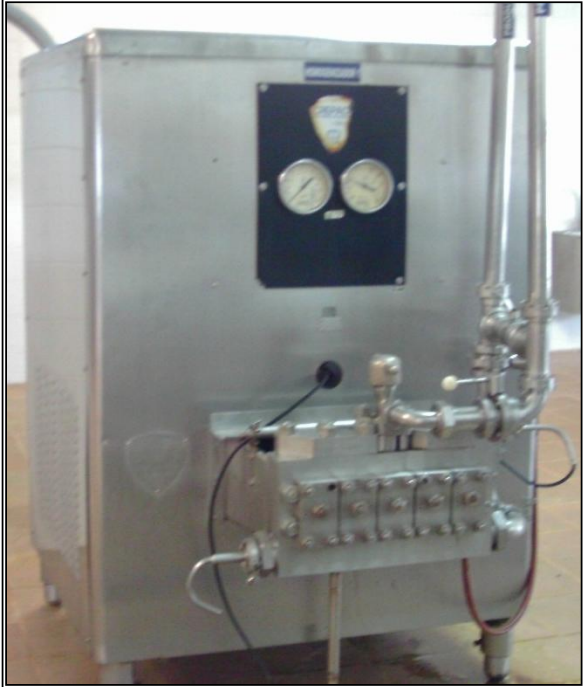
Dentro del proceso se encuentra una fase muy utilizada e importante en toda planta de lácteos – La Homogenización – la cual es realizada por un equipo llamado el Homogenizador de Leche y se encarga de reducir el tamaño de los glóbulos de grasa en la leche y previene el cremado de la grasa butírica, el Homogenizador también aporta a que el producto tenga larga vida de anaquel.

Figura 8. Pasteurizador de Leche.



Fuente: Autor del Proyecto.

Figura 9. Homogenizador.



Fuente: Autor del Proyecto.

- La leche comienza su recorrido desde los silos de recibo; una bomba centrífuga sanitaria la extrae del tanque y la hace pasar por un filtro de leche y posteriormente es llevada al tanque de balance, la función del tanque de balance es mantener una cantidad mínima en el pasteurizador, el cual está equipado con un sistema de llenado automático mediante una válvula que se abre o se cierra dependiendo del nivel de leche presente en el tanque.

- Nuevamente una bomba sanitaria de la misma naturaleza extrae la leche del tanque de balance y la hace circular por cada una de las etapas del pasteurizador en su recorrido de ascenso de temperatura, pasando por el primero, segundo y tercer calentamiento y luego que ha sido calentada, se lleva hasta el Homogenizador.

- Una vez la leche se encuentra homogenizada, se hace pasar entonces por su última fase de calentamiento, en donde una corriente de agua caliente en contraflujo, le transfiere calor a la leche mediante calentamiento indirecto, siendo así llevada a la máxima temperatura – temperatura de pasteurización 72°C – durante la pasteurización, a la salida de este bloque de calentamiento se encuentra una válvula que permanece abierta solo si la leche ha alcanzado la temperatura fijada, de lo contrario la leche es devuelta al tanque de balance, asegurándose de esta manera que solo continúe circulando la leche que ha sido calentada adecuadamente. La leche se mantiene a esta temperatura y se hace pasar por la sección de retención y permanece allí durante unos 15 segundos, esta relación tiempo/temperatura asegura que se produzcan efectos letales sobre las bacterias Coliformes, bacterias del Tifus y el bacilo de la Tuberculosis.

- Luego de que la leche ha sido pasteurizada (mantenida a 72°C durante 15 segundos), la misma comienza un recorrido de descenso de temperatura, el

cual es realizado por etapas, conocidas como, primer enfriamiento, segundo enfriamiento, tercer enfriamiento y enfriamiento final. Durante los recorridos de ascenso y descenso de temperatura en la leche, se hace uso exclusivo de la transferencia de calor para que el proceso sea eficiente, ya que la energía interna que contiene la leche cuando se encuentra a la temperatura de pasteurización, se transfiere en forma de calor a la leche que está ingresando al equipo en el recorrido de ascenso de temperatura y de esta manera se logra disminuir la temperatura de la leche en el recorrido de descenso (salida del pasteurizador).

- Finalmente la leche pasteurizada y homogenizada es enviada a los tanques de almacenamiento.

3.2.3 Ultra-Pasteurización UHT

Normalmente la leche que ha sido pasteurizada ha recibido una extensión de la vida útil de 2 a 7 días dependiendo del procedimiento realizado. Sin embargo hay situaciones en las que se hace necesario y muy factible extender aún más la vida útil del producto, es entonces donde la ultra-pasteurización entra a jugar un papel importante, ya que en este proceso se somete la leche a temperaturas entre 125 y 138 ° C durante unos 2 o 4 segundos y se logra así una mayor ampliación de la vida útil.

Lácteos El Pomar, con la finalidad de entregar productos de mayor calidad y confiables, aplica a la leche la técnica conocida como el tratamiento UHT, el cual consiste en el calentamiento a temperaturas entre 135 y 140 °C por tiempos muy cortos, destruyendo así los microorganismos que no se eliminaron en el proceso de la pasteurización y que podrían dañar los productos alimenticios, de esta manera también logra ampliar la vida del producto alcanzando una duración de 120 a 180 días.

El proceso que se realiza en la planta es continuo y se realiza mediante calentamiento indirecto y enfriamiento intercambiadores de calor.

Se cuenta con dos líneas para el proceso de ultra-pasteurización conocida como la Línea Elecster y la Línea Buanllir, las cuales tienen una capacidad de producción de 6000 L/H y 4000 L/H respectivamente. Cada línea está compuesta por un Esterilizador, un Homogenizador y una empacadora aséptica de leche.

Tabla 1. Líneas de Ultra-Pasteurización.

LÍNEA ELECSTER	LÍNEA BUANLLIR
Esterilizador Electser	Esterilizador Finnah
Homogenizador APV	Homogenizador Buanllir
Empacadora Elecster	Empacadora Buanllir

Fuente: Autor del Proyecto.

Este proceso de UHT es continuo y se realiza en un sistema cerrado para evitar que el producto se contamine por microorganismos presentes en el ambiente.

Los esterilizadores utilizados en El Pomar son de la misma naturaleza, ambos son una serie de intercambiadores de calor de doble tubo en contra corriente y el procedimiento para la homogenización es el mismo que se utiliza en el proceso de pasteurización.

Figura 10. Esterilizador.



Fuente: Autor del Proyecto.

3.2.4 Empaque

El proceso de empaquetado forma parte integral del sistema cerrado mencionado anteriormente, el cual se realiza mediante empacadoras asépticas, ya que la utilización de este tipo de máquinas eliminan los riesgos de reinfeción del producto.

El empaquetado, como última fase de la ultra pasteurización, garantiza la calidad microbiológica de la leche y permite que el producto mantenga su valor nutritivo sin necesidad de adicionar conservantes ni mantenerse refrigerado.

Figura 11. Empacadora Aséptica.



Fuente: Autor del Proyecto.

Luego de que la leche ha sido sometida al proceso UHT, ésta es enviada mediante un sistema de tuberías a las maquinas empacadoras, donde se realiza el llenado en forma continua, en bolsas de varias presentaciones (900, 1000, 1100 y 200 gramos). El ambiente donde se realiza el llenado de las bolsas es un ambiente completamente estéril, lo cual se logra mediante la utilización del peróxido de hidrógeno y manteniendo una sobre presión de aire esterilizado (presión positiva) en la maquina debido al accionamiento de turbinas de aire.

Al igual que toda la maquinaria que se utiliza en el proceso UHT, las empacadoras asépticas requieren de un proceso previo llamado Esterilización, este proceso se realiza a todo el sistema cerrado mediante el conjunto de tuberías y dura aproximadamente 3 horas.

4. DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Como un paso clave en la creación del plan de mantenimiento preventivo se realizó un análisis detallado de toda el área de mantenimiento, el cual incluyó una evaluación de la gestión administrativa y del personal encargado de la ejecución de los trabajos de mantenimiento en planta, también se evaluó las condiciones de funcionamiento y mantención de la maquinaria.

Por lo cual se diseñó un listado de factores que se consideraron fundamentales, los cuales se muestran detalladamente en la Tabla 2.

Tabla 2. Factores para la Auditoría del Área de Mantenimiento.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Organización del departamento de mantenimiento.
2	Documentación técnica.
3	Base de datos.
4	Planeación y programación de trabajos.
5	Flujo de la información.
6	Estado de los equipos.

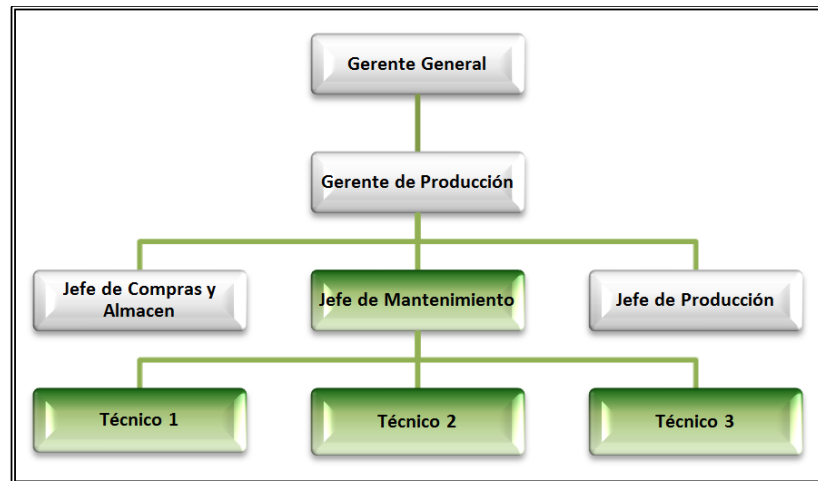
Fuente: Autor del Proyecto.

4.1 ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO.

Como punto de partida en el proceso de evaluación del área de mantenimiento se determinó conocer su funcionamiento respondiendo a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo está conformado el departamento y quien ejecuta los trabajos?: El departamento de mantenimiento se encontraba conformado por un jefe de mantenimiento y tres técnicos, y la ejecución de los trabajos se encontraba a cargo de los técnicos, incluyendo también al jefe, quien realizaba los trabajos “especiales”.

Figura 12. El mantenimiento en la estructura de la empresa.



Fuente: Autor del Proyecto.

- ¿Qué funciones específicas cumplen?: A lo largo del análisis se encontró que el personal técnico era insuficiente en cantidad y en conocimientos técnicos, pues ninguno de ellos contaba con un nivel educativo superior al de bachiller y sus conocimientos empíricos no eran suficientes para ejecutar un mantenimiento adecuado a la maquinaria utilizada en la planta. Adicional a esto se encontró que los técnicos además de realizar mantenimiento, realizaban la operación de maquinaria de servicios industriales, entendiéndose por aquella maquinaria como calderas, compresores de aire, compresores de amoníaco, operación de bombas y bancos de hielo.

Cuando se revisó las funciones del jefe de mantenimiento se encontró que a diferencia de los “técnicos”, él si contaba con estudios técnicos y una larga

experiencia en mantenimiento de maquinaria para procesamiento de leche, sin embargo sus responsabilidades en la planta era muy diversas y numerosas, lo que dificultaba dirigir y realizar una buena gestión para el correcto funcionamiento de los equipos.

- ¿Cómo fluye la información entre el área de mantenimiento y las otras dependencias?: Debido a la estructura vertical en la que se encuentra ubicado el departamento de mantenimiento (ver Fig.9), se tiene que toda decisión debía ser consultada y aprobada por el gerente de producción, al igual que toda solicitud de compra de repuestos y materiales, solicitud de mantenimientos especializados, por lo que era muy probable que situaciones importantes de mantenimiento se dilataran debido a prioridades impuestas por las metas financieras de la gerencia de producción. Con todo esto, era muy difícil que la gerencia general interviniera y conociera el estado del departamento de mantenimiento.

Con todo lo anterior se pudo concluir que:

- No hay un manual específico y adecuado de funciones y responsabilidades de los cargos que existen en el departamento de mantenimiento
- No se tienen políticas de mantenimiento que le den una orientación a la gestión del departamento.
- No existe un proceso de comunicación objetivo y preciso para la optimización del mantenimiento y la disponibilidad de los equipos.

4.2 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.

- En el taller de mantenimiento se encontró un módulo dispuesto exclusivamente para manuales y folletos de máquinas, lo cual fue un material muy valioso para el diseño de las actividades de mantenimiento de dicha maquinaria. A pesar de

no encontrarse los manuales de la totalidad de las máquinas, se contó con los manuales de operación y mantenimiento de la maquinaria más importante para la línea de proceso de ultra-pasteurización, tales como: Las máquinas de la Línea Elecster y la Línea Buanllir.

- Se realizó un inventario de la documentación encontrada, la cual incluía planos eléctricos, planos mecánicos, manuales de operación y mantenimiento, folletos y catálogos suministrados por los fabricantes.
- Se evidencio que no se contaba con el resto de manuales debido a que a través de los años se fueron perdiendo y otros dañando al no ser cuidados adecuadamente, además de que en los momentos de comprar los equipos, algunos fabricantes no suministraron dicha información y tampoco se les exigió.
- En lo que concierne a fichas técnicas no se encontró ningún registro ni formato diseñado para recopilar la información que debe contener una ficha técnica.
- Las hojas de vida de los equipos no existe, pues lo único que se encontró fue un folder tipo AZ en el cual se encontraron algunas ordenes de trabajo en las cuales aparecían registrado algunos trabajos realizados, sin embargo la información allí registrada carecía de toda organización y utilidad.

Con todo esto se pudo concluir que es necesario realizar una ardua labor de documentación y levantamiento de información sobre toda la parte técnica de los equipos.

4.3 BASE DE DATOS.

- No existe un inventario real de los equipos que se tienen en la planta, lo que dificulta realizar cualquier proyecto de planeación y mejora de la gestión del mantenimiento, por lo tanto es necesario inventariar y codificar toda la maquinaria.
- Se evidencio que la empresa no cuenta con una base de datos física ni digital que recopile la información que se genera en la ejecución de los trabajos y permita realizar análisis posteriores.
- La orden de trabajo existente carece de toda funcionalidad, pues se tiene solo como un formato que hay que llenar para tener evidencia física ante los entes de control que los auditen. Dicho formato se encontró que es indebidamente diligenciado y tampoco registran todas las actividades realizadas, pues son pocas las órdenes que se encuentran en archivo.
- No existe un historial de las reparaciones y/o intervenciones que se han realizado a las máquinas de la planta, pues como se mencionó en el diagnóstico de la documentación técnica, solo se encontraron algunas órdenes de trabajo.

4.4 PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN.

El jefe de mantenimiento en base a su experiencia y las recomendaciones de los fabricantes realizó un muy superficial “plan de mantenimiento”, en el cual incluye de forma general las actividades de lubricación y ajuste que se le deben realizar a las máquinas encargadas de la ultra-pasteurización y el empaque (esterilizador y empacadora de leche), al igual que la maquinaria correspondiente a los servicios

industriales como calderas, compresores, torres de enfriamiento, el cual sirvió como soporte para la certificación en ISO 22000.

Sin embargo, una de las observaciones que tiene la planta es crear un plan de mantenimiento preventivo que incluya toda la maquinaria involucrada en el proceso de elaboración de la leche ultra-pasteurizada, desde el recibo de la leche en planta hasta el empaclado del producto final.

Los trabajos mencionados en el párrafo anterior constituyen el único mantenimiento preventivo ejecutado, siendo el 10 % de los trabajos que se realizan en la planta, el restante 90 % de los trabajos, se distribuye entre mantenimiento correctivos planeados y mantenimientos emergentes. De esta manera, la programación de los trabajos está basada en la presencia de las fallas y no en una labor preventiva, por lo que se hace necesario hacer una cimentación fuerte en la planeación de trabajos con la finalidad de anticiparse a las fallas y evitar su evolución.

No se cuenta con un estudio de criticidad que permita realizar una estratificación de los equipos, ni se tienen criterios definidos en los cuales basar una clasificación adecuada para focalizar esfuerzos y proyectos de inversión para mejoramiento del estado de los equipos, así como tampoco existe criterios para decidir cuales equipos deben ser incluidos en un plan de mantenimiento preventivo y cuales deben continuar sometidos a un mantenimiento correctivo.

4.5 FLUJO DE LA INFORMACIÓN.

A pesar de ser una parte fundamental en la gestión del mantenimiento, la información que se genera en las reparaciones y/o intervenciones que se realizan a los equipos, no se registra adecuadamente, ni existen formatos adecuados. Y no

habiendo formatos suficientes tampoco existe un procedimiento definido que permita:

- Mantener organizada la información.
- Conocer el estado de las órdenes de trabajo abiertas y cerradas.
- Conocer y atender de manera oportuna las necesidades de mantenimiento generadas por el departamento de producción.
- Generar órdenes de compra de repuestos y mantener un seguimiento responsable de la consecución de los mismos.

Debido a esto se hace necesario establecer el procedimiento correspondiente, el cual mejore la comunicación entre los miembros del área de mantenimiento y permita tomar decisiones oportunas que vayan en pos de mantener el buen estado de los equipos y la confiabilidad de la producción.

4.6 ESTADO DE LOS EQUIPOS.

Conocer el estado en que se encuentra los equipos antes de diseñar e implementar el plan de mantenimiento preventivo es clave para mostrar las diferencias y las ventajas de invertir en un mantenimiento previniendo las fallas. Es un punto de referencia importante para la dirección del proyecto y la focalización de las actividades de mantenimiento.

Se realizó un recorrido por la planta en el cual se analizaron los equipos individualmente verificando su estado físico y funcional, este proceso se hizo en dos etapas:

- a. Durante la producción: Con la finalidad de observar los equipos cuando estaban sometido a la exigencia productiva.

- b. Producción detenida: Esto con el fin de revisar detalladamente las fallas encontradas y aquellos aspectos que no fueron posibles de revisar con el equipo en funcionamiento.

En la siguiente tabla se describe el estado de los equipos, basado en las observaciones realizadas con el apoyo del operario de los equipos y el interventor.

Tabla 3. Estado de Equipos de Recibo de Leche.

EQUIPO	DIAGNOSTICO
Electrobombas de Recibo	El motor eléctrico no cuenta con las guardas protectoras y no están trabajando a su máxima capacidad debido a que rápidamente supera el consumo nominal de corriente y se dispara la protección.
Tanque Pulmón	Su estructura se encuentra en buen estado, pero actualmente no está funcionando el motorreductor agitador debido a inhabilidad del mismo por fugas de aceite.
Filtros de Leche	Funcionan correctamente, sin embargo no se tiene información técnica de ellos.
Electrobombas de Leche	No se encontró placa en el motor, las guardas de protección están deterioradas, el cuerpo de la bomba presenta señales de cavitación y oxidación. Actualmente no hay una conexión de tuberías que permita versatilidad en caso de falla de una de ellas.
Centrífugas	El rack de válvulas neumáticas y su sistema de mangueras de aires necesitan mantenimiento pues se encuentran cristalizadas y con fugas. Los visores de nivel de aceite hidráulico están dañados, las

EQUIPO	DIAGNOSTICO
	guardas no cuentan con los sellos adecuados.
Enfriadores de Leche	El enfriador de leche N°1 se encuentra en excelente estado, es relativamente nuevo, tiene menos de un año de funcionamiento. El enfriador N°2, requiere mantenimiento a las placas y cambio de empaquetaduras, se evidencia fugas leves.
Tanque N°5	Su estructura y tuberías se encuentran en buen estado, el agitador esta ok.
Silos de Leche	Los motorreductor no tienen fugas, excepto el del Silo N°3, se evidencian sumidos leves en el cuerpo de los tanques y falta pintura.
CIP Recibo	Este sistema es muy deficiente, no tiene un control de temperatura y suministro de vapor, tampoco existe una dosificación automática de los químicos, las conexiones de vapor y agua no tienen seguridad y representan peligro para el operario.

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 4. Estado de Equipos de Pasteurización.

EQUIPO	DIAGNOSTICO
Electrobomba Silos	La guarda de protección está deteriorada y el motor no tiene sistema de fijación adecuada lo que produce constantes vibraciones que afectan los componentes del equipo.
Filtros de Pasteurización	Funciona adecuadamente.
Pasteurizador N°1	Falta de repuestos, sistema de vapor deficiente con daños en la trampa de vapor y fugas por doquier.

EQUIPO	DIAGNOSTICO
	Estado de las placas de producto golpeadas y con fugas
Homogenizador N°1	Inhabilitado por: Daño en el manómetro de producto, falta de aceite, ralladura en los pistones de producto, fractura de los casquetes y ralladuras en los moñones del cigüeñal y ventana acrílica del tanque de aceite partida.
Pasteurizador N°2	Malas conexiones eléctricas de las bombas, fugas de producto por las placas del intercambiador y fugas en la bomba de agua caliente.
Homogenizador N°2	Fugas de vapor.
Tanque de leche	Se evidencia golpes (sumidos) al cuerpo de los tanques, fugas de aceite en dos de los agitadores y desalineación de eje.

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 5. Estado de Equipos de Ultra Pasteurización.

EQUIPO	DIAGNOSTICO
Electrobomba P0	Funcionamiento Ok, es necesario cambiar guarda.
Esterilizador Elecster	Recalentamiento en la cabina de control por deficiencia del sistema de ventilación, falta de identificación de las válvulas de producto, bomba de peróxido fuera de funcionamiento por daño de los diafragmas.
Homogenizador APV	Ralladura en los pistones de producto, válvula de seguridad primaria fuera de servicio por daño en el resorte, constantes fugas de producto por falla reiterativa de los retenedores.

EQUIPO	DIAGNOSTICO
Esterilizador Finnah	No hay control del suministro de vapor por falla de las válvulas, manómetros y termómetros deteriorados y algunos fuera de servicio. No se tiene información técnica de los motores eléctricos y necesidad de cambio de algunas válvulas mariposa.
Homogenizador Soavi	Funcionamiento Ok.

Fuente: Autor del Proyecto.

Tabla 6. Estado de Equipos de Empaque.

EQUIPO	DIAGNOSTICO
Empacadora Elecster	Cerradura de las puertas de las cabinas asépticas en mal estado, deterioro de los rodamientos en los rodillos de las canastillas húmedas.
Bandas Transportadoras	Estado y funcionamiento ok.
Empacadora Buanllir	Desorden del cableado y falta de señalización de componentes, malas conexiones eléctricas, filtros microbiológicos próximos para cambio y mangueras de aire cristalizadas.
CIP Buanllir	Válvulas neumáticas deterioradas y bombas de diafragma urgidas de mantenimiento o cambio.
Fechadores Elecster	Funcionamiento ok.

Fuente: Autor del Proyecto.

5. DIRECCIONAMIENTOS DEL PROYECTO.

Para el desarrollo del proyecto se dedicó especial atención a desarrollar lineamientos que sirvieran como bases sólidas para el desarrollo de una buena gestión del mantenimiento y lograr así que el plan de mantenimiento preventivo entregara los mejores resultados en todas las etapas, incluyendo aquellas no contempladas en este proyecto como su implementación, ejecución y control.

Para esto se realizó un trabajo investigativo que incluyó como parte principal los objetivos y la misión de la empresa, se tuvo en cuenta el diagnóstico que se realizó de la gestión de mantenimiento, y por último se hizo un breve análisis del modo en que son dirigidas otras empresas del sector y cuales han sido los factores que han llevado al éxito de la gestión de sus departamentos de mantenimiento.

5.1 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Una de las grandes falencias que se encontró durante el análisis de los departamentos de mantenimiento de otras empresas es que no cuentan con políticas de mantenimiento definidas, pues la mayoría trabaja de acuerdo a lo que se va presentando día a día, esto es debido a que:

- El mantenimiento en dichas empresas aún no ocupa el lugar de importancia que se merece en la organización de la empresa y se desconoce la vitalidad de su función dentro de la productividad de la planta, pues aunque todos saben <<que si los equipos no funcionan, la producción se ve afectada>>, el

mantenimiento de los equipos es aun visto como un gasto y no como una inversión.

- A pesar de que en sus documentos se tienen estipuladas políticas y objetivos de mantenimiento, esto no es llevado a la realidad, es decir, no existe una comunicación efectiva entre el área administrativa y el personal técnico que ejecuta el mantenimiento, pues los técnicos actúan de acuerdo a sus propios principios, mas no están dirigidos por políticas y objetivos específicos.

A diferencia de lo mencionado anteriormente, se encontró que a través de los programas de capacitación y charlas técnicas e informativas se conseguía un impacto positivo en la ejecución de los trabajos de mantenimiento, ya que el personal se comprometía con la empresa, haciendo que su labor aportara positivamente al cumplimiento de los objetivos de la empresa, al tiempo que lograban un crecimiento personal de su profesión.

Todos los factores – positivos y negativos – fueron analizados y debatidos con la finalidad de establecer las políticas y objetivos que estuvieran acorde con los objetivos de la empresa, las metas propuestas a corto y largo plazo, como también las expectativas y necesidades de los clientes.

5.2 POLÍTICAS DE MANTENIMIENTO.

Se establecieron políticas enfocadas a mejorar la productividad de la planta y aumentar la eficiencia de la gestión operacional y administrativa del área de mantenimiento, así como también lograr una motivación en el personal, que aumente la capacidad productiva e intelectual del grupo de trabajo.

- Trabajar por una constante integración de los departamentos administrativos, de producción y mantenimiento, para una mejor comunicación y fomentar la unidad empresarial.
- Ofrecer al personal laboral las condiciones adecuadas para alcanzar su bienestar y la excelencia de sus trabajos.
- Los trabajos de mantenimiento deben ser realizados bajo los lineamientos descritos en el plan de mantenimiento preventivo, con la finalidad de asegurar la confiabilidad de los equipos, la eficacia y eficiencia en la prestación del servicio y la utilización de los recursos.

5.3 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.

Los objetivos se establecieron en concordancia con las políticas de mantenimiento adoptadas, enmarcados en la generalidad de garantizar que los equipos cumplan con los parámetros de mantenimiento (Confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad), contribuyendo de esta manera al cumplimiento de los objetivos de la empresa y la satisfacción de los clientes internos y externos.

- Conservar la función de los equipos para la cual fueron diseñados.
- Evitar paradas de proceso debidas a fallas repentinas en la maquinaria.
- Reflejar la importancia del mantenimiento preventivo en la dirección de plantas de procesamiento de alimentos.
- Disminuir y controlar los costos del mantenimiento de equipos.
- Mejorar la proporción de Mantenimiento Preventivo vs Mantenimiento Correctivo.
- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.
- Crear las bases para la optimización de los procesos de planeación y programación de mantenimientos generales y especializados (realizados por el fabricante).

- Aumentar los TBF – Tiempos de Buen Funcionamiento – de los equipos.
- Dar cumplimiento a lo mencionado en el inciso C del artículo 5° (Prerrequisitos del Plan HACCP) del decreto 60 de 2002.

5.4 ALCANCE.

Lo desarrollado en este proyecto será aplicado a la gestión y mantenimiento de los equipos de proceso involucrados en la elaboración de leche ultra-pasteurizada ubicados en la planta de la empresa LÁCTEOS EL POMAR S.A.

6. INVENTARIO Y JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS.

6.1 INVENTARIO DE EQUIPOS.

El mantenimiento ha venido evolucionando y se han incrementado los análisis que se realizan a los equipos y con ello una gran cantidad de información individual que es necesaria mantener organizada y debidamente clasificada. Es por esto que en toda creación de un programa de mantenimiento, siendo el inventario y caracterización de equipos el proceso mediante el cual se puede conocer la “radiografía” de los equipos, donde se tienen las capacidades, funciones, componentes, ubicación, y descripción detallada de su estructura y funcionalidad.

El proceso de inventariar y caracterizar los equipos goza de gran importancia en los proyectos de mantenimiento de clase mundial y es aplicable a cualquier planta y programa de mantenimiento empleado. Por esto, durante la planeación y ejecución de la creación del plan de mantenimiento para la gestión de los activos de la planta, se le dio la importancia pertinente a la creación del inventario de los equipos, atendiendo así la optimización de los análisis y la asignación de actividades de mantenimiento con la seguridad que no quedaran equipos fuera de nuestro estudio, lo cual elimina fallas en los procesos por omisión o la no estimación del activo.

6.1.1 Definición de Términos

Como primera medida es necesario hacer mención a los significados y clasificación de los términos utilizados en el proceso de inventariado.

- Función Principal: Son las principales tareas que se realizan en un proceso y cada proceso que se realiza en la planta debe dividirse en un número de funciones principales que cubran todo el proceso¹.
- Función Secundaria: Es un segundo nivel de función y es el resultado de dividir la función principal en sub-funciones o funciones secundarias, que cubren el todo de la función principal.
- Equipo: Máquina / Sistema, Se refiere a las máquinas o sistemas que cumplen una única función (función principal) dentro de un proceso analizado.

Generalmente son aquellas más grandes y de mayor envergadura, en las cuales su funcionamiento depende de otras máquinas o sistemas más pequeños para cumplir con su función como un todo, son también llamados como *Equipos Padre*.

Ej. Pasteurizador, esterilizador, máquinas empacadoras, torres de enfriamiento, etc.

Nota: Un Equipo o Equipo Padre también puede ser una pequeña bomba centrífuga si ésta cumple una función principal dentro del proceso.

- Sub-Equipo: Son aquellas máquinas que cumplen funciones secundarias, es decir, aquellas que trabajan para hacer que un Equipo cumpla su función principal, satisfaciendo las necesidades parciales del mismo y son también conocidos como *Equipos Hijos*. Ej. Motores eléctricos, bombas, reductores, motorreductor etc., que funcionen dentro de un Equipo Padre.
- Componente: Son elementos que pueden ser mecánicos, eléctricos, electromecánicos o electrónicos que son utilizados en los ciclos y/o sistemas

¹ Adaptación de la definición de Main Function en Norsok Standard Z-008 Rev.2, Nov.2001. Pag.11

para el funcionamiento de los equipos. Estos son de carácter más reducido pero igualmente ¡importante! Para el buen funcionamiento de los equipos.

Ej. Válvulas, electroválvulas, unidades de mantenimiento, reguladores, manómetros, chumaceras etc.

Se debe asignar a cada equipo el proceso al que pertenece y el área en el que está dispuesto, teniendo en cuenta que para hacer la clasificación y distribución de los equipos se debe tener especial cuidado con la determinación por procesos y por áreas, entendiéndose que:

- Área: Se refiere a un espacio físico determinado en la planta el cual permita al mantenedor y cualquier otra persona ubicarse fácilmente a la hora de buscar la ubicación espacial del equipo.
- Proceso: Es el conjunto de actividades que relacionadas entre sí , actúan para transformar la materia prima – la leche – y finalmente darle las características y propiedades óptimas predeterminadas para el consumo alimenticio.

6.1.2 Lineamientos para Inventariar.

Como resultado de los estudios que se realizaron, se establecieron lineamientos que formaran una base para que todas las actividades realizadas durante el proyecto cumplieran a fondo cada uno de los objetivos propuestos. Es así como la estructuración del inventario se realizó como funciones primarias y secundarias mantenimiento presente la función de los equipos más que conservar solo el estado del equipo.

1. Identificar las áreas en que está dividida la planta.

2. Identificar los procesos realizados para la producción de leche ultra-pasteurizada y asignar código según se describe en Codificación de Equipos.
3. Definir las funciones principales realizadas en cada proceso y hacer un listado de las mismas, preferiblemente en manera secuencial.
4. Establecer los límites de cada función principal dentro del proceso.
5. Identificar el equipo que cumple cada función principal.
6. Realizar un análisis detallado de cada función principal y su equipo correspondiente.
7. A groso modo identificar funciones secundarias y listar los sub-equipos y componentes presentes en cada equipo que cumplen dichas funciones.
8. Organizar en el Formato para Inventario de Equipos la información recolectada.

Tabla 7. Formato para Inventario de Equipos.

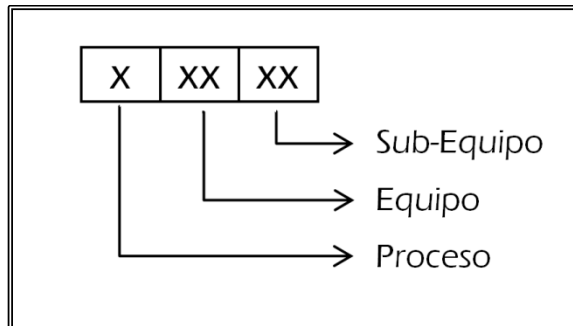
	PROCESO				
ÍTEM	EQUIPO	SUB-EQUIPO	CÓDIGO	COMPONENTES	ÁREA

Fuente: Autor del Proyecto.

6.1.3 Codificación de Equipos.

Para realizar la codificación se definió una estructura que garantiza que cada equipo y sub-equipo tenga un código único e irrepetible, al tiempo que deja abierta la opción para codificar suficientes equipos y sub-equipos que se incluyan dentro del proceso en posibles ampliaciones de la planta, como se describe a continuación:

Figura 13. Estructura del Código de Equipo.



Como se puede ver en la figura, el código se encuentra dividido en tres partes que tienen un significado y una denotación diferente:

- La primera parte del código representa el proceso al cual pertenece el equipo y su denotación está dada por una letra del abecedario en mayúscula, la cual debe ser preferiblemente la primera letra del nombre del proceso, pero de no ser así cualquier letra se puede asignar.
- La segunda parte del código representa el número del Equipo y su denotación está dada por un número que va desde el 00 al 99.
- La tercera parte del código representa el número del Sub-Equipo y su denotación está dada por un número que va desde el 00 al 99.

Nota: Todo código de equipo (Equipo Padre) tiene en la tercera parte del código un 00.

6.1.4 Desarrollo del Inventario.

A continuación se presenta los resultados de la ejecución de la actividad, la cual se realizó según los pasos descritos en Lineamientos para Inventariar y Codificación de Equipos.

Paso 1: Identificar las áreas en que está dividida la planta: Ver Fig.2.

Paso 2: Identificar los procesos realizados para la producción de leche ultra-pasteurizada y asignar código según se describe en Codificación de Equipos.

Tabla 8. Códigos de los Procesos

PROCESO	CÓDIGO
Recibo de Leche	R
Pasteurización	P
Ultra-Pasteurización	U
Empaque	E

Fuente: Autor del Proyecto.

Paso 3: Definir las funciones principales realizadas en cada proceso y hacer un listado de las mismas, preferiblemente en manera secuencial.

Tabla 9. Funciones Principales.

RECIBO DE LECHE		
ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
1	Descargar Cisterna	Extraer la leche contenida en los camiones cisterna y enviarla al tanque pulmón.
2	Almacenar	Mantener una cantidad mínima de leche para el proceso.
3	Filtrar la leche	Separar de la leche cualquier partícula solida extraña.
4	Bombear Leche	Extraer la leche contenida en el tanque pulmón y llevarla hasta las clarificadoras (Centrifugas).
5	Clarificar y Separar Grasa.	Remover materias extrañas de la leche y también realizar la separación de grasa y

ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
		“lodos”.
6	Enfriar Leche	Bajar la temperatura de la leche a 4°C o menos.
7	Almacenar Leche	Contener leche y mantenerla agitada para evitar sedimentaciones.
8	Bombear Leche	Trasladar leche desde el Tanque N°5 hasta los Silos de Recibo en caso de requerirse.
9	Almacenar Leche	Contener leche y mantenerla agitada para evitar sedimentaciones.
10	Contener Soda y Ácido	Contener la soda y el ácido utilizados para la limpieza y desinfección del sistema.
11	Limpiar en Sitio	Realizar la limpieza y desinfección del sistema de recibo de leche (tubería y equipos).
PASTEURIZACIÓN		
1	Bombear	Extraer la leche de los Silos y enviarla al Pasteurizador.
2	Filtrar la leche	Separar de la leche cualquier partícula sólida extraña.
3	Pasteurizar	Aplicarle calor de forma indirecta a la leche durante un cierto tiempo elevando su temperatura a 72°C para reducir su carga bacteriana y posteriormente disminuir su temperatura a 4°C.
4	Homogenizar	Reducir el tamaño de los glóbulos de grasa en la leche.

ÍTEM	FUNCIÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN
5	Almacenar	Contener leche y mantenerla agitada para evitar sedimentaciones.
ULTRAPASTEURIZACIÓN		
1	Bombear	Extraer la leche de los tanques de almacenamiento y enviarla al Esterilizador.
2	Ultra-pasteurizar	Aplicarle calor de forma indirecta a la leche durante un instante elevando su temperatura a 138°C.
3	Homogenizar	Reducir el tamaño de los glóbulos de grasa en la leche.
EMPAQUE		
1	Empacar Asépticamente	Realizar empacado en bolsas de diferentes presentaciones, en un ambiente aséptico a un flujo máximo de 6000 L/H.
2	Transportar	Transportar las bolsas de leche desde la salida de la maquina empacadora hasta la zona de embalaje.
3	Limpiar en Sitio	Realizar la limpieza y desinfección de los sistemas de la empacadora Buanllir.

Fuente: Autor del Proyecto.

Paso 4: Establecer los límites de cada función principal dentro del proceso.

Los límites fueron definidos adecuadamente de manera que se evidenciara una división clara de las funciones y los equipos correspondientes. Para mayor claridad se pueden dibujar en los diagramas de procesos realizados.

Paso 5: Identificar el equipo que cumple cada función principal.

Tabla 10. Funciones Principales y sus Equipos.

RECIBO DE LECHE		
ÍTEM	FUNCION PRINCPAL	EQUIPO
1	Descargar Cisterna	Bombas de Recibo N°1 Bombas de Recibo N°2
2	Almacenar	Tanque Pulmón
3	Filtrar la leche	Filtros de Leche N°1 Filtros de Leche N°2
4	Bombear Leche	Bombas de Leche N°1 Bombas de Leche N°2
5	Clarificar y Separar Grasa.	Centrifuga N°1 Centrifuga N°2
6	Enfriar Leche	Enfriador de Leche N°1 Enfriador de Leche N°2
7	Almacenar Leche	Tanque N°5
8	Bombear Leche	Bomba Tk 5
9	Almacenar Leche	Silos de Recibo N°1, N°2 y N°3
10	Contener Soda y Ácido	Tolva de Soda y Ácido
11	Limpiar en Sitio	CIP Recibo
PASTEURIZACIÓN		
1	Bombear	Bomba Silos
2	Filtrar la leche	Filtro Pasteurización N°1 Filtro Pasteurización N°2
3	Pasteurizar	Pasteurizador N°1 Pasteurizador N°2

ÍTEM	FUNCION PRINCIPAL	EQUIPO
4	Homogenizar	Homogeneizador N°1 Homogeneizador N°2
5	Almacenar	Tanques de leche N°1, N°2, N°3, N°4, N°6, N°7, N°8, N°9.
ULTRAPASTEURIZACIÓN		
1	Bombear	Bomba P0
2	Ultra-pasteurizar	Esterilizador Elecster Esterilizador Finnah
3	Homogenizar	Homogeneizador APV Homogeneizador Buanllir
EMPAQUE		
1	Empacar Asépticamente	Empacadora Elecster Empacadora Buanllir
2	Transportar	Banda Elecster Boca A Banda Elecster Boca B Banda Común Elecster Banda Común Buanllir
3	Limpiar en Sitio	CIP Buanllir

Fuente: Autor del Proyecto.

Paso 6 y Paso 7: Estos pasos se realizaron y sus resultados están condensados en el formato final de inventario de equipos estipulado en el paso 8.

Paso 8: Organizar en el Formato para Inventario de Equipos la información recolectada. Ver Anexo B.

6.1.5 Ficha Técnica.

El formato de la ficha técnica se diseñó con la finalidad de proporcionar una descripción completa, útil para satisfacer las necesidades administrativas y de mantenimiento. Los módulos que la componen se definieron de acuerdo a necesidades identificadas en la gestión de mantenimiento de la planta y procedimientos descritos en la Norma Internacional ISO 14224 Segunda Edición 2006².

Seguidamente se describen los módulos con componen la ficha técnica:

- a. Imagen: Fotografía del Equipo.

- b. Información General: Realiza una identificación del equipo y su lugar en el proceso.
 - Cliente
 - Nombre
 - Código
 - Ubicación (Área)
 - Proceso
 - Función Principal
 - Nivel de Criticidad
 - Descripción de Funcionamiento y operación

- c. Datos Técnicos: Se describen las características técnicas del equipo.
 - Capacidad
 - Fabricante
 - Serie
 - Modelo

² International Standard ISO 14224. Second Edition 2006-12-15.

- Tipo
 - Fecha Instalación
 - País
 - Velocidad (Rpm)
 - Voltaje
 - Frecuencia
 - Potencia
 - Eficiencia
- d. Alimentación Servicios Industriales: Describe el nivel de dependencia del equipo respecto a los procesos de servicio.
- Electricidad
 - Vapor
 - Aire Comprimido
 - Agua Fría
 - Agua Potable
- e. Datos del Fabricante: Presenta información de contacto para comunicación de soporte de emergencias o requisiciones.
- Nombre
 - Teléfonos
 - Correo Electrónico
- f. Condiciones de Trabajo: Informa sobre la severidad del ambiente de trabajo en que se encuentra el equipo.
- Severa
 - Moderada
 - Benigna

g. Sub-Equipos: Este módulo describe la composición del equipo para cumplir su función principal e informa sobre las estrategias de mantenimiento aplicadas según su importancia en desarrollo de las funciones. También entrega información suficiente para la adquisición de repuestos y el inventario de máximos y mínimos en almacén.

- Ítem
- Nombre
- Código
- Estrategia de Mantenimiento³:

OF: Operar equipo hasta que ocurra la falla.

PF: Realizar el mantenimiento y/o cambio de repuesto a Plazo Fijo (mantenimiento preventivo sistemático).

SE: Realizar el mantenimiento y/o cambio de repuesto según su estado, detectado después de una inspección (mantenimiento preventivo por condición).

- Referencia de Repuesto
- Cantidad Mínima en Stock

h. Descripción Sub-Equipos: Se realiza una descripción detallada de las características técnicas de los sub-equipos:

- Motor Eléctrico: Código, Modelo, Marca, Voltaje, Rpm, Potencia, Amperaje, Frecuencia, Protección, Rendimiento.
- Bomba: Código, Caudal, Cabeza, Temperatura, Presión.
- Reductor: Código, Marca, Relación, Aceite, Tipo.

i. Componentes: Este módulo describe la composición del equipo para cumplir adecuadamente su función e informa sobre las estrategias de mantenimiento

³ Tomado del libro Organización y Planificación de los Sistemas de Mantenimiento. Pag.12

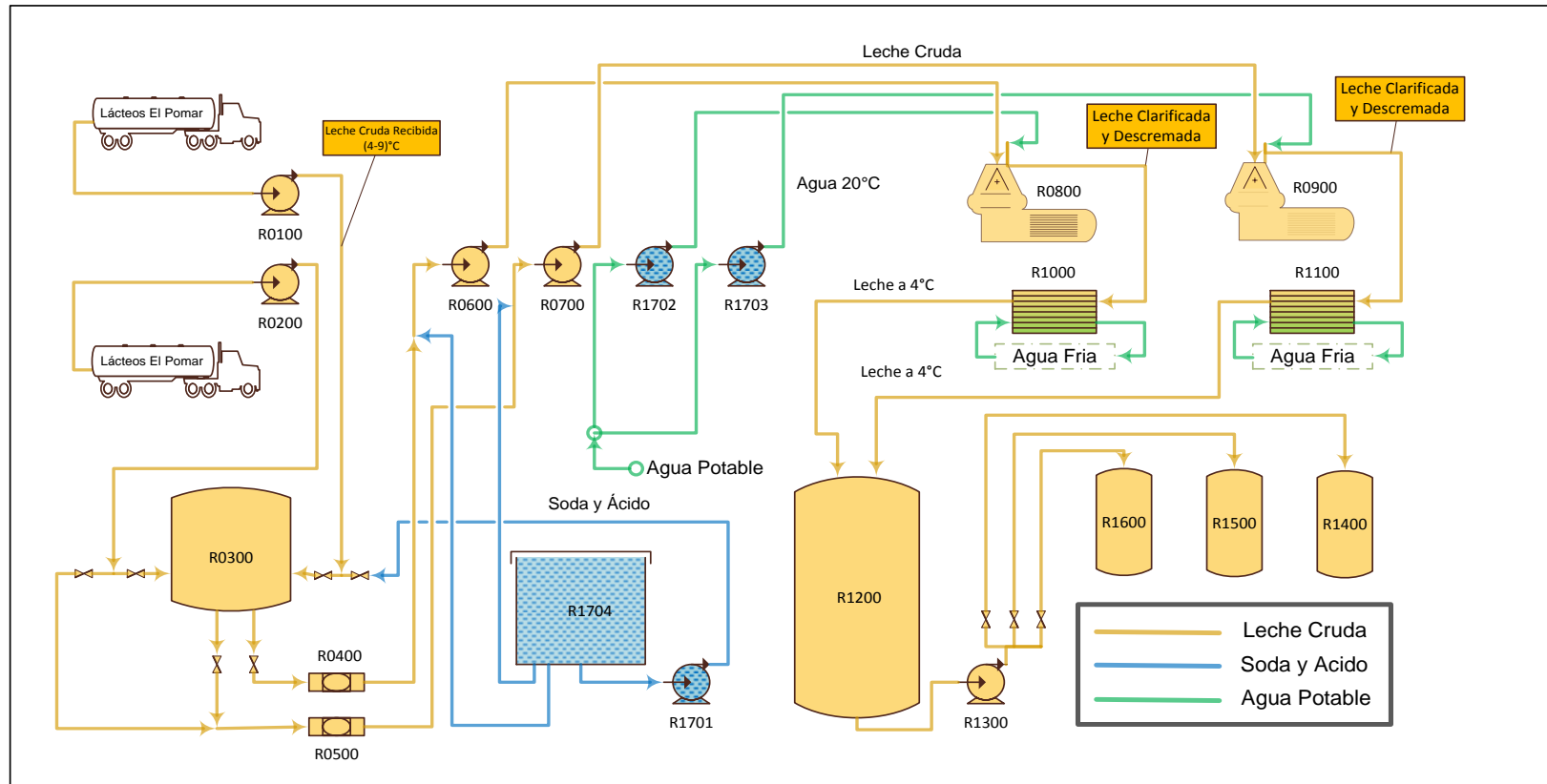
aplicadas según su importancia en desarrollo de las mismas. También entrega información suficiente para la adquisición de repuestos y el inventario de máximos y mínimos en almacén.

- Ítem
 - Nombre
 - Código
 - Estrategia de Mantenimiento: Son las mismas descritas en el módulo de Sub-Equipos (inciso f).
 - Referencia de Repuesto
 - Cantidad Mínima en Stock
- j. Toda esta información descrita, se encuentra plasmada en el formato que se diseñó y se utilizó para el levantamiento de la información correspondiente. Ver Anexo C.

6.2 DIAGRAMAS DE PROCESO.

6.2.1 Diagrama del Recibo de Leche

Figura 14. Diagrama de Recibo de Leche.



Fuente: Autor del Proyecto.

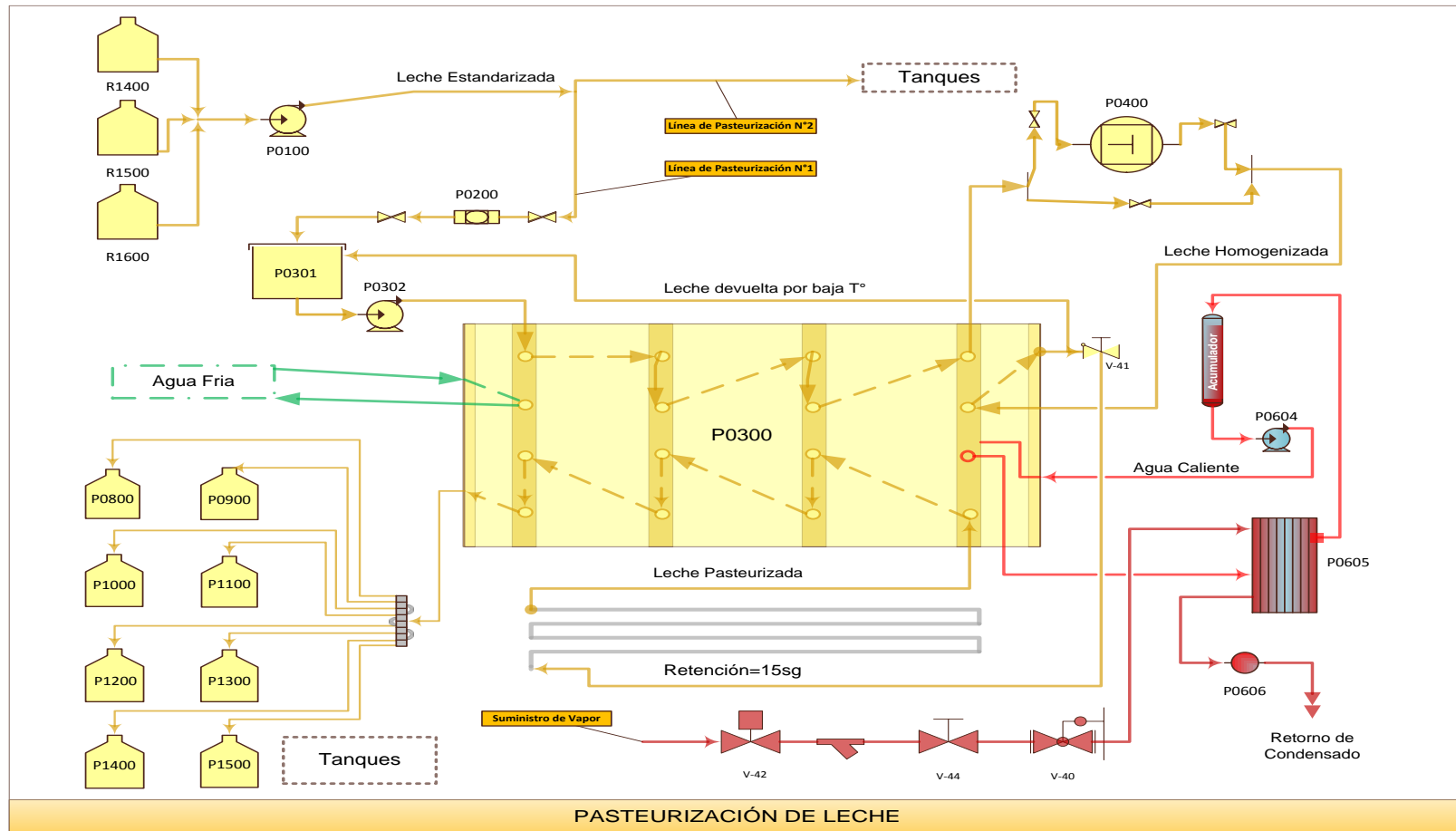
Tabla 11. Equipos Diagrama Recibo de Leche

<i>Lista de equipamiento</i>	
<i>Código</i>	<i>Nombre</i>
R0100	Electrobomba de Recibo N°1
R0200	Electrobomba de Recibo N°2
R0300	Tanque Pulmón
R0400	Filtro de Leche N°1
R0500	Filtro de Leche N°2
R0600	Electrobomba de Leche N°1
R0700	Electrobomba de Leche N°2
R0800	Centrifuga N°1
R0900	Centrifuga N°2
R1000	Enfriador de Leche N°1
R1100	Enfriador de Leche N°2
R1200	Tanque N°5
R1300	Electrobomba Tk 5
R1400	Silo N°1
R1500	Silo N°2
R1600	Silo N°3
R1701	Bomba Soda y Ácido
R1702	Bomba de Agua N°1
R1703	Bomba de Agua N°2
R1704	Tolva Soda y Acido

Fuente: Autor del Proyecto.

6.2.2 Diagrama de Pasteurización

Figura 15. Diagrama de Pasteurización.



Fuente: Autor del Proyecto.

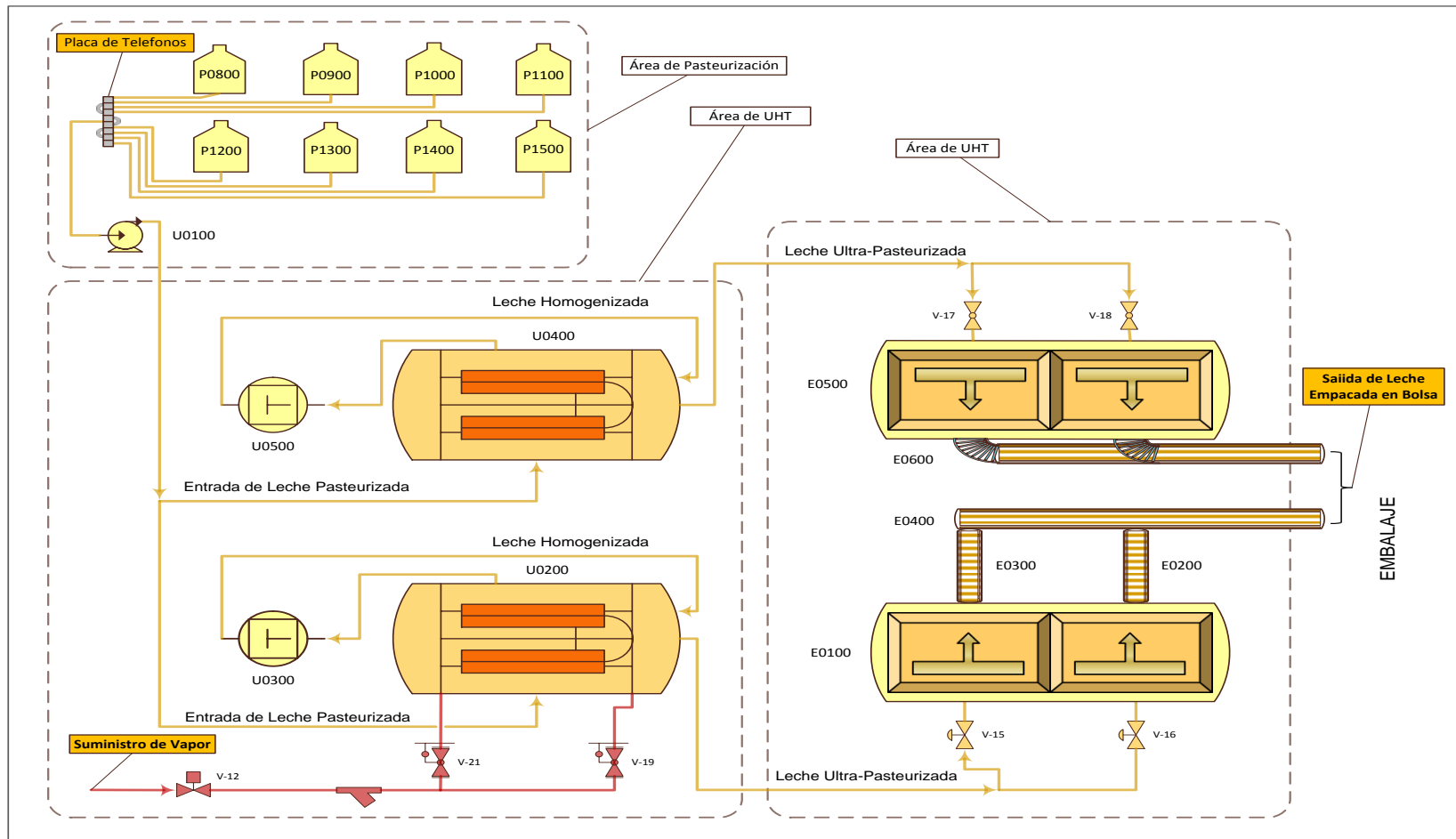
Tabla 12. Equipos Diagrama Pasteurización

<i>Lista de equipamiento</i>	
<i>Código</i>	<i>Nombre</i>
P0100	Electrobomba Silos
P0200	Filtro Pasteurización N°1
P0301	Tanque de Balance
P0302	Bomba de Producto
P0400	Homogenizador N°1
P0604	Bomba de Agua Caliente
P0605	Intercambiador Agua Caliente
P0606	Trampa de Condensado
P0800	Tanque N°1
P0900	Tanque N°2
P1000	Tanque N°3
P1100	Tanque N°4
P1200	Tanque N°6
P1300	Tanque N°7
P1400	Tanque N°8
P1500	Tanque N°9
R1400	Silo N°1
R1500	Silo N°2
R1600	Silo N°3

Fuente: Autor del Proyecto.

6.2.3 Diagrama de Ultra-Pasteurización y Empaque.

Figura 16. Diagrama Ultra Pasteurización y Empaque.



Fuente: Autor del Proyecto.

Tabla 13. Equipos Diagrama Ultra pasteurización y Empaque.

<i>Lista de equipamiento</i>	
<i>Código</i>	<i>Nombre</i>
E0100	Empacadora Elecster
E0200	Banda Elecster Boca A
E0300	Banda Elecster Boca B
E0400	Banda Común Elecster
E0500	Empacadora Buanllir
E0600	Banda Común Buanllir
P0800	Tanque N°1
P0900	Tanque N°2
P1000	Tanque N°3
P1100	Tanque N°4
P1200	Tanque N°6
P1300	Tanque N°7
P1400	Tanque N°8
P1500	Tanque N°9
U0100	Electrobomba P0
U0200	Esterilizador Elecster
U0300	Homogenizador APV
U0400	Esterilizador Finnah
U0500	Homogenizador Soavi

Fuente: Autor del Proyecto.

6.3 JERARQUIZACIÓN DE EQUIPOS.

Se realizó un análisis de criticidad para desarrollar una lista jerarquizada de los equipos, que permitió focalizar esfuerzos en la administración del mantenimiento y la creación del plan de mantenimiento preventivo, también entregarle una justificación a la gerencia general de Lácteos El Pomar s.a. para futuros proyectos de inversión.

Con la finalidad de realizar un análisis de criticidad que estuviera acorde a los objetivos y metas de la empresa Lácteos El Pomar s.a., se realizaron reuniones con el personal administrativo y técnico de la planta en las cuales se debatieron la importancia del estudio de criticidad, los criterios del estudio y la valoración de los mismos para el resultados final.

6.3.1 Alcance del Análisis.

El estudio se realizó a la totalidad de los equipos que se encuentran registrados en el Inventario de Equipos (Anexo A).

6.3.2 Criterios de Análisis.

Los criterios que se definieron para el estudio fueron los siguientes:

1. Criterio de Producción.
 - Efecto en la continuidad operacional.
 - Tiempo para restaurar la producción.
2. Criterio de Calidad.
 - Influencia de falla en la calidad del producto.
3. Criterio de Falla.
 - Frecuencia de falla.
4. Criterio de Mantenimiento.
 - Precisión de Funcionamiento.
5. Criterio de Salud y Seguridad.
 - Riesgo a la salud y seguridad de las personas.
6. Criterio Ambiental.
 - Nivel de significación de los aspectos ambientales.
7. Criterio de Costos.
 - Costo de Adquisición.

6.3.3 Metodología y Cuantificación.

Teniendo en cuenta el tamaño de la planta y el nivel de complejidad de los procesos, para la realización del análisis se decidió utilizar un método semi-cuantitativo, ya que éste tipo de métodos contienen bajo nivel de subjetividad y son efectivos para jerarquizar procesos sin importar su nivel de complejidad.

1. Criterio de Producción.

Tabla 14. Efecto en la Continuidad Operacional.

Descripción	Valor
Parada total de la producción.	5
Disminuye al 50 % la capacidad de la producción.	3
Disminuye al 25 % la capacidad de la producción.	2
Afectación nula.	1

Fuente: Autor del Proyecto.

Tabla 15. Tiempo para Restaurar la Producción.

Descripción	Valor
Extenso, mayor a 60 minutos.	5
Medio, de 15 a 60 minutos.	3
Inmediata – de 0 a 15 minutos – por redundancia de equipo.	1

Fuente – Autor del Proyecto

2. Criterio de Calidad.

Tabla 16. Influencia de Falla en la Calidad del Producto.

Descripción	Valor
Si Afecta.	5
No Afecta.	1

Fuente: Autor del Proyecto.

3. Criterio de Falla.

Tabla 17. Frecuencia de Falla.

Descripción	Valor
Deficiente, más de 7 veces al año.	3
Buena, entre 3 y 7 veces en el año.	2
Excelente, una vez al año o menos.	1

Fuente: Autor del Proyecto.

4. Criterio de Mantenimiento.

Tabla 18. Precisión de Funcionamiento.

Descripción	Valor
Alta precisión	3
Media, margen aceptable de precisión	2
Bala, flexibilidad en su funcionamiento.	1

Fuente: Autor del Proyecto.

5. Criterio de Salud y Seguridad.

La evaluación de este criterio se basó en la metodología descrita en la GTC 45⁴.

⁴ Guía Técnica Colombiana. GTC-45. Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. 2010-Dic-15.

6. Criterio de Costos

Tabla 19. Costo de Adquisición.

Descripción	Valor
Bajo: Menor a 1 millón de pesos (COP)	1
Mediano: Entre 1 y 10 millones	2
Alto: Mayor a 10 millones	3

Fuente: Autor del Proyecto.

7. Criterio Ambiental.

La evaluación de este criterio fue tomado de un estudio previo, realizado por el área de Seguridad y Salud Ocupacional de El Pomar s.a. en el año 2010.

Tabla 20. Riesgo a la Salud y Seguridad de las Personas.

Descripción	Valor
Daño Leve: Molestias e irritación – Lesiones superficiales, heridas de poca profundidad, contusiones, irritaciones del ojo por material particulado.	1
Daño Moderado: Enfermedades que causan incapacidad temporal – Laceraciones, heridas profundas, quemaduras de primer grado; conmoción cerebral, esguinces graves, fracturas de huesos cortos.	4
Daño Extremo: Enfermedades agudas o crónicas, que generan incapacidad permanente parcial, invalidez o muerte. – Lesiones que generen amputaciones, fracturas de huesos largos, trauma	5

Descripción	Valor
cráneo encefálico, quemaduras de segundo y tercer grado, alteraciones severas de mano, de columna vertebral con compromiso de la médula espinal, oculares que comprometan el campo visual, disminuyan la capacidad auditiva.	

Fuente: Autor del Proyecto.

Tabla 21. Nivel de Significación de los Aspectos Ambientales.

Descripción	Valor
Aspecto Ambiental bajo. (0 a 30 puntos)	1
Aspecto Ambiental medio o moderado. (31 a 60 puntos)	2
Aspecto Ambiental alto. (61 a 100 puntos)	3

Fuente: Autor del Proyecto.

En el ANEXO D se puede ver la matriz de cálculo definida para la aplicación del análisis de criticidad.

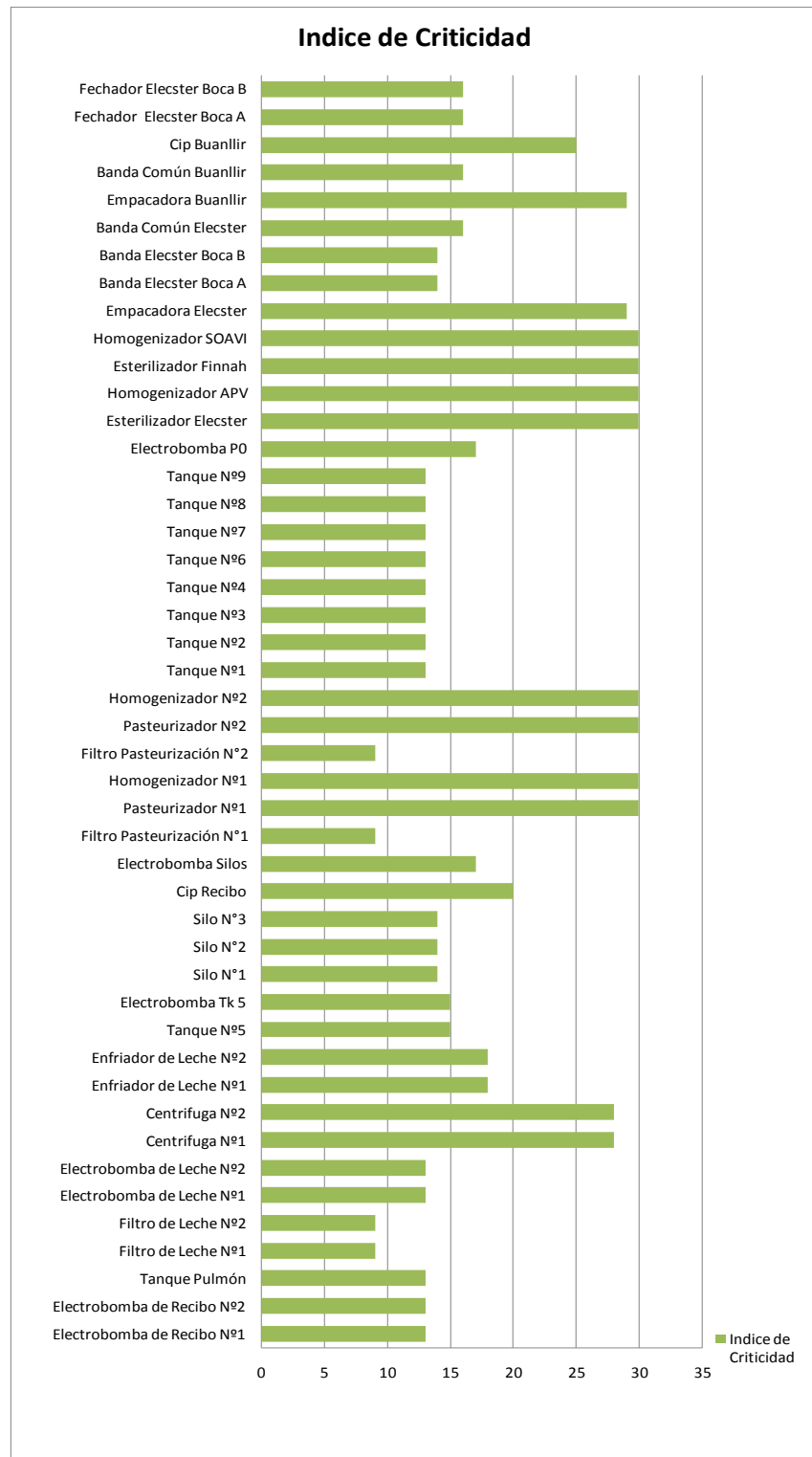
6.3.4 Aplicación del Método.

- a. Se realiza el análisis equipo por equipo, evaluando cada uno de los criterios descritos anteriormente, asignándole el valor correspondiente.
- b. Se calcula el índice de criticidad sumando todos los valores obtenidos en la evaluación de cada criterio y de esta manera se obtiene el índice de criticidad de cada equipo. Ver ANEXO E.
- c. Se clasifica y ordena de mayor a menor según el índice de criticidad obtenido y se define la Lista Jerarquizada de Equipos, ver ANEXO F.
 - Los equipos **NO CRÍTICOS**, son aquellos con valores de índice de criticidad entre 0 y 10.

- Los equipos **MEDIANAMENTE CRÍTICOS**, son aquellos con valores de índice de criticidad entre 11 y 20.
- Los equipos **CRÍTICOS**, son aquellos con valores de índice de criticidad entre 21 y 30.

En la siguiente figura se aprecian los resultados obtenidos del análisis de criticidad aplicado a los equipos de la línea de proceso de ultra-pasteurización.

Figura 17. Categorías Criticidad de Equipos.



Fuente: Autor del Proyecto.

7. CREACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Cuando un equipo es sometido a un mantenimiento preventivo, se debe tener en cuenta muchas variables.

Es necesario entender y tener en cuenta que no existen plantas de proceso iguales en tamaño, operación y maquinaria, puesto que por muy parecidas que sean, hay factores que las hacen diferir una de la otra. Debido a esto es que se debe tener en cuenta que los planes de mantenimiento no pueden ser genéricos ya que si se hace esto se incurriría en la omisión de variables que pueden afectar considerablemente las labores de mantenimiento y producción, que se pueden ver representadas en los ya conocidos aumentos de costos y fallas repetitivas.

El mantenimiento es un mundo cambiante y cada vez surgen nuevas ideas, estrategias y formas de hacer mantenimiento, es por esto que rompiendo los paradigmas es que podremos abrir nuestra mente a los cambios y adoptar los que se consideren que aporten de manera positiva a la gestión y planeación del mantenimiento. Uno de estos paradigmas antiguos era que la creación de los planes de mantenimiento se debían basar en las actividades y periodicidades que recomendaran los fabricantes de la maquinaria, pues esto es actualmente erróneo, ya que en los avances del mantenimiento se ha encontrado que es necesario tener en cuenta otros factores que intervienen en la vida de la máquina.

Por esto son fielmente importantes en la creación de los planes de trabajo tener en cuenta los aportes y la experiencia que tiene el personal de operación y el personal técnico (mantenedor) sobre la maquinaria a la que le haremos los planes de trabajo.

También el medio ambiente en que está ubicado y funcione el equipo influye en su ciclo de vida, pues es sabido que la razón de ser del mantenimiento es prolongar la vida útil de los equipos.

7.1 EXTERNALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO.

El tema de la externalización es muy relevante hoy día y más aún en este proyecto, pues éste se desarrolla como un outsourcing de mantenimiento para una planta de lácteos.

7.1.1 Razones para Tercerizar el Mantenimiento.

En los últimos años en la industria se ha mostrado una creciente tendencia a hacer del mantenimiento una externalización o lo que es lo mismo un outsourcing, pero es preciso tener claro cuáles son las razones por las cuales las empresas toman la decisión de poner en manos de terceros una parte de su negocio.

1. Centrar esfuerzos en su actividad económica principal. Esta es una de las razones más importantes por las cuales las empresas deciden tomar esta decisión, es porque cada una de las empresas tiene una actividad económica definida y por esto deciden poner toda su atención en ella, confiando en manos de empresas especialistas el mantenimiento de su planta.
2. Mejorar los resultados y la productividad de su planta. Las empresas como ya lo habíamos mencionado, tienen una habilidad clara refiriéndose a su principal actividad económica; por tal motivo en su gran mayoría no posee los conocimientos y los medios técnicos necesarios y adecuados para hacer del mantenimiento de su planta el ideal de su proceso productivo. De esta manera

incurre en bajas eficiencia productiva de su planta, la cual mediante un outsourcing de mantenimiento busca mejorar.

3. La flexibilidad en la gestión de los recursos humanos. Las tareas de mantenimiento requieren, en muchas ocasiones, realizarse en horarios que no afecten a la producción (noches, fines de semana, periodos vacacionales) y también requieren de aumentos y disminuciones de plantilla, dependiendo de los trabajos a realizar. Con una plantilla propia esta flexibilidad es baja, y genera constantes fricciones en las relaciones laborales. Contratando el mantenimiento a empresas externas el cliente traslada estos problemas fuera de su empresa, y obtiene la flexibilidad que necesita.
4. La exigencia de resultados. Es más difícil para una empresa exigir unos resultados determinados a una plantilla propia que a una empresa contratista. A nivel contractual puede ligarse la facturación del contratista con los resultados obtenidos, bien en forma de bonificaciones-penalizaciones o, como en los contratos más avanzados, ligando la facturación por los servicios de mantenimiento con la producción. De esta forma también trasladamos fuera de la empresa la gestión del mantenimiento: si el contratista quiere ganar dinero, tratará de aplicar los mejores sistemas de gestión posibles.

7.1.2 Tipos de Contratos.

En la externalización del mantenimiento existen diversos tipos de contratos, los cuales son usados según los niveles de compromiso y responsabilidad que el cliente desea establecer a manos de los especialistas de mantenimiento (outsourcing).

- Contratos de servicio de tiempo y materiales para trabajos puntuales. Estos se utilizan cuando el cliente no desea adquirir compromisos de pago estables

- Contratos de mantenimiento a precio cerrado. Los contratos de mantenimiento integral son una variante de los contratos a precio cerrado. El objetivo del cliente es asegurar el coste del mantenimiento de su instalación.
- Contratos de mantenimiento a precio variable por resultados. En este tipo de contrato el objetivo es ligar los costes de mantenimiento de la instalación con los ingresos de explotación.
- Contratos de operación y mantenimiento. Son contratos en los que toda la responsabilidad en la explotación técnica de la planta corresponde al contratista, reservándose el cliente únicamente la explotación comercial. Suelen ser contratos tipo win-win (ganar-ganar), es decir, tratan de ligar los resultados de contratista y cliente, de manera que si el cliente pierde dinero, el contratista también, y si por el contrario el cliente gana dinero, el contratista también lo hace. El contratista puede aumentar sus beneficios aumentando la disponibilidad y el rendimiento de las instalaciones, e incluso, puede aumentar sus beneficios aumentando sus gastos (invirtiendo en mejoras, haciendo reparaciones más fiables, contratando a personal altamente cualificado, etc.).

La ventaja indudable de este tipo de contrato es que los intereses del contratista y del cliente coinciden, y lo que afecta a uno (para bien o para mal) afecta al otro.

7.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

El mantenimiento correctivo es la forma de hacer mantenimiento más antigua existente. Está basado en la estrategia de operar hasta el fallo, es decir, realizar la reparación o intervención al equipo cuando ya se ha presentado la falla en el mismo.

Este tipo de mantenimiento lo podemos explicar gráficamente de la siguiente forma.

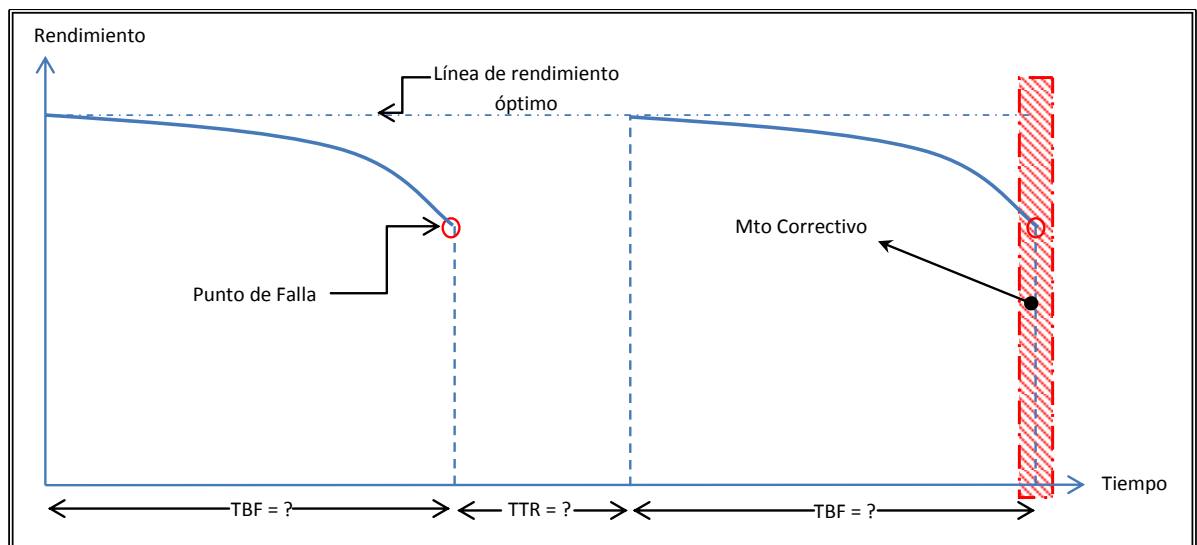
Los tiempos técnicos de reparación son inciertos porque dependen de la gravedad de la falla y los tiempos de buen funcionamiento son indeterminados debido a la incertidumbre causada por la falta de seguimiento al funcionamiento del equipo.

Descripción de iniciales:

TBF = Tiempo de buen funcionamiento

TTR = Tiempo técnico de reparación

Figura 18. Representación del mantenimiento correctivo.



Fuente: Autor del Proyecto.

En el mantenimiento correctivo según el tipo o la gravedad de la falla se tiene una segunda clasificación:

- Correctivo Emergente: Se refiere al mantenimiento que por la característica de la falla y su incidencia en la producción y/o algún otro parámetro de

importancia, se debe realizar inmediatamente y no da flexibilidad para ningún tiempo de espera.

- Correctivo Planeado: Se refiere al mantenimiento cuya falla permite hacer una programación para la intervención, asignándole adecuadamente personal y recursos materiales para dar solución.

7.2.1 Ventajas y Desventajas.

Cuando se toma la estrategia del mantenimiento correctivo como base del mantenimiento se tienen las siguientes “ventajas”:

- No genera gastos fijos.
- No es necesario programar ni prever ninguna actividad.
- Solo se gasta dinero cuanta está claro sé que necesita.
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico.
- Hay equipos en los que el preventivo no tiene ningún efecto.

Pero también presenta inconvenientes que son de extrema importancia:

- La producción se vuelve imprescindible y poco fiable.
- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Se asumen riesgos que en ocasiones suelen ser considerables.
- La vida útil de los equipos se acorta.
- Las averías y los comportamientos anormales ponen en riesgo la producción; Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.

7.2.2 Selección de Equipos.

Para la selección de los equipos que se destinaron a una estrategia de mantenimiento correctivo se tuvo en cuenta los resultados del análisis de criticidad realizado previamente, los cuales corresponden a aquellos equipos que por sus índices de criticidad se enmarcaron en un nivel NO CRÍTICO. Tales equipos se enuncian en la siguiente tabla y se tomaron de la Lista Jerarquizada de Equipos (Anexo E).

Tabla 22. Equipos para Mantenimiento Correctivo.

EQUIPO	CÓDIGO	NIVEL DE CRITICIDAD
Filtro de Leche N°1	R0400	NO CRÍTICO
Filtro de Leche N°2	R0500	
Filtro Pasteurización N°1	P0200	
Filtro Pasteurización N°2	P0500	

Fuente: Autor del Proyecto.

Es muy acertada la elección de estos equipos para un mantenimiento correctivo ya que por su funcionamiento y composición basta con las labores de limpieza realizadas por los operarios para su conservación, y en caso de falla sus consecuencias son fácilmente predecibles y solucionables.

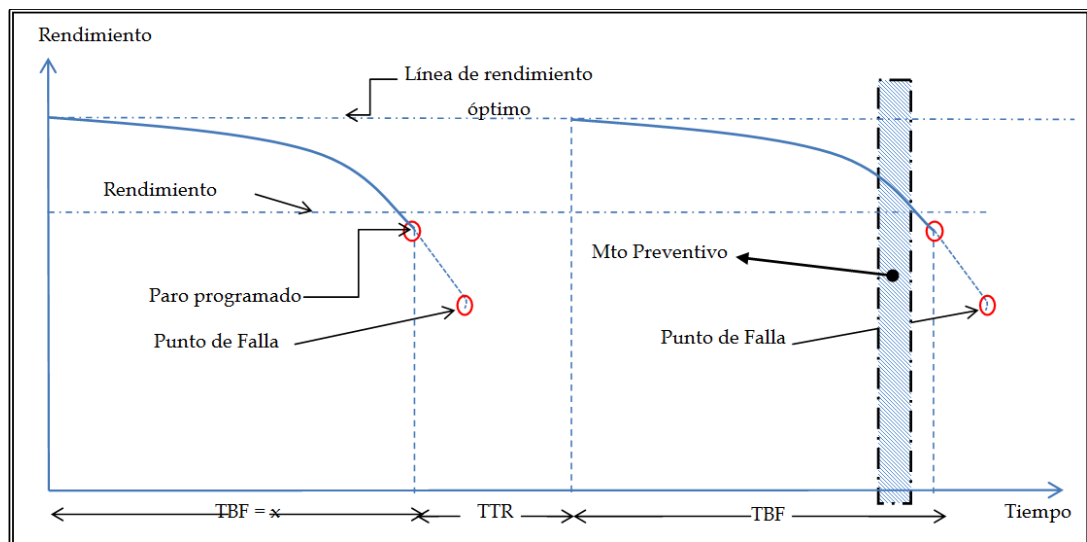
7.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Este tipo de mantenimiento se encuentra basado en la estrategia de Mantenimiento a Plazo Fijo y ofrece un cierto porcentaje al control del funcionamiento de un equipo y por ende de nuestra planta productiva.

Se encarga de prevenir fallas inesperadas o fortuitas de la maquina mediante una programación de actividades y tareas que garanticen la prevención de las fallas haciendo cambios de piezas, cambio de repuestos en periodos de tiempo establecidos según estudios de vida útil de cada componente y haciendo revisiones periódicas del estado de la maquinaria.

Es un mantenimiento que requiere de mucho trabajo humano, es decir, de una continua capacitación, reflexiones, charlas, y cambio de los paradigmas en la forma de ejecutar el mantenimiento; Es por esto que el mantenimiento preventivo también es considerado como una filosofía.

Figura 19. Representación del mantenimiento preventivo.



Fuente: Autor del Proyecto.

En la gráfica se puede ver que a diferencia del mantenimiento correctivo, las tareas de mantenimiento se realizan durante una detención del equipo programada y en un momento previo a la falla, lo que permite que los tiempos de buen funcionamiento del equipo sean más extensos y los tiempos técnicos de reparación sean planeados y mayormente controlados.

7.3.1 Ventajas y Desventajas.

Cuando se adopta el mantenimiento preventivo como estrategia base, se asume gran responsabilidad puesto que requiere de un adecuado seguimiento y compromiso de todo un departamento si se quieren obtener los resultados propios de este tipo de mantenimiento. Dentro de estos objetivos tenemos:

- Garantizar el buen funcionamiento de la maquinaria
- Evitar paradas de proceso por averías
- Manejar un buen stock de repuestos

El preventivo ofrece una considerable lista de ventajas que permiten hacer de una planta de proceso una planta productiva. Estas se nombran a continuación:

- Hacer intervenciones mucho antes del punto de falla
- Poder dar una estimación relativamente precisa de los tiempos de buen funcionamiento de las máquinas.
- Tener un mayor control sobre los costos del mantenimiento.
- Hacer que los tiempos de reparación de un equipo no interfieran con los tiempos de producción o en algunos casos donde se interfiere en la producción ésta se haga de manera programada.

Sin embargo, como se mencionaba anteriormente, el mantenimiento preventivo requiere de una excelente labor humana – Experiencia y Organización – ya que el éxito de este tipo de mantenimiento depende de un alto grado de experticia que en caso de fallar causa potenciales desventajas como:

- Sacrificar la vida útil de los equipos o algunos componentes, para evitar múltiples paradas.

- Sustituir componentes sobre el tiempo promedio de duración de las piezas, desperdiciando tiempo de vida útil que puede ser elevado.
- Ineficiencias económicas por dificultades en la valoración del momento en que debe detenerse el equipo y la diferencia entre la vida útil de los componentes.

7.3.2 Selección de Equipos.

Los resultados obtenidos en el análisis de criticidad – Lista Jerarquizada de Equipos – se revisaron detenidamente y se tomó la decisión de incluir en el plan de mantenimiento preventivo todos aquellos equipos que obtuvieron una valoración de CRÍTICOS y MEDIANAMENTE CRÍTICOS, con la finalidad de aumentar la confiabilidad del proceso productivo, tales equipos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 23. Equipos para Mantenimiento Preventivo.

EQUIPO	CÓDIGO	INDICE DE CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
Pasteurizador N°1	P0300	30	CRÍTICO
Homogenizador N°1	P0400	30	
Pasteurizador N°2	P0600	30	
Homogenizador N°2	P0700	30	
Esterilizador Elecster	U0200	30	
Homogenizador APV	U0300	30	
Esterilizador Finnah	U0400	30	
Homogenizador Soavi	U0500	30	
Empacadora Elecster	E0100	29	
Empacadora Buanllir	E0500	29	
Centrifuga N°1	R0800	28	
Centrifuga N°2	R0900	28	

EQUIPO	CÓDIGO	INDICE DE CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
Cip Buanllir	E0700	25	
Cip Recibo	R1700	20	
Enfriador de Leche N°1	R1000	18	
Enfriador de Leche N°2	R1100	18	
Electrobomba Silos	P0100	17	
Electrobomba P0	U0100	17	
Banda Común Elecster	E0400	16	
Banda Común Buanllir	E0600	16	
Fechador Elecster Boca A	E0800	16	
Fechador Elecster Boca B	E0900	16	
Tanque N°5	R1200	15	
Electrobomba Tk 5	R1300	15	
Silo N°1	R1400	14	
Silo N°2	R1500	14	MEDIANAMENTE CRÍTICO
Silo N°3	R1600	14	
Banda Elecster Boca A	E0200	14	
Banda Elecster Boca B	E0300	14	
Electrobomba de Recibo N°1	R0100	13	
Electrobomba de Recibo N°2	R0200	13	
Tanque Pulmón	R0300	13	
Electrobomba de Leche N°1	R0600	13	
Electrobomba de Leche N°2	R0700	13	
Tanque N°1	P0800	13	
Tanque N°2	P0900	13	
Tanque N°3	P1000	13	
Tanque N°4	P1100	13	
Tanque N°6	P1200	13	

EQUIPO	CÓDIGO	INDICE DE CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
Tanque N°7	P1300	13	
Tanque N°8	P1400	13	
Tanque N°9	P1500	13	

Fuente: Autor del proyecto.

7.4 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.

Teniendo claridad y conciencia sobre los diferentes parámetros y variables que influyen en la mantención y operación de las maquinas podemos establecer las actividades que pueden prevenir y/o evitar fallas imprevistas que causen daños o impactos graves en la producción. Estas actividades deben suplir tanto necesidades de sistemas eléctricos, sistemas mecánicos, sistemas neumáticos, sistemas hidráulicos, sistemas oleo hidráulicos.

Dentro de las actividades de un plan de mantenimiento preventivo, **la inspección** es la actividad más característica y puede ser ejecutada con instrumentos sencillos o con los sentidos del cuerpo humano.

Las labores o actividades que se realizan para cumplir con los objetivos del plan de mantenimiento preventivo se describen a continuación, incluida la inspección.

- a. Labores de lubricación; son aquellas realizadas para mejorar las condiciones de movimiento relativo de elementos mecánicos en la maquinaria mediante el uso de sustancias lubricantes aplicadas en puntos específicos donde las maquinas pierden sus propiedades al pasar el tiempo y ser sometidas a los esfuerzos propios de la operación.

- b. Realización de ajustes a elemento de maquinaria sujeta a movimientos relativos y pérdida de presiones de contacto debidas a las vibraciones generadas por la maquina transcurridos periodos de tiempo considerables.
- c. Cambio de partes que pueden presentar desgaste y pérdida de sus propiedades con el tiempo, como lo son las empaquetaduras, los rodamientos, sellos mecánicos, oring, cojinetes de deslizamiento, retenedores, graseras y otros elementos que por tener contacto con sustancias químicas puedan estar sujetas a corrosión.
- d. Labores de limpieza; estas son básicas pero realmente importantes y para el caso propio del proyecto son bastante claves ya que en la industria alimenticia se debe tener total control sobre la contaminación y proliferación de microorganismos o sustancia que propicien dichos riesgos ambientales. Para el caso del proyecto se busca cumplir con los requerimientos que evalúan los entes de control como el Invima.
- e. Las inspecciones son una herramienta valiosa a la hora de hacer un seguimiento y de cubrir posibles falencias que se presenten en la asignación de los recambios de partes, o, posibles cambios en las condiciones de operación de una máquina que no sean contempladas en la planeación.

Para la correcta asignación de actividades de mantenimiento que logren cumplir con los objetivos del plan de mantenimiento preventivo, es necesario recurrir a todas las posibles fuentes de información que nos den los criterios adecuados, para de esta manera diseñar y asignar las actividades que estén encaminados a evitar las fallas imprevistas de los equipos.

No se puede mantener lo que no se conoce!

Esta expresión es muy dicente y es una realidad en el campo del mantenimiento industrial. Sin embargo, en la práctica es muy común pasar por alto esta regla del mantenimiento y ello causa deficiencias, continuas paradas de proceso y sobrecostos en la producción y el mantenimiento, pero sobretodo es una de las razones por las cuales el mantenimiento aun en muchas empresas es visto como un fuente de gastos, ya que las actividades realizadas no evitan las fallas potenciales causantes de dichas deficiencias en los procesos productivos.

Debido a esto, para el diseño de este proyecto, durante el proceso de la asignación de las actividades de mantenimiento se tomó en cuenta tres criterios, con los cuales se buscó contemplar la mayoría de probabilidades de falla y así aumentar la efectividad del plan de mantenimiento.

- Composición y Características de los equipos
- Análisis Funcional
- Criterio de Fallas
- Criticidad de Equipos
- Experiencia del Mantenedor

7.4.1 Composición y Características de los Equipos.

Desde el inicio del proyecto se contempló el proceso de asignación de las actividades de mantenimiento, por lo cual la realización del inventario de equipos y las fichas técnicas de los mismos constituyeron una fuente importante de información.

La realización del inventario de equipos permite conocer como está compuesto cada equipo y la cantidad de sub-equipos y componentes que trabajan

conjuntamente, esto da una idea de la magnitud de la complejidad del equipo y la concatenación física de sus componentes.

La información registrada en las fichas técnicas, permiten realizar un análisis de las características técnicas y los diferentes parámetros físicos y de operación de los equipos.

Durante el levantamiento de la información allí contenida se conoció información útil para la asignación de las actividades, tal es el caso de las condiciones de trabajo, que es un factor clave a la hora de diseñar un plan de mantenimiento, debido a que estas condiciones influyen tanto a la cantidad de actividades como en la frecuencia de ejecución de las mismas, pues no se le puede realizar el mismo mantenimiento a una máquina que trabaja en condiciones de trabajo benignas que a una máquina que trabaje en condiciones de trabajo severas, así se trate de la misma máquina.

El conocimiento de la cantidad de repuestos y el costo de los mismos también hacen que durante la asignación de actividades se tenga un cuidado intrínseco e indirecto.

Por último en la ejecución de este paso, se listan las actividades de mantenimiento sugeridas por el fabricante en los manuales de operación y mantenimiento de las máquinas, las cuales son una referencia muy importante a tener en cuenta.

7.4.2 Análisis Funcional.

El análisis funcional es esencial para un buen conocimiento de las máquinas. Sólo haciéndolo cuidadosamente se podrá hacer un mantenimiento adecuado. Implica conocer la función de la máquina y de cada uno de sus componentes importantes. El principal objetivo del mantenimiento es mantener la función de las máquinas. Se

dice que “es más importante la función que la máquina misma”. Aun cuando esto es sólo un decir, refleja la importancia que tiene la función para lograr un mantenimiento adecuado⁵.

Como primera medida para conocer el funcionamiento de los equipos, se recurrió al listado de funciones principales realizado durante el inventariado de equipos. Allí se analizó detalladamente todo el compendio de la función principal de cada equipo y los parámetros para los cuales están diseñados, como máquina y como eslabón de la cadena productiva, analizándolo como un todo.

Seguidamente es necesario analizar paso a paso, cada uno de los elementos que lo componen – subequipos y componentes – para ampliar aún más el análisis funcional, tomando como base para este procedimiento el concepto de funciones secundarias, el cual permite conocer la criticidad de la función de los componentes y su relevancia y afectación a la función principal en caso de falla.

El proceso de fallas de las maquinas deben ser tenidos en cuenta para mitigación de la mismas y eficacia del mantenimiento y paralelamente mejorando la confiabilidad de los equipos.

7.4.3 Criterio de Fallas.

El desarrollo del criterio de fallas con fines de actividades de mantenimiento, se basa en consultar el historial de fallas disponible y listar fallas de los equipos mediante consultas realizadas al personal operativo y de mantenimiento.

1. Consultar el “histórico de fallas”: Se utilizó el documento disponible en la documentación encontrada durante el diagnóstico de la gestión de mantenimiento realizada hasta el momento. Aunque escasa, la información allí

⁵ Gramsch Sanjinés Ernesto, Manual de la Gestión del Mantenimiento Industrial. Pag.90

consignada fue útil para conocer algunos de los problemas que se presentan en los equipos críticos de la planta.

2. Se adelanta un proceso de indagación al personal operativo y de mantenimiento, con el cual se adquiere y se listan las fallas más comunes presentadas durante el funcionamiento de los equipos y posteriormente se comparan con las fallas encontradas en el “histórico de fallas” y se definen las fallas funcionales encontradas y en lo posible la repetitividad de las mismas.
3. Como un recurso externo de la planta, pero interno de la empresa encargada del outsourcing de mantenimiento, Essi S.A.S, se consultó el banco de fallas, el cual es un documento donde se tienen consignados las fallas más repetitivas de los equipos comúnmente críticos en toda planta láctea, que ha sido desarrollado por el departamento de outsourcing de mantenimiento de Essi S.A.S. durante los últimos años de acuerdo a la administración del mantenimiento de otras plantas lecheras a las cuales ha prestado sus servicios.

El criterio de falla en la asignación de las actividades del plan de mantenimiento preventivo es un criterio de especial atención y goza de una importancia merecida, ya que la razón de ser del mantenimiento son las fallas, si no existieran las fallas en los equipos no existiría la necesidad de realizar mantenimiento.

La valoración de las fallas que presenta la maquinaria en el momento de la creación de un plan de mantenimiento – es decir aquellas que se han venido presentando durante los últimos tiempos y que causan la mayor cantidad de paradas de proceso – permite asignar actividades que mediante una correcta ejecución, los buenos resultados se vean en corto tiempo, ya que causan un impacto positivo y rápido en la productividad de la planta.

7.4.4 Experiencia del Mantenedor.

Finalmente, la experiencia del personal técnico es clave en este paso de la creación del plan de mantenimiento, es por eso que una vez finalizado los procesos de conocimiento de las maquinas – características, funciones y fallas – se recurre al personal técnico para listar las actividades de mantenimiento a consideración de la experticia que ha desarrollado en su labor diaria de mantención.

De esta manera se pone en práctica y se rompe con un viejo paradigma que dice que “el departamento de mantenimiento puede desarrollar por sí solo un programa de mantenimiento exitoso”, al cual se le da una dirección diferente sustentada en que “Solamente los mantenedores, en forma conjunta con los operadores de los activos, pueden desarrollar un plan de mantenimiento exitoso y duradero”.

7.4.5 Actividades Asignadas.

Definir las actividades para el mantenimiento de los equipos es de las tareas más importantes en el diseño de un plan de mantenimiento preventivo, debido a esto es pertinente revisar el listado de actividades desarrollado durante el procedimiento anterior y de ser necesario, realizar una depuración de aquellas actividades redundantes y carentes de objetividad y eficacia, ya que estas pueden ir en detrimento del éxito del plan.

7.4.6 Frecuencia.

La frecuencia de ejecución de las actividades de mantenimiento debe determinarse cuidadosamente debido a que es un factor que influye directamente en los costos del mantenimiento preventivo.

Los mantenimientos realizados con periodicidad muy cortas – tiempos cortos entre una intervención y otra – afectan la vida útil de los componentes, sobre todo las partes mecánicas de la máquina sensibles al desgaste. Y los mantenimientos realizados con periodicidad extensa pueden afectar la confiabilidad de los equipos y producir paradas de proceso por fallas fortuitas en la maquinaria.

La determinación de la frecuencia con que se ejecutan las actividades es la base para la programación del mantenimiento definido mediante las listas de chequeo diaria, semanal, quincenal, y el cronograma anual de mantenimiento.

7.5 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO.

VER ANEXO G.

7.6 POE – PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS ESTANDARIZADOS.

La ejecución de los trabajos– actividades de mantenimiento – tiene una característica muy importante, que es el grado de incertidumbre, dado que son ejecutadas por personas. Todas las actividades humanas son inciertas, ya que nunca es posible tener completa seguridad de que las cosas funcionen como se tienen previstas, es por esto que para ejecutar las tareas de mantenimiento y en general cualquier labor, se hace necesario tratar de prever todos los factores que puedan afectar la ejecución de la mismas, la seguridad de las personas y finalmente el buen funcionamiento de los equipos, según se espera.

Los POE son los documentos que el técnico de mantenimiento no debe olvidar al momento de ejecutar un trabajo, éstos son los procedimientos que contienen la planificación detallada de cada uno de los mantenimientos preventivos

contemplados en el plan y mediante las respuestas a las siguientes preguntas, *¿Qué se debe hacer?, ¿Dónde se debe hacer? Y ¿Cómo se debe hacer?* pretenden anular o minimizar los riesgos y optimizar la efectividad de los trabajos de mantenimiento.

7.6.1 Guía para la Creación del POE.

Los POE se diseñaron de acuerdo a la guía aquí mostrada y desarrollada, la cual permite mitigar los inconvenientes que se presentan eventualmente en ciertas intervenciones de mantenimiento, eliminar fallas que se cometen y se detectan en las puestas en marcha de los equipos luego de un mantenimiento, controlar y planear mejor los tiempos requeridos para las intervenciones, se establece el proceso de crear procedimientos estandarizados (POE) los cuales suplirán las necesidades presentadas y entregaran un valor agregado a nuestra gestión.

Tabla 24. Guía para la Creación del POE.

PREVIO A LA CREACION DEL POE
1. Se debe consultar la planeación con el fin de tener en cuenta las fechas estipuladas para la creación de cada POE según el equipo y su fecha de intervención.
2. Estimar la afectación en la producción por la parada del equipo.
a. En caso de generar una parada total del proceso y no tener un equipo auxiliar de las mismas características para suplir su ausencia; gestionar con el jefe de producción de la planta el mantenimiento del equipo, para programar de común acuerdo le fecha de la intervención.
b. En caso de generar parada de proceso pero si cuenta con un equipo auxiliar que satisfaga la necesidad total o parcial de la producción. a) Verificar las condiciones de confiabilidad del equipo auxiliar para que opere durante el tiempo en que el equipo principal estará sujeto a

<p>mantenimiento b) gestionar con el jefe de producción de la planta el mantenimiento del equipo, para programar de común acuerdo la fecha de la intervención.</p>
<p>3. Comenzar el alistamiento de recursos para la creación del POE con ocho (8) días de anticipación a la fecha de ejecución del mantenimiento.</p>
<p>a. Cámara Fotográfica y de video.</p>
<p>b. Identificar y programar el personal técnico que cuente con la capacidad de realizar dicho procedimiento.</p>
<p>c. Realizar un primer procedimiento basado en la experiencia del ingeniero(s) y técnico(s) que más conoce el equipo y que en repetidas ocasiones ha realizado esa intervención.</p>
<p>POE INICIAL</p>
<p>I. Definir claramente que mantenimiento se va a realizar.</p>
<p>II. Definir el objetivo o los objetivos que se pretenden alcanzar una vez terminada la intervención, esto se refiere a describir claramente el tipo de falla que se pretende evitar con la intervención.</p>
<p>III. Definir un procedimiento claro y detallado para la desenergización del equipo y establecer las medidas de seguridad necesarias para evitar accionamientos indeseados del equipo. Este procedimiento deberá contener sistema de señalización y demarcación del área de trabajo.</p>
<p>IV. Crear un listado consecutivo - y en paralelo según sea el caso - de las actividades y tareas que son necesarias para llevar a cabo el mantenimiento del equipo. Se deberán enlistar las tareas en su más mínimo detalle y estimarles un tiempo específico de duración a cada tarea y finalmente dar un tiempo total de duración a cada actividad a realizar.</p>
<p>V. Realizar un listado de todas y cada una de las herramientas que son necesarias para el desmontaje, montaje, desarme y ensamble de la máquina. En este punto deberá verificar el buen estado y funcionalidad</p>

de las herramientas.
VI. Realizar un listado de los repuestos, materiales y consumibles que se van a utilizar para montaje en remplazo de los repuestos deteriorados o previamente fijados para cambio.
VII. Generar documento del procedimiento previo (POE Inicial) para la ejecución del mantenimiento según los lineamientos presentados anteriormente en este documento.
DURANTE LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO
1. Tener a la mano el procedimiento previo (POE Inicial) y seguir ejecución según lo planeado en dicho documento.
2. Tomar tiempos de las actividades que han sido programadas en el (POE inicial) y registrar estos valores.
3. Tomar fotografías de las piezas y hacer la disección mecánica correspondiente durante la intervención.
4. Realizar un video explicativo del procedimiento que se está ejecutando.
5. Verificar las referencias de los componentes, repuestos, y registrar los que no se tuvieron en cuenta con sus respectivas referencias.
6. Tomar nota de las herramientas utilizadas y que no fueron tenidas en cuenta.
DESPUÉS DE FINALIZADO EL MANTENIMIENTO
1. Realizar limpieza del área donde se realizó el mantenimiento.
2. Retirar la señalización puesta para comunicar que el equipo estaba en mantenimiento.
3. Restablecer las conexiones necesarias para la reactivación del equipo.
4. Proceder a realizar la prueba de funcionamiento y puesta en marcha del equipo.
5. Generar el POE final.
a. Crear el POE basado en la estructuración que se dio para el POE inicial teniendo en cuenta la verificación y registro de los datos recogidos

durante el mantenimiento.
b. Establecer procedimiento ejecutado luego de la finalización de la intervención.

7.6.2 POE Pasteurizador No. 2.

En el ANEXO H se puede ver un ejemplo de los POE realizados.

7.7 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO.

Para realizar una buena planificación y posterior programación de los trabajos es necesario contar con toda la información posible de los trabajos de mantenimiento. La fuente principal para realizar la planificación de los trabajos de mantenimientos es el cronograma de mantenimiento, en el cual se encuentra registrado las actividades necesarias para la conservación del estado y función de los equipos.

A continuación se describen las fuentes de información presenta el procedimiento diseñado para la planificación de los trabajos de mantenimiento en la planta de Lácteos El Pomar s.a.

7.7.1 Listas de Chequeo.

Las listas de chequeo son un mecanismo mediante el cual se pretende realizar inspecciones y actividades de mantenimiento rutinario, que se deben ejecutar para la conservación de los equipos y la producción.

Objetivo principal: ¡Identificación oportuna y prevención de fallas en la maquinaria!

Cuando se definieron las actividades de mantenimiento que debían realizarse a las maquinas, también se les definió la frecuencia con que se debían ejecutar, aquellas actividades que se establecieron con frecuencias diarias, semanales o quincenales son las que constituyen las listas de chequeo, siendo éstas en su mayoría tareas de inspección y otras de ejecución que se realizan para:

- Verificar que las maquinas se encuentren funcionando dentro de los parámetros básicos de funcionamiento, como por ejemplo: valores de temperatura, presión, aislamiento eléctrico, velocidad, etc.
- Revisar que los equipos no presenten síntomas de fallas sensibles como: vibración, ruido, fugas, sobrecalentamiento, desajustes, entre otras.
- Prevenir fallas ejecutando actividades básicas del mantenimiento como: Limpieza, lubricación, ajustes, apriete, cambio de empaques, sellos, calibración, entre otras.

Selección de Equipos:

La elección de cuales equipos deben incluirse en las listas de chequeo depende de:

- El nivel de criticidad del equipo, ya que de esto puede surgir la necesidad de realizar inspecciones rutinarias para seguimiento del equipo.
- La necesidad de ejecutar actividades rutinarias intrínsecas al funcionamiento de la máquina.
- La necesidad de realizar cambio de repuestos (materiales consumibles) los cuales están sujetos a desgaste acelerado, es decir, que su vida útil es muy corta y se hace necesario su remplazo en periodos diarios, semanales o quincenales.

7.7.2 Hoja de Observaciones y/o Trabajos Generados.

Este documento se diseñó con la finalidad de complementar la ejecución de las listas de chequeo y mantener un registro de las observaciones que se encuentran durante el desarrollo de las actividades contempladas en dichas listas.

Cada lista de chequeo debe tener adjunto la hoja de observaciones y/o trabajos generados.

El diligenciamiento y registro de este formato constituye una fuente importante para la planificación y programación de los trabajos de mantenimiento que finalmente se plasman en las órdenes de trabajo, ya que la ejecución de las actividades de las listas de chequeo constantemente puede generar trabajos de mantenimiento que deben ser programados para realizar en tiempos libres de producción.

La programación de los trabajos de mantenimiento allí generados, depende del nivel de prioridad que se le haya dado en el momento de la evaluación del síntoma de falla, las cuales se clasifican según:

- **Prioridad Alta:** Son trabajos que deben programarse para realizar inmediatamente finalice la producción, ya que de no ejecutarse en ese momento pueden afectar la producción o la calidad del producto.
- **Prioridad Media:** Son los trabajos que cuentan con una pequeña flexibilidad para su ejecución, dan espacio para la consecución de repuestos o realizar la intervención técnica antes de pasar tres (3) días después de identificado el síntoma de falla.
- **Prioridad Baja:** Son aquellos trabajos que no afectan la función del equipo o que la identificación del síntoma de falla se hizo en su primera fase, es decir, una falla con progresividad lenta. También son aquellos trabajos de mejora, por tanto se pueden programar con suficiente tiempo.

7.7.3 Solicitud de Mantenimiento.

La solicitud de mantenimiento es el formato mediante el cual el departamento de producción y los demás departamentos de la empresa, solicitan los servicios de mantenimiento. Esto se hace a través de la interventoría, y es el interventor la persona encargada de diligenciar todas las solicitudes de mantenimiento y posteriormente es quien las remite al coordinador de mantenimiento del outsourcing para su programación y ejecución.

Figura 22. Formato Solicitud de Mantenimiento.

	SOLICITUD DE MANTENIMIENTO	CÓDIGO
		VERISÓN:
FECHA SOLICITUD: _____		N°: _____
EQUIPO: _____		
AREA: _____		
DESCRIPCIÓN: _____		
_____ INTERVENTOR		_____ COORD. DE MANTENIMIENTO ESSI

Fuente: Autor del Proyecto.

7.7.4 Gestión de Repuestos.

Dentro de las actividades de la gestión de los recursos para la ejecución del mantenimiento, la gestión de repuestos requiere de una planeación específica,

procesos definidos y una constante actualización del inventario que realizadas conjuntamente permiten optimizar la rotación de repuestos en almacén y los costos asociados al mantenimiento preventivo por repuestos utilizados.

Para la empresa Lácteos El Pomar s.a. se definieron las necesidades y se generó un listado de repuestos y la cantidad estimada, el cual se entregó al departamento de compras para la respectiva adquisición de los mismos, esto se realizó teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Vida útil
- Rotación
- Recomendaciones del fabricante

A continuación se presenta una lista de los repuestos mínimos necesarios a mantener en el stock.

Tabla 25. Listado de Repuestos.

SUB-EQUIPOS Y COMPONENTES	REPUESTO
Sistema de Tuberías	Empaques triclan de 1", 1".
Motores eléctricos y reductores.	Rodamientos 6205, 6004, 6207, 6309, 6204.
Homogeneizador APV y Crepaco.	Aceite Omalla 220
Cilindros Neumáticos	Kit de empaquetaduras Festo.
Unidades de Mantenimiento (Neumática)	Unidad REF LFR-D-MIDI-A.
Sistema mecánico de las Maquinas Empacadoras	Bujes: estiradores, cuadrados, mordazas, canastillas.
Filtros (Maquinas Empacadoras)	Filtro: Epa, de papel, microbiológico.
Homogeneizadores, Esterilizadores y	PT100 de ¼" x 5", de ¼" x 3".

SUB-EQUIPOS Y COMPONENTES	REPUESTO
Empacadoras.	
Sistemas de Vapor	Trampas Termodinámicas de ½" y de 1".
Todos	Oring de todos los diámetros-
Canastillas	Rodamientos 6001.
Homogenizador Soavi	Aceite Tellux 100
Homogeneizadores	Retenedores de Producto
Bombas de Agua Caliente	Sello grado alimenticio 7/8" resorte largo (carbón-acero)
Motores Eléctricos	Retenedores (25-32-4), (30-36-5),
Máquinas Empacadoras	Raspadores de peróxido
Motorreductor Bandas Transportadoras	Retenedores (57-12-7), (30-47-7), Rodamientos 30206 ^a
Empacadora Elecster	Rodamiento 61900 2Z en acero inoxidable
Sistemas de Desarrollo de Plásticos Empacadoras	Rodamientos 6201 2Z C3
Válvula CPM Elecster	Diafragma
Válvulas de Vapor	Kit de Mantenimiento
Empacadoras de Leche	Kit de Mantenimiento Aséptico
Empacadora de Leche	Lámparas Ultravioleta

Fuente: Autor del Proyecto.

Adquisición y solicitud de repuestos

Es necesario mantener un control sobre los repuestos que salen del almacén y el procedimiento que se debe seguir para realizar una solicitud de compra. Esto se definió así:

7.7.5 Orden de Trabajo.

La OT, orden de trabajo, es el corazón de la administración del mantenimiento, es el documento más importante y útil, ya que de ella dependen y también para ella trabajan varias personas de la organización. Es el documento clave en toda auditoría realizada al departamento de mantenimiento.

Es aquí donde se recopila la gran mayoría de la información necesaria para la ejecución de los trabajos, por ello se buscó realizar un buen diseño y una buena selección de los datos que allí se registran ya que éstos son decisivos para la ejecución del trabajo y para el seguimiento y control de la gestión del mantenimiento.

Diseño de la OT

El formato para la orden de trabajo se diseñó de tal manera que ésta entregara información suficiente al técnico para ejecutar el trabajo, y a la vez, que recogiera toda la información necesaria para seguimiento e indicadores de gestión. Cada uno de los datos plasmados en la OT tiene una finalidad específica.

La OT se encuentra compuesta por cuatro partes que se describen a continuación:

1. Primera Parte: Aquí se describe el nacimiento de la OT y se registra un consecutivo útil para la organización de la información. Es compuesta por:
 - N°OT
 - Origen
 - Fecha de Parada de Equipo
 - Hora de Parada de Equipo

2. Segunda Parte: Es el espacio exclusivo para la planificación del trabajo compuesta por:
 - Equipo
 - SubEquipo
 - Fecha de Emisión
 - Hora de Emisión
 - Prioridad
 - Trabajo a Ejecutar
 - Clase de Trabajo
 - Tipo de Mantenimiento
 - Repuestos
 - Tiempo Estimado de Ejecución


Esta información permite priorizar la ejecución de las OT, describir el trabajo que se debe realizar y llevar estadísticas para seguimiento y control del mantenimiento.

3. Tercera Parte: Espacio exclusivo para llenar después de la ejecución del trabajo, permite registrar las observaciones del estado del equipo y situación que se presentaron, así como también registrar la información necesaria para el cálculo del promedio de los tiempos técnicos de reparación útiles en los indicadores de mantenimiento. Está compuesta por:
 - Observaciones
 - Fecha de Ejecución
 - Hora inicio
 - Hora Fin
4. Cuarta Parte: Constituye la validación del trabajo realizado, allí deben firmar cada uno de los involucrados. Dichas firmas avalan el trabajo que se realizó y su puesta en marcha. Está compuesta por las firmas de:

- Los técnicos que ejecutaron el trabajo
- El supervisor de Mantenimiento: Da fe de que se siguió los procedimientos establecidos y que el trabajo se ejecutó en pro de la conservación del equipo.
- Supervisor de producción: Constancia de que se solicitaron los permisos necesarios para ejecutar el trabajo y que después de la intervención el equipo lo recibió en buen funcionamiento.
- Interventor: Consta que el trabajo se realizó siguiendo los procedimientos en pro de la conservación del equipo y en concordancia a lo descrito en el contrato de outsourcing.
- Coordinador de Mantenimiento: Aprobación de la ejecución del trabajo por parte del outsourcing.

Nota: Mediante las firmas mencionadas se realiza el cierre de la orden de trabajo.

Figura 24. Formato Orden de Trabajo.

	ORDEN DE TRABAJO		CÓDIGO:
			VERSION:
N° OT:	ORIGEN	FECHA DE PARADA DEL EQUIPO	
	Cronograma de Mto		
	Lista de Chequeo		
	Solicitud de Servicio N°	HORA DE PARADA DEL EQUIPO	
	Parada de Emergencia		
EQUIPO	CÓDIGO	FECHA EMISIÓN	PRIORIDAD
			ALTA
SUB-EQUIPO	CÓDIGO	HORA EMISIÓN	MEDIA
			BAJA
TRABAJO A EJECUTAR (ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO)		CLASE DE TRABAJO	
		Lubricación	
		Mecánico	
		Eléctrico	
		Instrumentación	
		TIPO DE MTO	
		Mto Preventivo	
		Mto Programado	
		Mto Emergente	
		Mto No Programado	
REPUESTOS			TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN
CTD	REF.		
OBSERVACIONES			FECHA DE EJECUCIÓN
			HORA INICIO
			HORA FIN
Técnico(s) Responsable		Supervisor de Mantenimiento	Interventor
		Supervisor de Producción	Coordinador de Mantenimiento

Fuente: Autor del Proyecto.

El formato se diseñó con la siguiente composición:

- Fecha
- Código Equipo
- Código SubEquipo
- Equipo
- SubEquipo
- Descripción de las Actividades
- Fuente: Indica de donde se originó la actividad
 - OTP: Orden de trabajo preventiva
 - OTC: Orden de trabajo correctiva
 - LC: Lista de Chequeo
 - SM: Solicitud de Mantenimiento
 - PE: Parada de Emergencia

- Actividades Pendientes:
- Materiales a Solicitar
- Hora de Ejecución
- Tiempo de Reparación o Parada
- Responsables

7.8 FLUJO DE LA INFORMACIÓN

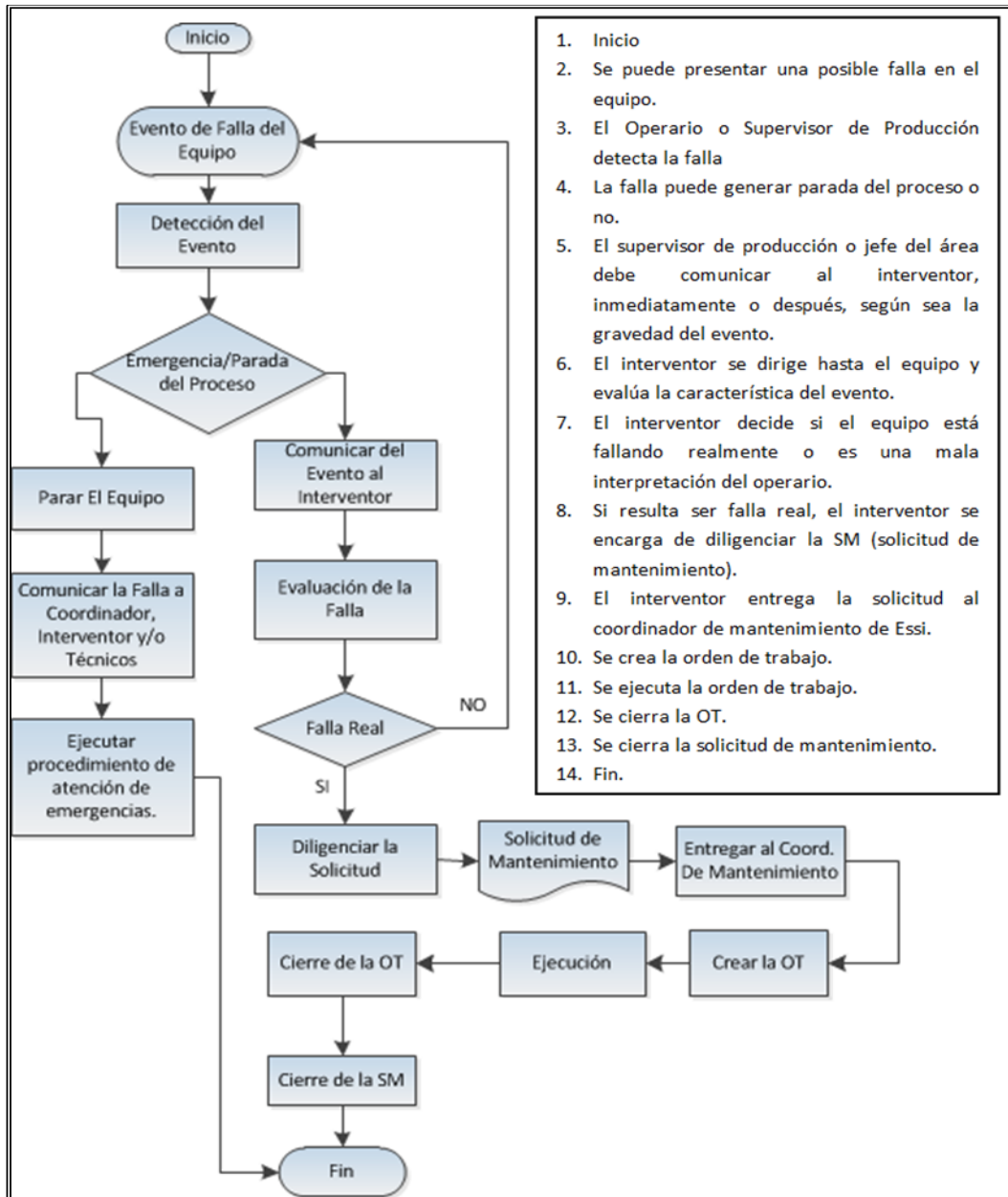
Este apartado es muy útil para la gestión del mantenimiento, aquí se describen los procedimientos que se deben seguir para la solicitud, planificación, ejecución de los trabajos y la información generada y recopilada en cada uno de los pasos seguidos.

A continuación explicamos en detalle e individualmente el recorrido de dicha información.

7.8.1 Solicitud de Mantenimiento.

El proceso que se sigue para realizar una solicitud de mantenimiento obedece a la secuencia descrita en la siguiente figura.

Figura 26. Flujoograma Solicitud de Mantenimiento.



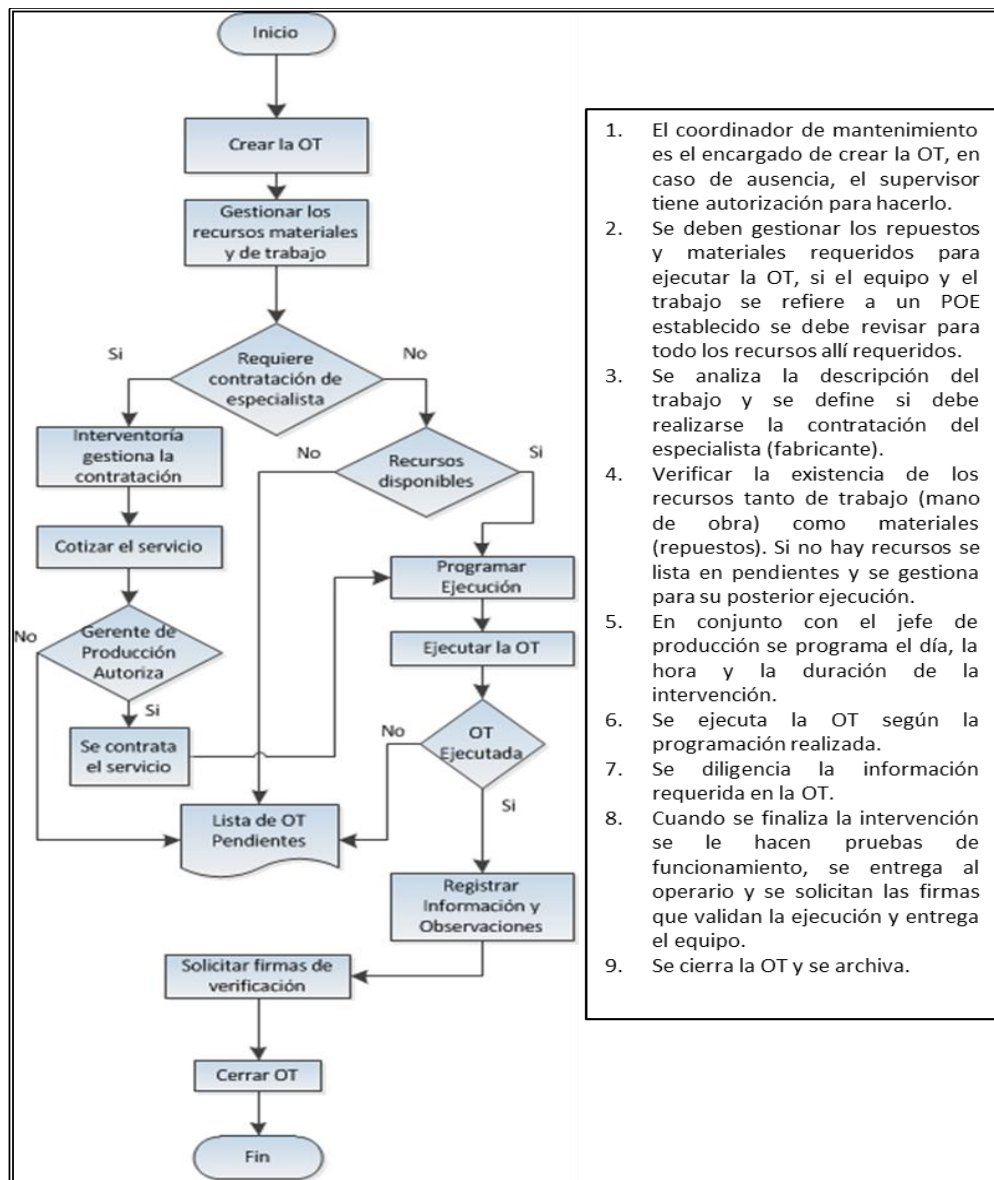
1. Inicio
2. Se puede presentar una posible falla en el equipo.
3. El Operario o Supervisor de Producción detecta la falla
4. La falla puede generar parada del proceso o no.
5. El supervisor de producción o jefe del área debe comunicar al interventor, inmediatamente o después, según sea la gravedad del evento.
6. El interventor se dirige hasta el equipo y evalúa la característica del evento.
7. El interventor decide si el equipo está fallando realmente o es una mala interpretación del operario.
8. Si resulta ser falla real, el interventor se encarga de diligenciar la SM (solicitud de mantenimiento).
9. El interventor entrega la solicitud al coordinador de mantenimiento de Essi.
10. Se crea la orden de trabajo.
11. Se ejecuta la orden de trabajo.
12. Se cierra la OT.
13. Se cierra la solicitud de mantenimiento.
14. Fin.

Fuente: Autor del Proyecto.

7.8.2 Flujograma de la OT

El procedimiento definido para la creación de una orden de trabajo, el recorrido que realiza antes de ejecutar y su tratamiento final para cerrarse, se describen en el siguiente diagrama de flujo.

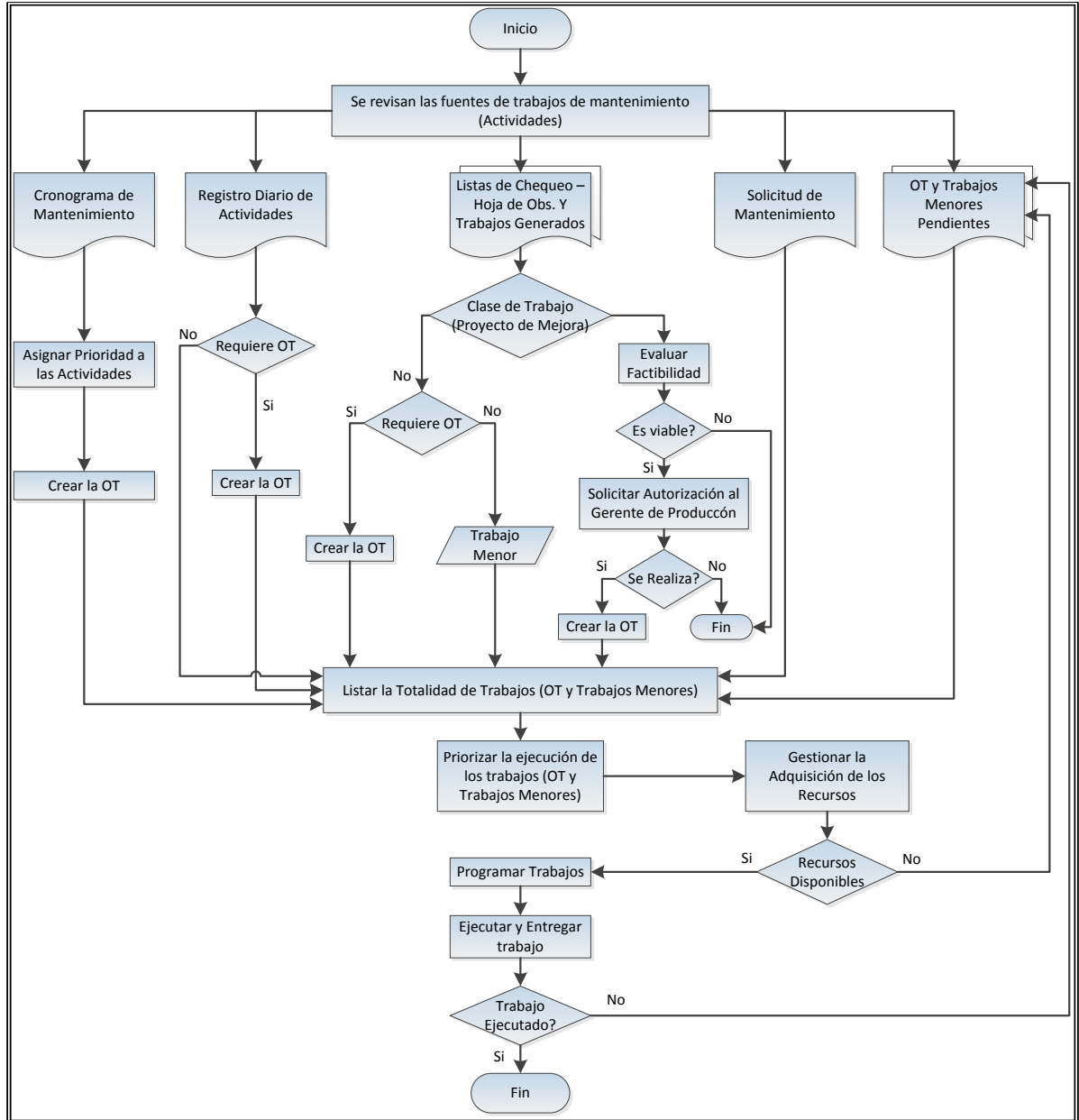
Figura 27. Flujograma OT.



Fuente: Autor del Proyecto.

7.8.3 Procedimiento de Programación.

Figura 28. Flujoograma Programación de Trabajos.

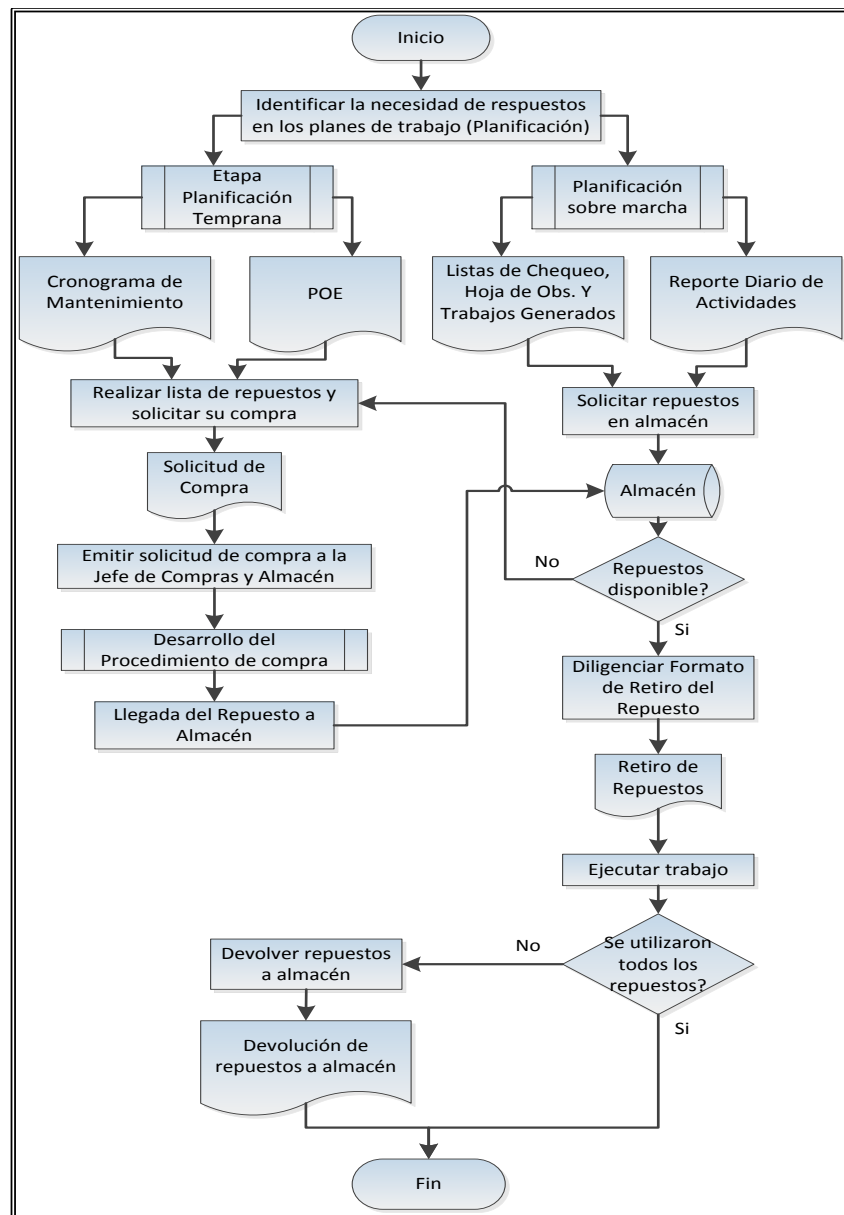


Fuente: Autor del Proyecto.

7.8.4 Solicitud de Repuestos.

La solicitud de repuestos consiste de dos subprocesos definidos, la solicitud de compra y la solicitud del repuesto en almacén. En el Flujograma siguiente se puede ver fases del procedimiento seguido en cada uno de estos subprocesos.

Figura 29. Flujograma Solicitud de Repuestos.



Fuente: Autor del Proyecto.

8. MEDICIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

¡Lo que no se mide no se controla y lo que no se controla no se puede mejorar!

Este es un principio clave y muy dicente en toda administración de una empresa y en si cualquier proyecto que se desarrolle. En el mantenimiento también se tienen estas condiciones, ya que para lograr conservar el estado y la función de los activos (equipos) de la empresa se realiza toda una administración de los recursos y una gestión que permite que las labores realizadas cumplan con los objetivos planteados.

Los indicadores son parámetros numéricos que nos permiten tener una idea global y también específica – según el indicador – del cumplimiento de los objetivos, metas y de qué también se está realizando el trabajo en cada uno de los roles del mantenimiento, pero para poder medir y comparar se debe tener una referencia, y es la comparación de la magnitud de los indicadores con el nivel de referencia la que nos permite tomar decisiones y actuar en pro del cumplimiento de los objetivos, mediante acciones correctivas o modificativas.

Sin embargo, no es suficiente con conocer las magnitudes de los indicadores, sino también establecer que factores son los que causan las desviaciones que se puedan detectar respecto a los niveles de referencia.

Hoy día toda empresa que quiera ser competitiva cuenta con una política de mejoramiento continuo y es aquí donde los indicadores, que son la base para la evaluación del rendimiento, juegan el papel más importante, pues como ya se mencionó, únicamente realizando la medición de nuestro trabajo es que podemos realizar un proceso de mejoramiento continuo.

8.1 INDICADORES DE CLASE MUNDIAL

Estos indicadores son aquellos estandarizados y utilizados a nivel mundial para el análisis de la gestión de los equipos presentes en una planta productiva, son esencialmente cuatro (4) que competen a la gestión de equipos y dos (2) para la gestión de costos que son:

1. TPEF: Tiempo promedio entre fallas
2. TPPR: Tiempo promedio para reparar
3. TPPF: Tiempo promedio para la falla
4. Disponibilidad de Equipos
5. Costo de Mantenimiento por Facturación
6. Costo de Mantenimiento por el valor de reposición

8.2 ÁREAS DE GESTIÓN.

Los indicadores para medir la gestión del mantenimiento se pueden clasificar en áreas de gestión según se describe a continuación.

8.2.1 Efectividad.

Los indicadores incluidos en esta área son aquellos que se encargan de medir la calidad de los trabajos y el grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento. Tales indicadores son: TPPF (Tiempo promedio para fallar), TPPR (Tiempo promedio para reparar), Disponibilidad, Utilización, Confiabilidad.

8.2.2 Rendimiento.

Los indicadores que miden el rendimiento de los equipos son muy utilizados en el control del mantenimiento ya que la fiabilidad de los mismos constituye un parámetro fundamental del mantenimiento.

Además de los indicadores de gestión de equipos incluidos en el estándar de clase mundial, se encuentran los siguientes⁶:

1. TPEP: Tiempo medio entre mantenimiento preventivos
2. TPMP: Tiempo promedio para intervenciones preventivas
3. TXFO: Tasa de falla observada
4. TXRP: Tasa de reparación
5. NCFM: No conformidad de mantenimiento
6. ALSM: Alivio de servicios de mantenimiento

8.2.3 Costos.

Puede no ser fácil establecer el nivel de gastos en el mantenimiento, es se debe a que los criterios de cada gerente generalmente pueden diferir de acuerdo a las estrategias que planteen, sin embargo existe un fin común que es el de mejorar el desempeño de los equipos y la organización del mantenimiento y por lo tanto los gastos deben ir acorde al cumplimiento de tal fin.

Existe una cantidad considerable de indicadores que se utilizan para medir los costos asociados al mantenimiento dentro de los cuales se encuentran los mencionados como indicadores de clase mundial.

⁶ Diploma Internacional Gestión de Mantenimiento. Pag.46

8.2.4 Mano de Obra.

Los indicadores que pertenecen a esta área representan una gran utilidad ya que generalmente son utilizados para establecer incentivos que motiven y sirvan de reconocimiento a la excelencia y la calidad de los trabajos. Los indicadores que aquí se definan deben estar siempre orientados al aprovechamiento de los recursos humanos, propiciar al personal seguridad y satisfacción en el desempeño de sus labores y finalmente conocer qué porcentaje del esfuerzo humano se puede estar dedicando al mantenimiento preventivo contra las intervenciones que realizan para solucionar fallas fortuitas en los equipos.

8.3 INDICADORES SELECCIONADOS.

Seleccionar los indicadores para realizar un seguimiento y control a los procesos de mantenimiento y rendimiento de los equipos, es una tarea que debe realizarse con mucha responsabilidad y una dirección estratégica.

Los objetivos de mantenimiento previamente definidos en los direccionamientos del proyecto fueron la base para la selección de los indicadores, debe ser así ya que lo que la finalidad de llevar un control mediante indicadores es conocer la desviación que se pueda estar presentando en el cumplimiento de los objetivos fijados y así poder tomar decisiones minimicen dichas desviaciones hasta ser nulas, desarrollando así un mejoramiento continuo de la gestión del mantenimiento y la productividad de la planta.

En la siguiente tabla se describen los indicadores que se definieron y su forma de cálculo.

Tabla 26. Indicadores de Mantenimiento

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FORMULA	META
Paradas de Emergencia por Mantenimiento	Mide la fracción (%) del total del tiempo programado para la producción en un periodo determinado, que se pierde por causas evitables por mantenimiento.	$PEM = \frac{TPP}{TTP} * 100$	< 5 %
Equilibrio MP-MC	Es una medida del equilibrio entre los trabajos preventivos realizados y los dedicados a la corrección de fallas.	$E = \frac{\text{Total MP}}{\text{Total (MP + MC)}} * 100$	75 %
Confiabilidad	Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un periodo determinado.	$C = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$	90 %
Disponibilidad	Es una función que permite estimar en forma global el porcentaje del tiempo total en que se puede esperar que un equipo este disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.	$D = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} * 100$	98 %
Mantenibilidad	Es la efectividad de restituir el equipo a las condiciones óptimas funcionamiento cuando el equipo se encuentra fuera de servicio por falla.	$MTTR = \frac{TFS}{N^{\circ}\text{Fallas}}$	-

Fuente: Autor del Proyecto.

En concordancia con lo planteado, en la siguiente tabla se muestran los objetivos de mantenimiento y el indicador mediante el cual es posible realizar el seguimiento correspondiente.

Tabla 27. Objetivos de Mantenimiento y su indicador.

N°	OBJETIVO DE MANTENIMIENTO	INDICADOR
2	Evitar paradas de proceso debidas a fallas repentinas en la maquinaria.	Paradas de Emergencia por Mantenimiento
5	Mejorar la proporción de Mantenimiento Preventivo vs Mantenimiento Correctivo.	Equilibrio MP-MC
8	Aumentar los TBF – Tiempos de Buen Funcionamiento – de los equipos	Confiabilidad
6	Garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos	Confiabilidad - Disponibilidad
1	Conservar la función de los equipos para la cual fueron diseñados	Equilibrio MP-MC - Confiabilidad

Fuente: Autor del Proyecto.

Finalmente se definió un indicador para manejo mancomunado entre outsourcing cliente, el cual es una medida de la fracción del costo total de producir un litro de leche durante un periodo determinado, debida a gastos de mantenimiento.

En la fórmula de cálculo:

A = Costo total del mantenimiento en el periodo definido.

B = Litros de leche producidos en el periodo definido.

Tabla 28. Indicador de Costos

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	FORMULA	META
Costo de Mantenimiento por litro de leche producido	Es una medida de la fracción del costo total de producir un litro de leche durante un periodo determinado, debida a gastos de mantenimiento.	$CMLP(\%) = \frac{A/B * 100}{CPLL}$	< 5 %

Fuente: Autor del Proyecto.

Definición de Acrónimos

- PEM: Parada de Emergencia por Mantenimiento.
- TPP: Tiempo de Parada de Producción.
- TTP: Tiempo Total de Producción.
- MP: Mantenimiento Preventivo.
- MC: Mantenimiento Correctivo.
- MTBF: Mean Time Between Failures (Tiempo promedio entre fallos).
- MTTR: Mean Time To Repair (Tiempo promedio para reparar).
- MTTF: Mean Time To Fail (Tiempo promedio para fallar).
- TFS: Tiempo Fuera de Servicio.
- CMLP: Costo de Mantenimiento por Litro Producido.
- CPLL: Costo de Producir Litro de Leche.

CONCLUSIONES

- Se diseñó el plan de mantenimiento preventivo para los equipos que procesan la leche en la línea de ultra-pasteurización, desde el recibo de la leche en la planta hasta su empaqueo aséptico.
- El mantenimiento Industrial es un mundo cambiante, debido a esto es necesario capacitarse continuamente para optimizar los procesos y desarrollar en las empresas herramientas que den confiabilidad al funcionamiento de los equipos.
- Se realizó un inventario completo de los equipos junto con la respectiva codificación e identificación en planta y caracterización con las fichas técnicas realizadas a cada uno de ellos.
- Se diseñaron los procedimientos operativos estandarizados para realizar de manera precisa y segura las intervenciones de mantenimiento, principalmente a los equipos críticos y medianamente críticos.
- Se jerarquizaron los equipos mediante un análisis de criticidad que estuvo basado en criterios específicos, especialmente diseñados y seleccionados para la planta de Lácteos El Pomar, y la lista jerarquizada de equipos se utilizó para propósitos de mantenimiento y se entregó a la gerencia general para focalizar proyectos de inversión a corto plazo.
- Se consolidó toda la información recopilada en el proyecto – Actividades de mantenimiento, cronograma anual, procedimientos específicos de

administración, ejecución y flujo de información, fichas técnicas, diagramas, manuales e inventario de equipos – y se organizó digital y físicamente.

- Se seleccionaron y diseñaron los indicadores precisos para medir y poder realizar seguimiento y control a la gestión de mantenimiento, formando la base para el mejoramiento continuo.
- La relación entre la universidad y la industria debe gestionarse y ser parte de lo cotidiano, ya que de esta manera el estudiante afianza y desarrolla los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional en pro del beneficio de la universidad, de la empresa y del futuro profesional de manera integral.

BIBLIOGRAFÍA

AMENDOLA, Luis. Modelos Mixtos de Confiabilidad

ARIAS, Laura. Productividad en el Mantenimiento de Industrias Manufactureras. Puebla (México), 2003. 79p. Tesis Profesional (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Universidad de las Américas Puebla. Escuela de Ingeniería.

CHAMOUN, Yamal. Administración Profesional de Proyectos La Guía. Mc Graw Hill. 258p.

DECRETO 6002 DE 2002, Ministerio de Salud. “Por el cual se promueve la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico Haccp en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación”. 2002. 10p.

DÍAZ, Alexander y ARDILA, Jorge. Plan de Mantenimiento Preventivo de la Empresa FRUTAS POTOSI LTDA. Bucaramanga, 2007. 223p. Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

ISO (The International Organisation for Standarzation). Norma ISO/DIS 14224. “Petroleum and gas natural industries – Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment”. 2006.

GARCÍA, Santiago. La Contratación del Mantenimiento. 2010.

GRAMSCH, Ernesto. Manual de la Gestión del Mantenimiento Industrial. Chile, Revisión D, Marzo 2008.

KNEZEVIC, Jezdimir. Mantenimiento. Isdefe c/Edison, 4. 28006 Madrid.

PACHECHO, María. Plan de Mantenimiento Preventivo para los Procesos de Trituración y Molienda de la Planta de Beneficio MARIA DAMA FRONTINO GOLD MINES. Bucaramanga, 2005. 232 p. Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

PALMER, Richard. Maintenance Planning and Scheduling Handbook, 2nd Edition

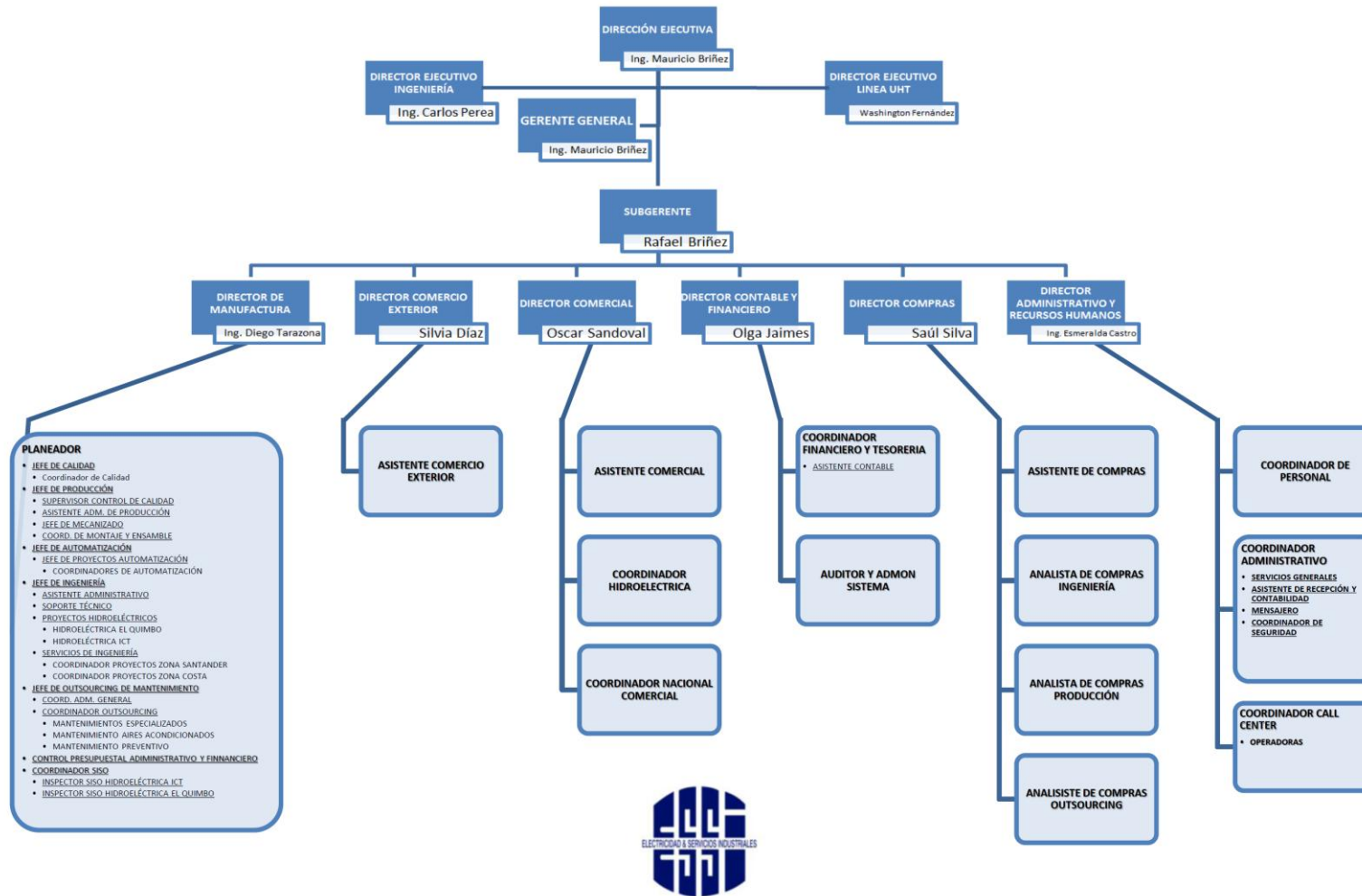
PMI GLOBAL ESTÁNDAR, GUÍA DEL PMBOK. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos. 4 ed. 393p.

NORZOK STANDARD. Norma Norsok Z-008. "Criticality analysis for maintenance purposes". Rev.2, Nov. 2001.

WOODHOUSE, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. The Woodhouse Partnership. 2000.

ANEXOS

Anexo A. Estructura Organizacional ESSI S.A.S.



Soluciones Eficientes

Anexo B. Inventario de Equipos

RECIBO DE LECHE

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	COMPONENTES	ÁREA
1	Electrobomba de Recibo N°1	Electrobomba de Recibo N°1	R0100	Válvulas mariposa - juntas sanitarias - Tornillería de Fijación.	Recibo de Leche
		Bomba Centrífuga	R0101		Recibo de Leche
		Motor Eléctrico	R0102		Recibo de Leche
2	Electrobomba de Recibo N°2	Electrobomba de Recibo N°2	R0200	Válvulas mariposa - juntas sanitarias - Tornillería de Fijación.	Recibo de Leche
		Bomba Centrífuga	R0201		Recibo de Leche
		Motor Eléctrico	R0202		Recibo de Leche
3	Tanque Pulmón	Tanque Pulmón	R0300	Válvulas mariposa - juntas sanitarias - Manhold Frontal - Tornillería de Fijación.	Recibo de Leche
		Motoreductor Agitador	R0301		Recibo de Leche
4	Filtro de Leche N°1	Filtro de Leche N°1	R0400	Válvulas mariposa - juntas sanitarias.	Recibo de Leche
5	Filtro de Leche N°2	Filtro de Leche N°2	R0500	Válvulas mariposa - juntas sanitarias.	Recibo de Leche
6	Electrobomba de Leche N°1	Electrobomba de Leche N°1	R0600	Válvulas mariposa - juntas sanitarias - Tornillería de Fijación.	Pasteurización
		Bomba Centrífuga	R0601		Pasteurización
		Motor Eléctrico	R0602		Pasteurización
7	Electrobomba de Leche N°2	Electrobomba de Leche N°2	R0700	Válvulas mariposa - juntas sanitarias - Tornillería de Fijación.	Pasteurización
		Bomba Centrífuga	R0701		Pasteurización
		Motor Eléctrico	R0702		Pasteurización
8	Centrífuga N°1	Centrífuga N°1	R0800	Acople Hidráulico - Válvulas Neumáticas - Juntas Sanitarias - Manómetros - Visor de Producto - Tornillería de Fijación.	Pasteurización
		Unidad de Clarificado	R0801		Pasteurización
		Motor Eléctrico Principal	R0802		Pasteurización
		Transmisión Mecánica	R0803		Pasteurización
		Bomba de Aceite	R0804		Pasteurización
9	Centrífuga N°2	Centrífuga N°2	R0900	Acople Hidráulico - Válvulas	Pasteurización

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	COMPONENTES	ÁREA
		Unidad de Clarificado	R0901	Neumáticas- Juntas Sanitarias - Manómetros - Visor de Producto - Tornillería de Fijación.	Pasteurización
		Motor Eléctrico Principal	R0902		Pasteurización
		Transmisión Mecánica	R0903		Pasteurización
		Bomba de Aceite	R0904		Pasteurización
10	Enfriador de Leche N°1	Enfriador de Leche N°1	R1000	Juntas Sanitarias - Tornillos de Ajuste - Bastidor - Termómetros.	Pasteurización
11	Enfriador de Leche N°2	Enfriador de Leche N°2	R1100	Juntas Sanitarias - Tornillos de Ajuste - Bastidor - Termómetros.	Pasteurización
12	Tanque N°5	Tanque N°5	R1200	Válvulas mariposa - man hold - accesorios de tubería - Termómetros.	Pasteurización
		Motoreductor Agitador	R1201		Pasteurización
13	Electrobomba Tk 5	Electrobomba Tk 5	R1300	Válvulas mariposa - juntas sanitarias - Tornillería de Fijación.	Pasteurización
		Bomba Centrífuga	R1301		Pasteurización
		Motor Eléctrico	R1302		Pasteurización
14	Silo N°1	Silo N°1	R1400	Válvulas mariposa - juntas sanitarias - Tornillería de Fijación - Techo Chino - Sensores de Nivel - Termómetros.	Recibo de Leche
		Tanque	R1401		Recibo de Leche
		Motoreductor Agitador	R1402		Recibo de Leche
15	Silo N°2	Silo N°2	R1500	Válvulas mariposa - juntas sanitarias - Tornillería de Fijación - Techo Chino - Sensores de Nivel - Termómetros.	Recibo de Leche
		Tanque	R1501		Recibo de Leche
		Motoreductor Agitador	R1502		Recibo de Leche
16	Silo N°3	Silo N°3	R1600	Válvulas mariposa - juntas sanitarias - Tornillería de Fijación - Techo Chino - Sensores de Nivel - Termómetros.	Recibo de Leche
		Tanque	R1601		Recibo de Leche
		Motoreductor Agitador	R1602		Recibo de Leche
17	Cip Recibo	Cip Recibo	R1700	Válvulas de bola - accesorios de tubería - Juntas Sanitarias - Tornillos de Fijación.	Recibo de Leche
		Bomba Soda y Ácido	R1701		Recibo de Leche
		Bomba de Agua N°1	R1702		Recibo de Leche
		Bomba de Agua N°2	R1703		Recibo de Leche
		Tolva Soda y Acido	R1704		Recibo de Leche

PASTEURIZACIÓN

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	COMPONENTES	ÁREA
1	Electrobomba Silos	Electrobomba Silos	P0100	Válvulas mariposa - juntas sanitarias - Tornillería de Fijación.	Recibo de Leche
		Bomba Centrífuga	P0101		Recibo de Leche
		Motor Eléctrico	P0102		Recibo de Leche
2	Filtro Pasteurización N°1	Filtro Pasteurización N°1	P0200	Válvulas mariposa - juntas sanitarias.	Recibo de Leche
3	Pasteurizador N°1	Pasteurizador N°1	P0300	Juntas Sanitarias - Válvulas Mariposa - Tornillería de Ajuste - Bastidor - Termómetros - Manómetros - Válvulas de Bola - Intercambiador de Calor Directo - Trampa de Condensados.	Pasteurización
		Tanque de Balance	P0301		Pasteurización
		Bomba de Producto	P0302		Pasteurización
		Filtro de Producto	P0303		Pasteurización
		Bomba de Agua Caliente	P0304		Pasteurización
		Intercambiador Agua Caliente	P0305		Pasteurización
		Trampa de Condensado	P0306		Pasteurización
4	Homogenizador N°1	Homogenizador N°1	P0400	Bomba de Aceite - Tanque de Aceite - Filtro de Aceite - Juntas Sanitarias.	Pasteurización
		Motor Eléctrico Principal	P0401		Pasteurización
		Transmisión Mecánica	P0402		Pasteurización
		Cabezal de Homogenización	P0403		Pasteurización
5	Filtro Pasteurización N°2	Filtro Pasteurización N°2	P0500	Válvulas mariposa - juntas sanitarias.	Pasteurización
6	Pasteurizador N°2	Pasteurizador N°2	P0600	Juntas Sanitarias - Válvulas Mariposa - Tornillería de Ajuste - Bastidor - Termómetros - Manómetros - Válvulas de Bola - Intercambiador de Calor Directo - Trampa de Condensados.	Pasteurización
		Tanque de Balance	P0601		Pasteurización
		Bomba de Producto	P0602		Pasteurización
		Filtro de Producto	P0603		Pasteurización
		Bomba de Agua Caliente	P0604		Pasteurización
		Intercambiador Agua Caliente	P0605		Pasteurización
		Trampa de Condensado	P0606		Pasteurización
7	Homogenizador N°2	Homogenizador N°2	R0700	Bomba de Aceite - Tanque de Aceite - Filtro de Aceite - Juntas Sanitarias.	Pasteurización
		Motor Eléctrico Principal	R0701		Pasteurización

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	COMPONENTES	ÁREA
		Transmisión Mecánica	R0702		Pasteurización
		Cabezal de Homogenización	R0703		Pasteurización
8	Tanque N°1	Tanque N°1	P0800	Válvulas mariposa - man hold - accesorios de tubería - Juntas Sanitarias - Tornillos de Fijación.	Pasteurización
		Motoreductor Agitador	P0801		Pasteurización
9	Tanque N°2	Tanque N°2	P0900	Válvulas mariposa - man hold - accesorios de tubería - Juntas Sanitarias - Tornillos de Fijación.	Pasteurización
		Motoreductor Agitador	P0901		Pasteurización
10	Tanque N°3	Tanque N°3	P1000	Válvulas mariposa - man hold - accesorios de tubería - Juntas Sanitarias - Tornillos de Fijación.	Pasteurización
		Motoreductor Agitador	P1001		Pasteurización
11	Tanque N°4	Tanque N°4	P1100	Válvulas mariposa - man hold - accesorios de tubería - Juntas Sanitarias - Tornillos de Fijación.	Pasteurización
		Motoreductor Agitador	P1101		Pasteurización
12	Tanque N°6	Tanque N°6	P1200	Válvulas mariposa - man hold - accesorios de tubería - Juntas Sanitarias - Tornillos de Fijación.	Pasteurización
		Motoreductor Agitador	P1201		Pasteurización
13	Tanque N°7	Tanque N°7	P1300	Válvulas mariposa - man hold - accesorios de tubería - Juntas Sanitarias - Tornillos de Fijación.	Pasteurización
		Motoreductor Agitador	P1301		Pasteurización
14	Tanque N°8	Tanque N°8	P1400	Válvulas mariposa - man hold - accesorios de tubería - Juntas Sanitarias - Tornillos de Fijación.	Pasteurización
		Motoreductor Agitador	P1401		Pasteurización
15	Tanque N°9	Tanque N°9	P1500	Válvulas mariposa - man hold - accesorios de tubería - Juntas Sanitarias - Tornillos de Fijación.	Pasteurización
		Motoreductor Agitador	P1501		Pasteurización

ULTRA-PASTEURIZACION (UHT)

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	COMPONENTES	ÁREA
1	Electrobomba P0	Electrobomba P0	U0100	Válvulas mariposa - juntas sanitarias - Tornillería de Fijación.	Pasteurización
		Bomba Centrífuga	U0101		Pasteurización
		Motor Eléctrico	U0102		Pasteurización
2	Esterilizador Elecster	Esterilizador Elecster	U0200	Valvula de Contrapresión - Juntas Sanitarias - Válvulas Mariposa - Válvulas de Producto - Indicadores de Luz - Ducto de Ventilación - Manómetros - Termómetros - Filtro de Producto - ElectroVálvulas de Control - Abrazaderas - Visores de Nivel - Visores de Paso - Extractores, Sensores de Temperatura y Presión, Sensor de Nivel Tk de Balance.	UHT
		Tanque de balance	U0201		UHT
		Bomba PI Elecster	U0202		UHT
		Bomba Agua Caliente	U0203		UHT
		Bomba de Vacío	U0204		UHT
		Cabina de Control	U0205		UHT
		CIP Elecster	U0206		UHT
		Intercambiador de Calor	U0207		UHT
		Sistema Neumático	U0208		UHT
Sistema de Vapor	U0209	UHT			
3	Homogenizador APV	Homogenizador APV	U0300	Bomba de Aceite - Tanque de Aceite - Filtro de Aceite - Juntas Sanitarias, Correas de Transmisión, Empaques de Producto, Valvulas de Seguridad.	UHT
		Motor Eléctrico Principal	U0301		UHT
		Transmisión Mecánica	U0302		UHT
		Cabezal de Homogenización	U0303		UHT
4	Esterilizador Finnah	Esterilizador Finnah	U0400	Valvula de Contrapresión - Juntas Sanitarias - Válvulas Mariposa - Válvulas de Producto - Indicadores de Luz - Manómetros - Termómetros - Filtro de Producto - ElectroVálvulas de Control - Abrazaderas - Visores de Nivel - Visores de Paso - Extractores, Sensores de Temperatura y Presión, Sensor de Nivel Tk de Balance.	UHT
		Tanque de balance	U0401		UHT
		Bomba PI Elecster	U0402		UHT
		Bomba Agua Caliente	U0403		UHT
		Bomba de Vacío	U0404		UHT
		Cabina de Control	U0405		UHT
Intercambiador de Calor	U0407	UHT			

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	COMPONENTES	ÁREA
		Sistema Neumático	U0408		UHT
		Sistema de Vapor	U0409		UHT
5	Homogenizador Soavi	Homogenizador Buanllir	U0500	Bomba de Aceite - Tanque de Aceite - Filtro de Aceite - Juntas Sanitarias, Correas de Transmisión, Empaques de Producto, Valvulas de Seguridad.	UHT
		Motor Eléctrico Principal	U0501		UHT
		Transmisión Mecánica	U0502		UHT
		Cabezal de Homogenización	U0503		UHT


EMPAQUE

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	COMPONENTES	ÁREA
1	Empacadora Elecster	Empacadora Elecster	E0100	Válvula de control - Juntas Sanitarias - Ductos de Aire Esteril - Luces Indicadoras - Estructura Metalica, Sensores, Filtros.	UHT
		Sistema Desarrollo	E0101		UHT
		Sistema Pre-Desarrollo	E0102		UHT
		Canastillas Secas	E0103		UHT
		Canastillas Húmedas	E0104		UHT
		Tablero Eléctrico	E0105		UHT
		Ventilador Iny. Aire Esteril	E0106		UHT
		Ventilador Ext. Aire Esteril	E0107		UHT
		Lamparas UV	E0108		UHT
		Sistema Neumático	E0109		UHT
2	Banda Elecster Boca A	Banda Elecster Boca A	E0200	Chumaceras - Banda de Transporte - Rodillos - Tornilleria de Ajuste.	UHT
		Motoreductor	E0201		UHT
3	Banda Elecster Boca B	Banda Elecster Boca B	E0300	Chumaceras - Banda de Transporte - Rodillos - Tornilleria de Ajuste.	UHT
		Motoreductor	E0301		UHT
4	Banda Común Elecster	Banda Común Elecster	E0400	Chumaceras - Banda de Transporte - Rodillos - Tornilleria de Ajuste.	UHT
		Motoreductor	E0401		UHT
5	Empacadora Buanllir	Empacadora Buanllir	E0500	Válvula de control - Juntas Sanitarias - Ductos de Aire Esteril - Luces Indicadoras - Estructura Metalica, Sensores, Filtros.	UHT
		Sistema Desarrollo	E0501		UHT
		Sistema Pre-Desarrollo	E0502		UHT
		Canastillas Secas	E0503		UHT
		Canastillas Húmedas	E0504		UHT
		Tablero Eléctrico	E0505		UHT
		Ventilador Iny. Aire Esteril	E0506		UHT
		Ventilador Ext. Aire Esteril	E0507		UHT



ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	COMPONENTES	ÁREA
		Lamparas UV	E0508		UHT
		Sistema Neumático	E0509		UHT
		Sistema de Vapor	E0510		UHT
6	Banda Común Buanllir	Banda Común Buanllir	E0600	Chumaceras - Banda de Transporte - Rodillos - Tornillería de Ajuste.	UHT
		Motoreductor	E0601		UHT
7	Cip Buanllir	Cip Buanllir	E0700	Unidad de Mantenimiento - Valvulas Neumáticas - Reguladora de Aire.	UHT
		Bomba Soda	E0701		UHT
		Bomba Ácido	E0702		UHT
		Tanque Cip Soda	E0703		UHT
		Tanque Cip Ácido	E0704		UHT
8	Fechador Elecster Boca A	Fechador Elecster Boca A	E0800	-	UHT
9	Fechador Elecster Boca B	Fechador Elecster Boca B	E0900	-	UHT

Anexo C. Ficha técnica de equipos

Formato ficha técnica de equipos

	Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9	CÓDIGO:	VERSIÓN
FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			
INFORMACION GENERAL		IMAGEN	
Cliente: Nombre: Código: Ubicación (Área): Proceso: Función Principal: Nivel de Criticidad: Descripción de Funcionamiento y operación:	LACTEOS EL POMAR S.A. 		
DATOS TÉCNICOS		ALIMENTACIÓN SERVICIOS INDUSTRIALES	
Capacidad: Fabricante: Serie: Modelo: Tipo: Fecha Instalación:	País: Velocidad Voltaje: Frecuencia: Potencia: Eficiencia:	Electricidad Vapor Aire Comprimido Agua Fría Agua Potable	
DATOS DEL FABRICANTE		CONDICIONES DE TRABAJO	
Nombre: Teléfonos: Correo Electrónico:		Severa: Moderada: Benigna:	
SUB-EQUIPOS		ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	REFERENCIA DE RESPUESTO
Ítem	Nombre	Código	
DESCRIPCION SUB-EQUIPOS			
MOTOR ELÉCTRICO		BOMBA	REDUCTOR
Código:	Potencia:	Código:	Código:
Modelo:	Amperaje:	Caudal:	Marca:
Marca:	Frecuencia:	Cabeza:	Relación:
Voltaje:	Protección:	Temperatura:	Aceite:
Rpm:	Rendimiento:	Presión:	Tipo:
COMPONENTES			
Ítem	Nombre	Código	ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO
REFERENCIA DE RESPUESTO			
CANTIDAD MIN EN STOCK			
Observaciones:			
Estrategias de Mantenimiento: OF - Operar equipo hasta la falla. PF - Realizar mantenimiento o cambio de repuesto a plazo fijo (Mantenimiento Preventivo Sistemático). SE - Realizar mantenimiento o cambio de repuesto segun su estado (Mantenimiento Preventivo por Condición).			

Ejemplo de ficha técnica de equipos

	Electricidad & Servicios Industriales NIT. 804.005.810-9		CÓDIGO:	VERSIÓN	
FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS					
INFORMACION GENERAL			IMAGEN		
Cliente:	LACTEOS EL POMAR S.A.				
Nombre:	Silo N°1				
Código:	RI400				
Ubicación (Área):	Recibo de Leche				
Proceso:	Recibo de Leche				
Función Principal:	Almacenar Leche				
Nivel de Criticidad:	Medianamente Crítico				
Descripción de Funcionamiento y operación:	Almacena la leche que ha sido recibida, clarificada y enfriada a 4°C. Mediante un motorreductor mantiene agitada la leche que se encuentra en su interior.				
DATOS TÉCNICOS			ALIMENTACIÓN SERVICIOS INDUSTRIALES		
Capacidad:	45000 litros	País:	Colombia		
Fabricante:	-	Velocidad:	3100 rpm		
Serie:	NA	Voltaje:	220-420 V		
Modelo:	-	Frecuencia:	60 Hz		
Tipo:	Alimenticio	Potencia:	1,7 Hp		
Fecha Instalación:	Aprox. 1995	Eficiencia:	-		
DATOS DEL FABRICANTE			CONDICIONES DE TRABAJO		
Nombre:	-		Severa:		
Teléfonos:	-		Moderada:		
Correo Electrónico:	-		Benigna:		
			x		
SUB-EQUIPOS			ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	REFERENCIA DE RESPUESTO	CANTIDAD MIN EN STOCK
Ítem	Nombre	Código			
1	Tanque	RI401	SE	-	0
2	Motorreductor Agitador	RI402	PF	Rod.6207	2
DESCRIPCION SUB-EQUIPOS					
MOTOR ELÉCTRICO			BOMBA		REDUCTOR
Código:	RI402	Potencia:	1,7 Hp	Código:	-
Modelo:	-	Amperaje:	3,8 - 1,9 A	Caudal:	-
Marca:	Sew	Frecuencia:	60 Hz	Cabeza:	-
Voltaje:	220-440 V	Protección:	IP 55	Temperatura:	-
Rpm:	3100 rpm	Rendimiento:	45%	Presión:	-
				Código:	RI402
				Marca:	Sew
				Relación:	01:20
				Aceite:	Mobilgear 680 [M]
				Tipo:	Parallel Helical Gear
COMPONENTES			ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO	REFERENCIA DE RESPUESTO	CANTIDAD MIN EN STOCK
Ítem	Nombre	Código			
1	Valvula mariposa	-	SE	DN 150, PN 10	1
2	Juntas sanitarias	-	SE	Ø 1.1/2"	1 Kit
3	Tomillería de Fijación	-	OF	M10	15
4	Techo Chino	-	OF	NA	0
5	Termómetros	-	OF	Conexión 1/8" Analogo	0
Observaciones: Es el Tanque con mayor capacidad de los tres silos existentes, su motorreductor es intercambiables con los demas motorreductores de los silos.					
Estrategias de Mantenimiento: OF - Operar equipo hasta la falla. PF - Realizar mantenimiento o cambio de repuesto a plazo fijo (Mantenimiento Preventivo Sistemático). SE - Realizar mantenimiento o cambio de repuesto segun su estado (Mantenimiento Preventivo por Condición).					

Anexo E. Indices de Criticidad Calculados

EQUIPO	CÓDIGO	CRITERIOS DE ANALISIS																								Indice de Criticidad
		1. Efecto en la continuidad operacional.				2. Tiempo para restaurar la producción.			3. Influencia de Falla en la Calidad del Producto		4. Frecuencia de Falla			5. Precisión de Funcionamiento			6. Riesgo a la Salud y Seguridad de las Personas			7. Nivel de Significación de los Aspectos Ambientales			8. Costo de Adquisición			
		5	3	2	1	5	3	1	5	1	3	2	1	3	2	1	5	4	1	3	2	1	3	2	1	
		Parada total	50 % Capacidad	25 % Capacidad	Nula	Extenso	Medio	Inmediato	Si Afecta	No Afecta	Deficiente	Buena	Excelente	Alta	Media	Baja	Extremo	Moderado	Leve	Alto	Moderado	Bajo	Alto	Mediano	Bajo	
Electrobomba de Recibo N°1	R0100		3				3			1			1			1			1			1		2		13
Electrobomba de Recibo N°2	R0200		3				3			1			1			1			1			1		2		13
Tanque Pulmón	R0300	5						1		1			1			1			1			1		2		13
Filtro de Leche N°1	R0400				1			1		1			1			2			1			1		1		9
Filtro de Leche N°2	R0500				1			1		1			1			2			1			1		1		9
Electrobomba de Leche N°1	R0600		3					1		1			2			2			1			1		2		13
Electrobomba de Leche N°2	R0700		3					1		1			2			2			1			1		2		13
Centrifuga N°1	R0800		3			5			5		3			3				4			2		3		28	
Centrifuga N°2	R0900		3			5			5		3			3				4			2		3		28	
Enfriador de Leche N°1	R1000		3					1	5			2			2			1			1		3		18	
Enfriador de Leche N°2	R1100		3					1	5			2			2			1			1		3		18	
Tanque N°5	R1200	5						1		1		2				1			1			1	3		15	
Electrobomba Tk 5	R1300	5						1		1	3					1			1			1	2		15	

EQUIPO	CÓDIGO	CRITERIOS DE ANALISIS																								Indice de Críticidad
		1. Efecto en la continuidad operacional.				2. Tiempo para restaurar la producción.			3. Influencia de Falla en la Calidad del Producto		4. Frecuencia de Falla			5. Precisión de Funcionamiento			6. Riesgo a la Salud y Seguridad de las Personas			7. Nivel de Significación de los Aspectos Ambientales			8. Costo de Adquisición			
		5	3	2	1	5	3	1	5	1	3	2	1	3	2	1	5	4	1	3	2	1	3	2	1	
		Parada total	50 % Capacidad	25 % Capacidad	Nula	Extenso	Medio	Inmediato	Si Afecta	No Afecta	Deficiente	Buena	Excelente	Alta	Media	Baja	Extremo	Moderado	Leve	Alto	Moderado	Bajo	Alto	Mediano	Bajo	
Silo N°1	R1400			2			3			1		2			1			1			1	3			14	
Silo N°2	R1500			2			3			1		2			1			1			1	3			14	
Silo N°3	R1600			2			3			1		2			1			1			1	3			14	
Cip Recibo	R1700				1			1	5			2			2		5				2		2		20	
Electrobomba Silos	P0100	5					3			1		2			2			1			1		2		17	
Filtro Pasteurización N°1	P0200				1			1		1			1		2			1			1		1		9	
Pasteurizador N°1	P0300		3			5			5		3			3			5			3			3		30	
Homogenizador N°1	P0400		3			5			5		3			3			5			3			3		30	
Filtro Pasteurización N°2	P0500				1			1		1			1		2			1			1		1		9	
Pasteurizador N°2	P0600		3			5			5		3			3			5			3			3		30	
Homogenizador N°2	P0700		3			5			5		3			3			5			3			3		30	
Tanque N°1	P0800				1		3			1		2			1			1			1	3			13	
Tanque N°2	P0900				1		3			1		2			1			1			1	3			13	
Tanque N°3	P1000				1		3			1		2			1			1			1	3			13	
Tanque N°4	P1100				1		3			1		2			1			1			1	3			13	
Tanque N°6	P1200				1		3			1		2			1			1			1	3			13	
Tanque N°7	P1300				1		3			1		2			1			1			1	3			13	
Tanque N°8	P1400				1		3			1		2			1			1			1	3			13	
Tanque N°9	P1500				1		3			1		2			1			1			1	3			13	

EQUIPO	CÓDIGO	CRITERIOS DE ANALISIS																								Indice de Críticidad	
		1. Efecto en la continuidad operacional.				2. Tiempo para restaurar la producción.			3. Influencia de Falla en la Calidad del Producto		4. Frecuencia de Falla			5. Precisión de Funcionamiento			6. Riesgo a la Salud y Seguridad de las Personas			7. Nivel de Significación de los Aspectos Ambientales			8. Costo de Adquisición				
		5	3	2	1	5	3	1	5	1	3	2	1	3	2	1	5	4	1	3	2	1	3	2	1		
		Parada total	50 % Capacidad	25 % Capacidad	Nula	Extenso	Medio	Inmediato	Si Afecta	No Afecta	Deficiente	Buena	Excelente	Alta	Media	Baja	Extremo	Moderado	Leve	Alto	Moderado	Bajo	Alto	Mediano	Bajo		
Electrobomba P0	U0100	5					3			1			2					1			1			2		17	
Esterilizador Elecster	U0200		3				5			5			3			3			5			3			3		30
Homogenizador APV	U0300		3				5			5			3			3			5			3			3		30
Esterilizador Finnah	U0400		3				5			5			3			3			5			3			3		30
Homogenizador Soavi	U0500		3				5			5			3			3			5			3			3		30
Empacadora Elecster	E0100		3				5			5			3			3				4		3			3		29
Banda Elecster Boca A	E0200		3				3				1			1		2				1			1		2		14
Banda Elecster Boca B	E0300		3				3				1			1		2				1			1		2		14
Banda Común Elecster	E0400	5					3				1			1		2				1			1		2		16
Empacadora Buanllir	E0500		3				5			5			3			3				4		3			3		29
Banda Común Buanllir	E0600	5					3				1			1		2				1			1		2		16
Cip Buanllir	E0700	5					3			5			2			2				4			2		2		25
Fechador Elecster Boca A	E0800		3				3				1	3				2				1			1		2		16
Fechador Elecster Boca B	E0900		3				3				1	3				2				1			1		2		16

Anexo F. Lista jerarquizada de equipos

EQUIPO	CÓDIGO	INDICE DE CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
Pasteurizador N°1	P0300	30	CRÍTICO
Homogenizador N°1	P0400	30	
Pasteurizador N°2	P0600	30	
Homogenizador N°2	P0700	30	
Esterilizador Elecster	U0200	30	
Homogenizador APV	U0300	30	
Esterilizador Finnah	U0400	30	
Homogenizador Soavi	U0500	30	
Empacadora Elecster	E0100	29	
Empacadora Buanllir	E0500	29	
Centrifuga N°1	R0800	28	
Centrifuga N°2	R0900	28	
Cip Buanllir	E0700	25	
Cip Recibo	RI700	20	
Enfriador de Leche N°1	RI1000	18	
Enfriador de Leche N°2	RI100	18	
Electrobomba Silos	P0100	17	
Electrobomba P0	U0100	17	
Banda Común Elecster	E0400	16	
Banda Común Buanllir	E0600	16	
Fechador Elecster Boca A	E0800	16	
Fechador Elecster Boca B	E0900	16	
Tanque N°5	RI200	15	
Electrobomba Tk 5	RI300	15	
Silo N°1	RI400	14	
Silo N°2	RI500	14	
Silo N°3	RI600	14	
Banda Elecster Boca A	E0200	14	
Banda Elecster Boca B	E0300	14	
Electrobomba de Recibo N°1	R0100	13	
Electrobomba de Recibo N°2	R0200	13	
Tanque Pulmón	R0300	13	
Electrobomba de Leche N°1	R0600	13	
Electrobomba de Leche N°2	R0700	13	
Tanque N°1	P0800	13	
Tanque N°2	P0900	13	
Tanque N°3	P1000	13	

EQUIPO	CÓDIGO	INDICE DE CRITICIDAD	NIVEL DE CRITICIDAD
Tanque N°4	P1100	13	
Tanque N°6	P1200	13	
Tanque N°7	P1300	13	
Tanque N°8	P1400	13	
Tanque N°9	P1500	13	
Filtro de Leche N°1	R0400	9	NO CRÍTICO
Filtro de Leche N°2	R0500	9	
Filtro Pasteurización N°1	P0200	9	
Filtro Pasteurización N°2	P0500	9	

Anexo G. Cronograma de Mantenimiento

RECIBO DE LECHE

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
1	Electrobomba de Recibo N°1	Electrobomba de Recibo N°1	R0100	Mantenimiento Preventivo General	7							x							
		Bomba Centrífuga	R0101	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Realizar limpieza del cuerpo de la bomba (interna y externa)	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Motor Eléctrico	R0102	Análisis de ruidos y vibraciones, con estetoscopio u otros elementos. Revision del consumo de corriente	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Limpiar la carcasa del motor	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir aislamiento entre bobinas	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir Resistencia de aislamiento	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cambiar Rodamientos	7												x						
2	Electrobomba de Recibo N°2	Electrobomba de Recibo N°2	R0200	Mantenimiento preventivo general	7							x							
		Bomba Centrífuga	R0201	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Realizar limpieza del cuerpo de la bomba (interna y externa)	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Motor Eléctrico	R0202	Análisis de ruidos y vibraciones, con estetoscopio u otros elementos. Revision del consumo de corriente	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verificar que no existe vibración excesiva	2			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
				Limpiar la carcaza del motor	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir aislamiento entre bobinas	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir Resistencia de aislamiento	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Cambiar Rodamientos	7							x					
3	Tanque Pulmón	Tanque Pulmón	R0300	Revisar estado fisico	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Mantenimiento preventivo general	7							x					
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	Filtro de Leche N°1	Filtro de Leche N°1	R0400	Realizar limpieza y revisar estado fisico	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Realizar cambio del filtro	6	x						x					
5	Filtro de Leche N°2	Filtro de Leche N°2	R0500	Realizar limpieza y revisar estado fisico	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Realizar cambio del filtro	6	x						x					
6	Electrobomba de Leche N°1	Electrobomba de Leche N°1	R0600	Mantenimiento Preventivo General	7							x					
				Revisar accesorios por fugas y/o cambio	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Realizar limpieza del cuerpo de la bomba (interna y externa)	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Análisis de ruidos y vibraciones, con estetoscopio u otros elementos. Revision del consumo de corriente	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Limpiar la carcaza del motor	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir aislamiento entre bobinas	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir Resistencia de aislamiento	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
				Cambiar Rodamientos	7							x							
7	Electrobomba de Leche N°2	Electrobomba de Leche N°2	R0700	Mantenimiento Preventivo General	7							x							
		Bomba Centrífuga	R0701	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Realizar limpieza del cuerpo de la bomba (interna y externa)	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Motor Eléctrico	R0702	Análisis de ruidos y vibraciones, con estetoscopio u otros elementos. Revisión del consumo de corriente	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Limpiar la carcasa del motor	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir aislamiento entre bobinas	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir Resistencia de aislamiento	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cambiar Rodamientos	7									x									
8	Centrífuga N°1	Centrífuga N°1	R0800	Mantenimiento Preventivo General	7									x					
		Unidad de Clarificado	R0801	Realizar lavado y limpieza general	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Motor Eléctrico Principal	R0802	Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Verificar que no existe vibración excesiva	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Transmisión Mecánica	R0803	Mantenimiento Preventivo General	7										x				
		Bomba de Aceite	R0804	Verificar Presión de aceite y fugas	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
9	Centrífuga N°2	Centrífuga N°2	R0900	Mantenimiento Preventivo General	7									x					
		Unidad de Clarificado	R0901	Realizar lavado y limpieza general	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Motor Eléctrico Principal	R0902	Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
				Verificar que no existe vibración excesiva	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Transmisión Mecánica	R0903	Mantenimiento Preventivo General	7												
		Bomba de Aceite	R0904	Verificar Presión de aceite y fugas	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	Enfriador de Leche N°1	Enfriador de Leche N°1	R1000	Mantenimiento preventivo general	7												x
				Revisión de fugas de producto	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Mantenimiento y/o cambio de empaques - Limpieza del intercambiador	7												x
11	Enfriador de Leche N°2	Enfriador de Leche N°2	R1100	Mantenimiento preventivo general	7												x
				Revisión de fugas de producto	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Mantenimiento y/o cambio de empaques - Limpieza del intercambiador	7												x
12	Tanque N°5	Tanque N°5	R1200	Revisar estado físico	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Mantenimiento preventivo general	7							x					
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Motoreductor Agitador	R1201	Inspeccionar equipo por ruidos extraños	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	Electrobomba Tk 5	Electrobomba Tk 5	R1300	Mantenimiento preventivo general	6	x						x					
		Bomba Centrífuga	R1301	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Realizar limpieza del cuerpo de la bomba (interna y externa)	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Motor Eléctrico	R1302	Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	Silo N°1	Silo N°1	R1400	Mantenimiento preventivo general	7							x					
		Tanque	R1401	Revisar estado físico	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
		Motoreductor Agitador	R1402	Mantenimiento preventivo general	7							x								
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	Silo N°2	Silo N°2	R1500	Mantenimiento preventivo general	7							x								
		Tanque	R1501	Revisar estado físico	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Motoreductor Agitador	R1502	Mantenimiento preventivo general	7									x						
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		16	Silo N°3	Silo N°3	R1600	Mantenimiento preventivo general	7							x						
				Tanque	R1601	Revisar estado físico	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Motoreductor Agitador	R1602	Mantenimiento preventivo general	7									x				
Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	3					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Inspeccionar equipo por ruidos extraños	3					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verificar que no existe vibración excesiva	3					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verificar y/o corregir fugas de aceite	2					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	Cip Recibo			Cip Recibo	R1700	Mantenimiento preventivo general	6		x						x					
				Bomba Soda y Ácido	R1701	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Bomba de Agua N°1	R1702	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Bomba de Agua N°2	R1703	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Tolva Soda y Acido	R1704	Revisar fugas de vapor y estado físico	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

PASTEURIZACION

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
1	Electrobomba Silos	Electrobomba Silos	P0100	Mantenimiento preventivo general	6	x						x								
		Bomba Centrífuga	P0101	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
				Realizar limpieza del cuerpo de la bomba (interna y externa)	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Motor Eléctrico	P0102	Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Filtro Pasteurización N°1	Filtro Pasteurización N°1	P0200	Realizar limpieza y revisar estado físico	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
		Realizar cambio del filtro		6	x							x								
3	Pasteurizador N°1	Pasteurizador N°1	P0300	Mantenimiento preventivo general	7		x													
				Revisión de fugas de producto	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Tanque de Balance	P0301	Verificar estado y funcionamiento de control	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Bomba de Producto	P0302	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Realizar limpieza del cuerpo de la bomba (interna y externa)	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Filtro de Producto	P0303	Realizar limpieza y revisar estado físico	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Bomba de Agua Caliente	P0304	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Intercambiador Agua Caliente	P0305	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Trampa de Condensado	P0306	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
4	Homogenizador N°1	Homogenizador N°1	P0400	Mantenimiento preventivo general	7		x													
		Motor Eléctrico Principal	P0401	Análisis de ruidos y vibraciones, con estetoscopio u otros elementos. Revisión del consumo de corriente	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
				Medir aislamiento entre bobinas	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Medir Resistencia de aislamiento	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
		Transmisión Mecánica	P0402	Revisar posibles fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Cabezal de Homogenización	P0403	Inspeccionar o cambiar retenedores de producto	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Revisar posibles fugas y verificar presión de funcionamiento	1			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
5	Filtro Pasteurización N°2	Filtro Pasteurización N°2	P0500	Realizar limpieza y revisar estado físico	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
				Realizar cambio del filtro	6			x								x			
6	Pasteurizador N°2	Pasteurizador N°2	P0600	Mantenimiento preventivo general	7			x											
				Revisión de fugas de producto	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Tanque de Balance	P0601	Verificar estado y funcionamiento de control	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Bomba de Producto	P0602	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Realizar limpieza del cuerpo de la bomba (interna y externa)	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Filtro de Producto	P0603	Realizar limpieza y revisar estado físico	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Bomba de Agua Caliente	P0604	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Intercambiador Agua Caliente	P0605	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trampa de Condensado	P0606	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
7	Homogenizador N°2	Homogenizador N°2	R0700	Mantenimiento preventivo general	7			x											
		Motor Eléctrico Principal	R0701	Análisis de ruidos y vibraciones, con estetoscopio u otros elementos. Revisión del consumo de corriente	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir aislamiento entre bobinas	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir Resistencia de aislamiento	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Transmisión Mecánica	R0702	Revisar posibles fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Cabezal de Homogenización	R0703	Inspeccionar o cambiar retenedores de producto	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Revisar posibles fugas y verificar presión de funcionamiento	1			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
8	Tanque N°1	Tanque N°1	R0800	Revisar estado físico	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Motoreductor Agitador	R0801	Mantenimiento preventivo general	7				x										
Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	3			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
				Verificar que no existe vibración excesiva	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	Tanque N°2	Tanque N°2	R0900	Revisar estado físico	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
		Motoreductor Agitador	R0901	Mantenimiento preventivo general	7				x											
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
10	Tanque N°3	Tanque N°3	R1000	Revisar estado físico	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
		Motoreductor Agitador	R1001	Mantenimiento preventivo general	7				x											
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
11	Tanque N°4	Tanque N°4	R1100	Revisar estado físico	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
		Motoreductor Agitador	R1101	Mantenimiento preventivo general	7				x											
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
12	Tanque N°6	Tanque N°6	R1200	Revisar estado físico	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
		Motoreductor Agitador	R1201	Mantenimiento preventivo general	7					x										
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre			
13	Tanque N°7	Tanque N°7	R1300	Revisar estado físico	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
		Motoreductor Agitador	R1301	Mantenimiento preventivo general	7					x										
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	Tanque N°8	Tanque N°8	R1400	Revisar estado físico	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
		Motoreductor Agitador	R1401	Mantenimiento preventivo general	7					x										
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	Tanque N°9	Tanque N°9	R1500	Revisar estado físico	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
		Motoreductor Agitador	R1501	Mantenimiento preventivo general	7					x										
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

ULTRA-PASTEURIZACION (UHT)

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
1	Electrobomba P0	Electrobomba P0	U0100	Mantenimiento preventivo general	6						x						x		
		Bomba Centrifuga	U0101	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Realizar limpieza del cuerpo de la bomba (interna y externa)	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Motor Eléctrico	U0102	Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Inspeccionar equipo por ruidos extraños	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Esterilizador Elecster	Esterilizador Elecster	U0200	Mantenimiento preventivo general	6						x						x		
		Tanque de balance	U0201	Revisar funcionamiento del control de nivel	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Bomba P1 Elecster	U0202	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Análisis de ruidos y vibraciones, con estetoscopio u otros elementos. Revision del consumo de corriente	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir Resistencia de aislamiento	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Bomba Agua Caliente	U0203	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Análisis de ruidos y vibraciones.	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Bomba de Vacío	U0204	Mantenimiento preventivo general	6						x							x	
		Cabina de Control	U0205	Revisar funcionamiento del sistema de ventilación	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar parametros de funcionamiento	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		CIP Elecster	U0206	Realizar mantenimiento preventivo	6							x							x
				Verificar parametros de funcionamiento	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Revisar por fugas	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Intercambiador de Calor	U0207	Realizar mantenimiento preventivo	5			x				x			x				x
Sistema	U0208	Verificar parametros de funcionamiento	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Ocrubre	Noviembre	Diciembre			
		Neumático		Inspeccionar estado de mangueras y/o realizar cambio	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
				Realizar mantenimiento al rack de válvulas	6							x							x	
		Sistema de Vapor	U0209	Realizar calibración de valvulas de control	7							x								
				Verificar parametros de funcionamiento	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar sistema por fugas	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Homogenizador APV	Homogenizador APV	U0300	Mantenimiento preventivo general	7							x								
		Motor Eléctrico Principal	U0301	Análisis de ruidos y vibraciones, con estetoscopio u otros elementos. Revision del consumo de corriente	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir aislamiento entre bobinas	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir Resistencia de aislamiento	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Transmisión Mecánica	U0302	Revisar posibles fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Cabezal de Homogenización	U0303	Inspeccionar o cambiar retenedores de producto	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Revisar posibles fugas y verificar presión de funcionamiento	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	Esterilizador Finnah	Esterilizador Finnah	U0400	Mantenimiento preventivo general	6	x						x								
		Tanque de balance	U0401	Revisar funcionamiento del control de nivel	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
		Bomba PI Elecster	U0402	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Análisis de ruidos y vibraciones, con estetoscopio u otros elementos. Revision del consumo de corriente	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir Resistencia de aislamiento	3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Bomba Agua Caliente	U0403	Revisar accesorios por fugas y/o cambio	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Análisis de ruidos y vibraciones.	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bomba de Vacío	U0404	Mantenimiento preventivo general	6		x							x								

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Ocrubre	Noviembre	Diciembre			
		Cabina de Control	U0405	Revisar funcionamiento del sistema de ventilación	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
				Verificar parametros de funcionamiento	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Intercambiador de Calor	U0407	Realizar mantenimiento preventivo	5		x			x				x				x		
		Sistema Neumático	U0408	Verificar parametros de funcionamiento	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Inspeccionar estado de mangueras y/o realizar cambio	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Realizar mantenimiento al rack de válvulas	6		x									x				
		Sistema de Vapor	U0409	Realizar calibración de valvulas de control	7										x					
				Verificar parametros de funcionamiento	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar sistema por fugas	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		5	Homogenizador Soavi	Homogenizador Buanllir	U0500	Mantenimiento preventivo general	7								x					
Motor Eléctrico Principal	U0501			Análisis de ruidos y vibraciones, con estetoscopio u otros elementos. Revision del consumo de corriente	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Medir aislamiento entre bobinas	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Medir Resistencia de aislamiento	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Transmisión Mecánica	U0502			Revisar posibles fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Cabezal de Homogenización	U0503			Inspeccionar o cambiar retenedores de producto	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		Revisar posibles fugas y verificar presión de funcionamiento	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		



EMPAQUE

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
1	Empacadora Elecster	Empacadora Elecster	E0100	Realizar MP General	6				x						x				
			E0100	Realizar Mantenimiento Aseptico	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Sistema Desarrollo	E0101	INFORMACIÓN PROTEGIDA POR CONFIDENCIALIDAD													
				Sistema Pre-Desarrollo	E0102														
				Canastillas Secas	E0103														
				Canastillas Húmedas	E0104														
				Tablero Eléctrico	E0105														
				Ventilador Iny. Aire Esteril	E0106														
				Ventilador Ext. Aire Esteril	E0107														
				Lamparas UV	E0108														
				Sistema Neumático	E0109														
2	Banda Elecster Boca A	Banda Elecster Boca A	E0200	Mantenimiento Preventivo General	7				x						x				
				Realiza inspección de eslabones de la banda	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Realizar limpieza y ajuste	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Motoreductor	E0201	Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Banda Elecster Boca B	Banda Elecster Boca B	E0300	Mantenimiento Preventivo General	7				x						x				
				Realiza inspección de eslabones de la banda	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Realizar limpieza y ajuste	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Motoreductor	E0301	Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Verificar que no existe vibración excesiva	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
4	Banda	Banda Común Elecster	E0400	Mantenimiento Preventivo General	7				x						x				

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre		
	Común Elecster			Realiza inspección de eslabones de la banda	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
				Realizar limpieza y ajuste	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Motoreductor	E0401	Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			Verificar que no existe vibración excesiva	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Empacadora Buanllir	Empacadora Buanllir	E0500	Realizar MP General	6					x							x		
				Realizar Mantenimiento Aseptico	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Sistema Desarrollo	E0501	INFORMACIÓN PROTEGIDA POR CONFIDENCIALIDAD															
		Sistema Pre-Desarrollo	E0502																
		Canastillas Secas	E0503																
		Canastillas Húmedas	E0504																
		Tablero Eléctrico	E0505																
		Ventilador Iny. Aire Esteril	E0506																
		Ventilador Ext. Aire Esteril	E0507																
		Lamparas UV	E0508																
		Sistema Neumático	E0509																
		Sistema de Vapor	E0510																
6	Banda Común Buanllir	Banda Común Buanllir	E0600	Mantenimiento Preventivo General	7					x							x		
				Realiza inspección de eslabones de la banda	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Realizar limpieza y ajuste	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Motoreductor	E0601	Verificar funcionamiento del ventilador y estado del mismo	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar que no existe vibración excesiva	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Verificar y/o corregir fugas de aceite	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
7	Cip Buanllir	Cip Buanllir	E0700	Mantenimiento Preventivo General	6					x							x		
		Bomba Soda	E0701	Verificar presión de aire y funcionamiento general	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				Verificar estado de los diafragmas y racores	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

ITEM	EQUIPO	SUB-EQUIPOS	CODIGO	ACIVIDADES DE MANTENIMIENTO	F/CIA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Bomba Ácido	E0702	Verificar presión de aire y funcionamiento general	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
				Verificar estado de los diafragmas y racores	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Tanque Cip Soda	E0703	Verificar estado físico	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		Tanque Cip Ácido	E0704	Verificar estado físico	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	Fechador Elecster Boca A	Fechador Elecster Boca A	E0800	Mantenimiento Preventivo General	5	x			x			x			x		
9	Fechador Elecster Boca B	Fechador Elecster Boca B	E0900	Mantenimiento Preventivo General	5	x			x			x			x		

Anexo H. Ejemplo POE (Pasteurizador No. 2)

	Electricidad & Servicios Industriales	CÓDIGO:
	NIT. 804.005.810-9	VERSIÓN
	POE N° 034	
EQUIPO:	PASTEURIZADOR N°2	
PROCEDIMIENTO:	DESARME Y CAMBIO DE EMPAQUES	
PROCESO:	UHT	
TIEMPO ESTIPULADO	48 HORAS	
CONSUMIBLES	REPUESTOS MINIMOS	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS
Si los empaques no son originales tener 50 Loctite	Tener como minimo 150 Empaques negros	2 Llaves de tubo de 24"
Discos de scotch brite para la limpieza del pegamento, minimo 5Und	Tener como minimo 20 Empaques rojos de los separadores	Llave especial para el cuadrante de la placa de 50mm
Si hay una placa rota solicitar 6 papeletas de azul de metileno	Minimo 10 empaques negros completos para las placas finales	Flexometro
	15 Empaques de 2" para universal DIN	Personal con guantes
DATOS A TENER EN CUENTA		
<p>1. En lo posible solicitar tres dias para la intervencion, si no es posible hay que programar mas personal en la etapa de limpieza de las placas para disminuir los tiempos de ejecucion. Tener en cuenta la temperatura del area de trabajo para solicitar el tiempo de intervencion.</p> <p>2. Para abrir el equipo se requieren 1 Tecnico con experiencia y 1 auxiliar (5 horas), Para limpieza y cambio minimo un tecnico con experiencia y responsable y el resto auxiliares para su limpieza y cambio de empaques, en el cierre del equipo 1 tecnico experto, 2 auxiliares para apretar y otro auxiliar para tomar medidas y guiar placas (6 horas).</p> <p>3. Si la intervencion es por placa perforada usar antes de abrir el equipo, azul de metileno para identificar la placa perforada.</p>		
ANTES DE INICIAR:		
<p>1. Instalar aviso de equipo en Mtto, previamente firmado por el supervisor del area. Aislar el area con cinta de peligro</p> <p>2. Desenergizar breaker principal</p> <p>3. Tomar medidas externas e internas de la placa fija a la movil del intercambiador, en las 4 puntas, es decir arriba y abajo, derecha e izquierda. Dejar estos datos registrados inmediatamente en vitacora antes de iniciar el trabajo.</p> <p>4. Cerrar la entrada de vapor, aire comprimido, agua helada, suministro y retorno de agua de torre</p> <p>5. Desconectar todas las tuberias que conectan al intercambiador, verificar por todos lados que no hayan conectadas. Guardar los empaques de las tuberias desconectadas, si hay en stock cambiarlos</p>		
DURANTE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
ITEM	ACTIVIDAD	TEC. AUX HOR
1	Abrir el equipo, soltar tuercas del lado de la placa movil. Asegurar que no se pierdan	1 1 5
2	No quitar las tuercas totalmente, dejar la placa movil puesta	
3	Correr las placas para revisar el estado de incrustamiento en cada una de ellas y el de los empaques	
4	Antes de desmontar las placas, marcarlas y asegurar que quede registro del orden de las placas	
5	Si las placas estan muy incrustadas desmontarlas y quitarle el empaque, luego introducir las en una tina con acido nitrico a 80°C	
6	para aflojar,	
7	Luego de hacer la limpieza de las placas, proceder a cambiar empaques. Este tiempo depende de la cantidad de tecnicos dedicados a esta labor y de la cantidad, por lo tanto no se estipula.	1 ? ?
8	Si los empaques de la placa usan un pegamento, remover el empaque y aplicar scotch brite para pulir y eliminar el pegamento	
9	Aplicar pegamento y colocar empaque, revisar y asegurar que se coloque el que es. En un intercambiador hay de varios tipos.	
10	Instalar placas en intercambiador, ordenar con la secuencia marcada durante el desmontaje	
11	Armado y cierre del intercambiador	1 3 5
12	Instalar las placas y empujar la placa movil hasta donde se pueda sin herramienta, luego ajustar las tuercas hasta ese punto	
13	Iniciar el ajuste de las placas, para este procedimiento hay que intercalar el ajuste de las tuercas en cruz y poco, guiados por el tecnico quien estara tomando las medidas constantemente.	
14	El tercer auxiliar vigilara que durante el ajuste, los empaques o placas no se desacomoden	
15	Durante el ajuste, revisar que los patines que se encuentran en la parte superior de los separadores del intercambiador este instalados y en posicion adecuada, estos patines son guias y muy importantes para que no queden fugas.	
16	Al cerrar completamente verificar las medidas registradas en vitacora, tanto externas como internas y en los 4 lados.	
17	Conectar tuberias de servicio y producto, Asegurar que todas queden con empaques	
DISPOSICIONES FINALES		
Al conectar todas las tuberias, habilitar los servicios industriales antes de prender el equipo, verificar que no quede ninguna fuga		
Energizar el equipo, dejar aun el aviso de equipo en reparacion y la cinta de peligro		
Hacer la prueba, en presencia del operario del equipo, que sea el operario quien maniobre el equipo supervisor y se entrega el equipo formalmente		
hacer firmar al supervisor.		
Retirar la señalización, incluida la cinta de peligro.		