

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSE MIGUEL CARRERA**

**DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE
EMPRESA VELARDE HNOS. S.A.**

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero de Ejecución en
MECÁNICA DE PROCESOS Y
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno:

Antonio Julián Velarde Rocco

Profesor Guía:

Ing. Félix Pizarro Martínez

Dedicatoria: A Dios, por regalarme a mi Mamá, mi Papá y todos mis tíos, en especial a mi tía Dina Rocco.

RESUMEN

KEYWORDS: MANTENIMIENTO-INDUSTRIA ALIMENTICIA.

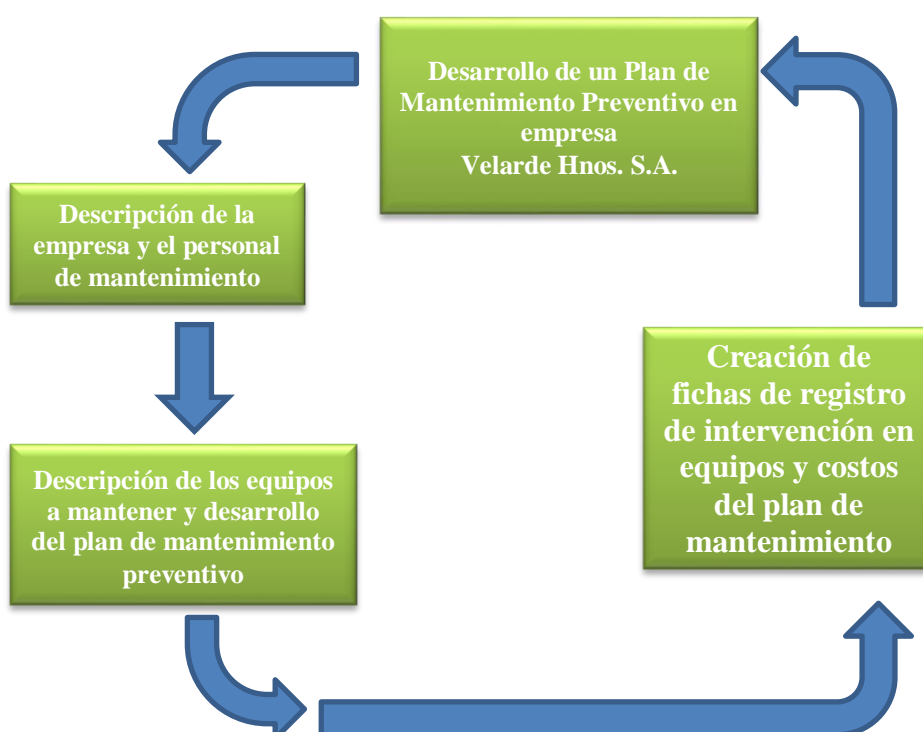
El presente trabajo de título tiene como objetivo desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas freidoras y cintas transportadoras, y crear un registro de intervenciones en equipos, para la planta de la empresa envasadora y distribuidora de alimentos Velarde Hermanos S.A.

La necesidad de la empresa de contar con un plan de mantenimiento para su línea de freído se debe, principalmente, para mantener las máquinas con una alta disponibilidad, como también por ser una solicitud presentada por parte de algunos de sus clientes.

Como base documental del plan de mantenimiento preventivo se toman en cuenta las recomendaciones de los fabricantes de cada máquina y equipo. Además, en ausencia de fichas históricas o registros de fallas, se torna de vital importancia la evidencia empírica y el conocimiento particular de cada máquina por parte del personal de mantenimiento.

El trabajo obtiene como resultado fichas de inspección, registros y lubricación optimizadas, y procedimientos de trabajo detallados para transportadores de materia prima y trenes de combustión de freidores, cintas transportadoras y motores eléctricos.

Como síntesis de este trabajo se presenta el siguiente diagrama de flujo:



ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

- 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA
 - 1.1.1 Misión
 - 1.1.2 Visión
 - 1.1.3 Política Integral de Gestión
 - 1.1.4 Ubicación
 - 1.1.5 Marcas
 - 1.1.6 Organización
- 1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES DE LA PLANTA

- 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA
- 2.2 PERSONAL DE LA PLANTA
 - 2.2.1 Descripción del Personal de Producción
 - 2.2.2 Descripción del Personal de Mantenimiento
 - 2.2.2.1 Estructura Organizacional y Jerárquica del Personal de Mantenimiento
- 2.3 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FREÍDO
 - 2.3.1 Máquinas Freidoras
 - 2.3.1.1 Freidor Continuo 01 Marca Heat & Control
 - 2.3.1.2 Freidor Continuo 02 Marca Heat & Control

CAPÍTULO 3: PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

- 3.1 METODOLOGÍA
 - 3.1.1 Recopilación de Recomendaciones de Fabricantes de los Equipos
 - 3.1.2 Recopilación de Información Otorgada por el Personal de Mantenimiento de la Planta
- 3.2 CONSIDERACIONES ACERCA DE LA LIMPIEZA
 - 3.2.1 HACCP
 - 3.2.1.1 Relación del HACCP con el Mantenimiento

- 3.3 [SISTEMA DE CODIFICACIÓN PROPUESTO](#)
- 3.4 [DELEGACIÓN DE RESPONSABILIDADES DE MANTENIMIENTO](#)
- 3.5 [CRITERIOS PARA SELECCIONAR LA FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO](#)
- 3.6 [PLAN DE MANTENIMIENTO A CINTAS TRANSPORTADORAS](#)
- 3.7 [PLAN DE MANTENIMIENTO AL FREIDOR CONTINUO 01](#)
- 3.8 [PLAN DE MANTENIMIENTO AL FREIDOR CONTINUO 02](#)
- 3.9 [PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL A MOTORES ELÉCTRICOS](#)
- 3.10 [LUBRICACIÓN](#)
 - 3.10.1 [Situación Actual de la Lubricación](#)
 - 3.10.2 [Categorías de Servicio de los Lubricantes](#)
 - 3.10.2.1 [NSF \(Fundación Nacional de Sanitización de los EE.UU.\)](#)
 - 3.10.2.2 [FDA \(Administración de Alimentos y Medicamentos de EE.UU.\)](#)
 - 3.10.3 [Plan de Lubricación Propuesto](#)
 - 3.10.4 [Lubricación de Conjuntos Motorreductores](#)
 - 3.10.4.1 [Cálculo de Consumo de Lubricantes en Reductores](#)
 - 3.10.5 [Lubricación de Rodamientos](#)
 - 3.10.5.1 [Grasas para Rodamientos de Cintas Transportadoras](#)
 - 3.10.5.2 [Cálculo de Consumo de Lubricante en Rodamientos](#)
 - 3.10.6 [Lubricación de Cadenas de Transmisión](#)
 - 3.10.7 [Lubricación de Columnas Elevadoras Freidor 02](#)
 - 3.10.7.1 [Cálculo de Consumo de Lubricante en Columnas Elevadoras Freidor 02](#)
- 3.11 [PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO](#)
 - 3.11.1 [Uso de la Distribución de Probabilidad de Weibull para Justificar los Tiempos de Programación del Mantenimiento](#)
- 3.12 [REGISTROS DE TRABAJO](#)
 - 3.12.1 [Orden de Trabajo](#)
 - 3.12.2 [Método Propuesto para el Registro de Fallas y Mantenimiento Correctivo](#)
 - 3.12.3 [Registro de Tiempos de Estados de Servicio, Detención y Reparación de la Maquinaria](#)
 - 3.12.4 [Registros de Lubricación](#)
 - 3.12.5 [Registros de Monitoreo de Limpieza después del Mantenimiento](#)
- 3.13 [COSTO TOTAL DEL PLAN DE MANTENIMIENTO](#)
- 3.14 [ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN](#)

[CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES](#)

[BIBLIOGRAFÍA](#)

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Logo corporativo Velarde Hnos. S.A.
- Figura 1-2. Ubicación de la planta de producción de Velarde Hnos. S.A. en la comuna de Valparaíso, Región de Valparaíso
- Figura 1-3. Ubicación de las oficinas comerciales y centro de distribución de Velarde Hnos. S.A. en la comuna de Quilicura, Santiago
- Figura 1-4. Imagen publicitaria de marca Sabu
- Figura 1-5. Imagen publicitaria de marca Carbonel
- Figura 1-6. Imagen publicitaria de marca Mistral
- Figura 1-7. Organigrama de Velarde Hnos. S.A.
- Figura 1-8. Diagrama causa-efecto del problema de una falta de un plan de mantenimiento en la planta de Velarde Hnos. S.A.
- Figura 2-1. Layout planta. En azul, Planta Blanco. En verde, Planta Pacífico
- Figura 2-2. Organigrama del departamento de producción
- Figura 2-3. Organigrama del personal de mantenimiento
- Figura 2-4. Mapeo del proceso de freído
- Figura 2-5. Freidor continuo 01
- Figura 2-6. Freidor continuo 02
- Figura 3-1. Codificación para máquinas y equipos
- Figura 3-2. Sistema de codificación propuesto para fichas de procedimientos de mantenimiento
- Figura 3-3. Sistema de codificación propuesto para fichas de registros de lubricación
- Figura 3-4. Códigos de posiciones de montaje para motorreductores
- Figura 3-5. Tipo de reposición 1 de lubricante en rodamientos
- Figura 3-6. Tipo de reposición 2 de lubricante en rodamientos
- Figura 3-7. Ejemplo uso del Acta para el registro de fallas y mantenimiento correctivo

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1-1. Lista de marcas que importa y distribuye Velarde Hnos. S.A.
- Tabla 2-1. Datos técnicos freidor continuo 01
- Tabla 2-2. Datos técnicos freidor continuo 02
- Tabla 3-1. Códigos para cada planta
- Tabla 3-2. Códigos para cada área
- Tabla 3-3. Códigos para cada máquina
- Tabla 3-4. Códigos para cada componente
- Tabla 3-5. Ficha de planificación de mantenimiento para Cintas Transportadoras
- Tabla 3-6. Ficha de planificación de mantenimiento para el transportador del Freidor 01
- Tabla 3-7. Ficha de planificación de mantenimiento para el tren de combustión del Freidor 01
- Tabla 3-8. Ficha de Planificación de Mantenimiento para el transportador del Freidor 02
- Tabla 3-9. Ficha de planificación de mantenimiento para el Enfriador Continuo
- Tabla 3-10. Ficha de planificación de mantenimiento para el tren de combustión del Freidor 02
- Tabla 3-11. Lista de Motores Eléctricos en línea de proceso de freído
- Tabla 3-12. Ficha de planificación de mantenimiento para motores eléctricos
- Tabla 3-13. Lista de motorreductores línea de proceso de freído
- Tabla 3-14. Lubricantes H1 recomendados por fabricante NORD para sus reductores
- Tabla 3-15. Lubricantes H1 recomendados por SEW-EURODRIVE para su línea de reductores
- Tabla 3-16. Lubricantes H1 recomendados por VARVEL para su línea de reductores
- Tabla 3-17. Propiedades Shell Cassida Fluid GL 220
- Tabla 3-18. Cálculo de consumo de lubricante anual en reductores
- Tabla 3-19. Grasas para rodamientos de cintas transportadoras
- Tabla 3-20. Grasas recomendadas para rodamientos de bandas freidores 01 y 02
- Tabla 3-21. Propiedades físicas Shell Cassida Grease RLS 2
- Tabla 3-22. Cálculo consumo anual de lubricante en rodamientos
- Tabla 3-23. Propiedades físicas Shell Cassida Fluid HF 32
- Tabla 3-24. Propiedades físicas Shell Cassida Grease EPS 2

Tabla 3-25. [Cálculo de consumo de lubricante en columnas elevadoras](#)

Tabla 3-26. [Ficha propuesta de Orden de Trabajo](#)

Tabla 3-27. [Ficha de registros de Tiempos de Funcionamiento, Detención y Reparación](#)

Tabla 3-28. [Ficha propuesta para el registro de Lubricación de Reductores](#)

Tabla 3-29. [Ficha propuesta para el Registro de Lubricación de Rodamientos](#)

3-30. [Ficha propuesta para el Registro de Lubricación de Cadenas de Transmisión](#)

Tabla. 3-31. [Ficha propuesta para el Registro de Lubricación de Columnas Elevadoras](#)

Tabla 3-32. [Ficha propuesta de monitoreo](#)

Tabla 3-33. [Costo total anual del plan de mantenimiento propuesto](#)

Tabla 3-34. [Costos de lubricantes](#)

Tabla 3-35. [Costo del plan de mantenimiento propuesto](#)

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

@	:	Arroba
°C	:	Celsius
\$:	Moneda Peso Chileno
AC	:	Alternating Current (Corriente alterna)
cm	:	Centímetro
cSt	:	Centistokes
DC	:	Direct Current (Corriente directa)
FDA	:	Food and Drug Administration
HACCP	:	Hazard Analysis and Critical Control Points (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control)
HP	:	Horse Power (Caballos de Fuerza)
H&C	:	Heat and Control
i	:	Relación de transmisión
ISO	:	International Standardization Organization (Organización Internacional de Normalización)
kg/h	:	Kilógramo por hora
kg/m ³	:	Kilógramo por metro cúbico
KPI	:	Key Performance indicator (Indicador clave de rendimiento)
mm	:	Milímetros
mm ² /s	:	Milímetros cuadrados por segundo
MTBF	:	Mean Time Between Failure (Tiempo medio entre fallos)
MTTF	:	Mean Time To Failure (Tiempo Medio hasta el Fallo)
MTTR	:	Mean Time To Repair (Tiempo Medio de Reparación)
N°	:	Número
NLGI	:	National Lubricating Grease Institute (Instituto Nacional de Grasas Lubricantes de los Estados Unidos)
NSF	:	National Sanitation Foundation (Fundación Nacional de Sanitización de los Estados Unidos)
O.T.	:	Orden de Trabajo
RPM	:	Revoluciones por minuto
S.A.	:	Sociedad Anónima
SOP	:	Standard Operating Procedures (Procedimientos operacionales estandarizados)
v	:	Velocidad

INTRODUCCIÓN

Velarde Hnos. S.A. es una empresa importadora y distribuidora de alimentos, ubicada en la comuna de Valparaíso. La planta de la empresa alberga maquinaria para el proceso de envasado de diversos condimentos y especias. Además, en la planta se realizan también procesos para hacer maní frito, nueces y maní tostados, productos emblema de la compañía.

La planta de la empresa presenta un problema: la ausencia de un plan de mantenimiento, lo que no permite evaluar la eficiencia del mantenimiento actual que se realiza sobre la maquinaria. El mantenimiento correctivo impera y no se registran las fallas e intervenciones realizadas, por lo que no existe documentación alguna más que algunos manuales de fabricantes.

Se debe considerar que la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo, sumado al constante aumento con los años de la demanda de producción, pueden ocasionar diversos problemas en un futuro cercano en la maquinaria, los procesos productivos y, por lo tanto, en la empresa.

Es por esto que se propone desarrollar un plan de mantenimiento enfocado en la línea de freído, la que incluye, además de las cintas transportadoras, dos freidores industriales. Este plan comprende procedimientos de ejecución detallados, planes de lubricación, fichas de registro e intervenciones de máquinas y costos de mantenimiento.

La metodología a emplear consiste en primero adquirir el conocimiento para identificar los puntos a mantener más importantes que necesita la maquinaria de la línea del proceso de freído, con el objetivo crear prioridades y enfocar esfuerzos. Luego, generar procedimientos de mantenimiento, considerando las condiciones que presenta la planta, tales como cantidad y capacitación del personal para realizar labores de mantenimiento, compromiso de producción y materiales, herramientas y equipos a disposición.

El compromiso del departamento de mantenimiento, y el involucramiento del personal de producción tienen un rol crucial para tener la mayor cantidad de información del proceso productivo y sus fallas más comunes.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo en la planta de la empresa alimenticia Velarde Hnos. S.A., para controlar y conservar el correcto estado de funcionamiento de las máquinas y equipos de su línea de freído.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y estudiar las líneas de producción, de manera de adquirir el conocimiento necesario de los procesos productivos respectivos para realizar un plan de mantenimiento adecuado a los requerimientos de la empresa.
- Desarrollar un procedimiento de ejecución en el que se especifiquen las actividades preventivas de mantenimiento, fundamentado en conocimientos adquiridos en la carrera, recomendación de fabricantes en sus respectivos manuales de equipos, literatura especializada y experiencia del personal de mantenimiento.
- Incluir un sistema de registro de intervenciones en los equipos, de manera de contar con un respaldo de las actividades realizadas por el personal de mantenimiento.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Velarde Hermanos, con razón social Velarde Hnos. S.A., es una empresa fundada en el año 1948 por Armando Velarde Gómez, padre y abuelo de los actuales socios. Actualmente es una empresa dedicada a la importación y distribución de alimentos para gran parte del territorio nacional.

Su casa matriz se encuentra en el puerto de Valparaíso, en el edificio que albergó al antiguo Teatro Pacífico, lugar donde también se inició la compañía. En este lugar se encuentra el departamento de compras, importaciones, informática y producción.

Su centro de distribución para todo el país, así como el área de ventas y marketing se encuentra en la comuna de Quilicura en Santiago de Chile.

Distribuye principalmente productos en conservas, chocolates y confites, helados, popcorns, comida mexicana, salsas, mezclas para tortas, jugos y néctares, bebidas alcohólicas, especias, aceite de oliva, vinagres y misceláneos.

La empresa cuenta hoy con más de 400 trabajadores.



Fuente: Empresa Velarde Hnos. S.A.

Figura 1-1. Logo corporativo Velarde Hnos. S.A.

1.1.1 Misión

El compromiso central de Velarde Hnos. S.A. es la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes, suministrándoles productos de excelente nivel de inocuidad, garantizando su calidad en el tiempo, manteniéndose como líderes en el servicio de la rentabilidad (Velarde Hnos. S.A., 2015).

1.1.2 Visión

Velarde Hnos. se proyecta como líder en el mercado en términos de variedad y calidad de productos importados. Gestionando sus operaciones de tal forma de mantenerse en permanente crecimiento, como una empresa de una amplia capacidad de adaptación y a la vez provocadora de cambios y tendencias, fortalecida por equipos de trabajo (Velarde Hnos. S.A., 2015).

1.1.3 Política Integral de Gestión

Velarde Hnos. S.A., es una empresa que define los principios orientadores de su actuar basados en prácticas transparentes y éticas, y establece procedimientos para que se apliquen en toda su gestión.

Está comprometida a mantener una política integral de gestión, que incorpora su compromiso con el medio ambiente, la seguridad, salud ocupacional, calidad y responsabilidad social, en todas las operaciones de recepción de materia prima, preparación, procesamiento, manipulación, embalaje y despacho de sus productos.

Esta política es consistente y uniforme en todas las fases de los procesos bajo su administración, con el fin de alcanzar los mejores niveles de inocuidad, calidad y seguridad, en las operaciones, actuando con responsabilidad y ética con nuestro personal, entregando oportunidades de desarrollo en beneficio del trabajador y de sus familias, extendiendo la aplicación de estos a nuestros clientes y proveedores.

Para cumplir con éxito esta Política Integral, la Alta Gerencia se compromete con:

- Asegurar que todos los procesos cumplan con los requisitos del cliente y otros requisitos que la organización suscriba, integrando de forma completa Inocuidad, calidad, Seguridad y protección al medio ambiente.
- Asegurar que se cumple con los requisitos legales asociados a la calidad del producto, los impactos ambientales, la salud y seguridad en sus operaciones.
- Asegurar que se gestionan los niveles de satisfacción de los trabajadores.
- Asegurar que en cada proceso se fomenta la prevención para evitar la contaminación del medio ambiente, lesiones y enfermedad de sus trabajadores.
- Asegurar el mejoramiento continuo de la organización en su conjunto.
- Asegurar que se cumplan los requisitos acordados con los clientes.

Es nuestro desafío mantener la confianza total de nuestros Clientes a través del manejo eficiente de nuestro Sistema de Gestión Integral (Velarde Hnos. S.A., 2015).

1.1.4 Ubicación

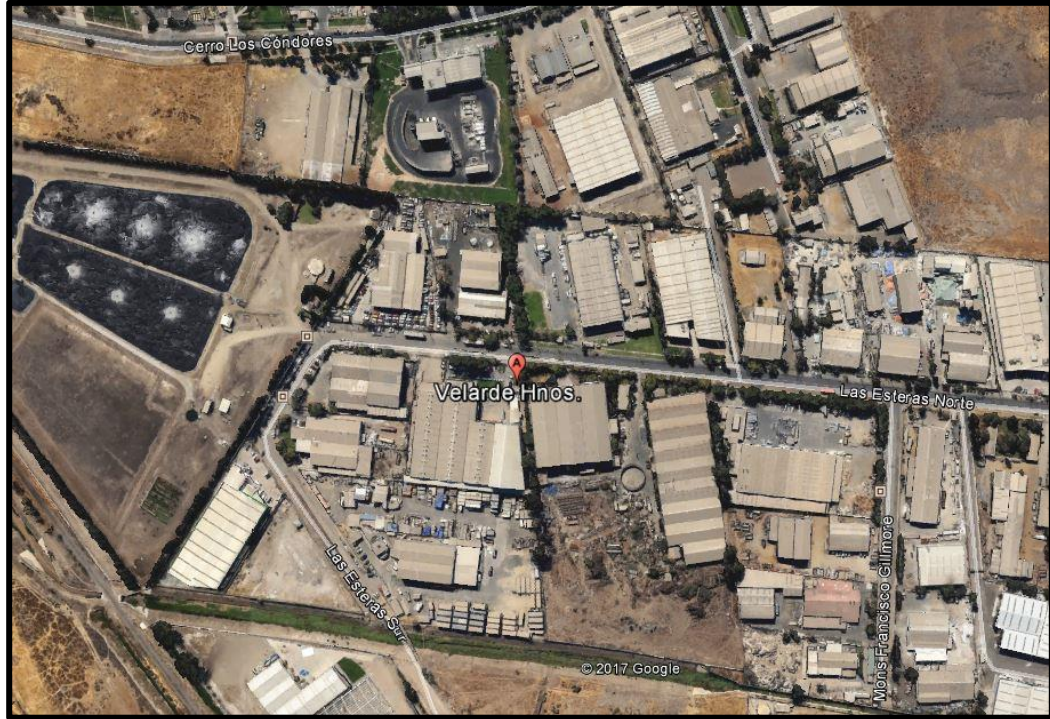
La planta de producción, que es el lugar donde se basa este proyecto, tiene como dirección “calle San Martín 50, Valparaíso” lugar donde se albergaba el antiguo teatro Pacífico.

Las oficinas comerciales y el centro de distribución tienen como dirección “Av. Las Esteras Norte 2460, Quilicura, Santiago”.



Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth versión 2015

Figura 1-2. Ubicación de la planta de producción de Velarde Hnos. S.A. en la comuna de Valparaíso, Región de Valparaíso



Fuente: Google Earth versión 2017

Figura 1-3. Ubicación de las oficinas comerciales y centro de distribución de Velarde Hnos. S.A. en la comuna de Quilicura, Santiago

1.1.5 Marcas

Velarde Hnos. es dueña e importadora de diversas marcas de diversos alimentos. La mayoría de estas marcas se muestran en la tabla 1-1.

Tabla 1-1. Lista de marcas que importa y distribuye Velarde Hnos. S.A.

MARCA	ALIMENTO	MARCA	ALIMENTO
ADMIRAL	Lomitos de anchoa	LA ASTURIANA	Legumbres
ALLOVI	Bebida natural	LIFEMATE	Té
ANCOR	Mostaza	21	Alfajores
ACT II	Palomitas	MAILLE	Mostaza
BADOIT	Snacks	MA LING	Salsa de soya
BE	Galletas	MISTRAL	Frutas y verduras en conserva
T.G.I FRIDAYS	Snacks	MICHEL	Marshmallow



Fuente: www.velarde.cl

Figura 1-5. Imagen publicitaria de marca Carbonell

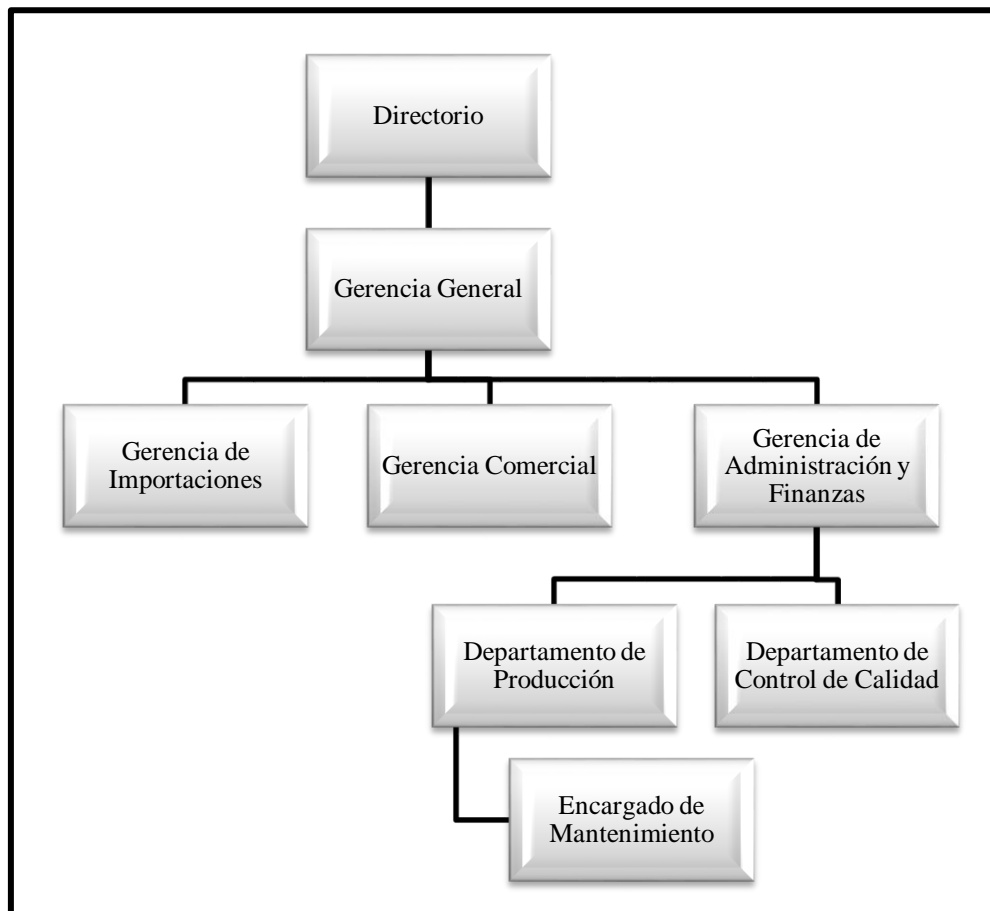


Fuente: www.velarde.cl

Figura 1-6. Imagen publicitaria de marca Mistral

1.1.6 Organización

Velarde Hnos. está organizada según el organigrama que se muestra en la figura 1-7, en el cual se observa la división de la gerencia en tres departamentos: gerencia comercial, gerencia de ventas y gerencia de administración y finanzas. Esta última es la encargada del área de producción, que constituye cerca del 25% del total del personal de la empresa y donde se producen y/o envasan alrededor de 670 productos. En el organigrama del departamento de producción (figura 2-2), se observa la relación jerárquica existente con el personal de mantenimiento, el cual es subordinado de producción.



Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por Velarde Hnos. S.A.

Figura 1-7. Organigrama de Velarde Hnos. S.A.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la última década, el crecimiento de la empresa ha obligado a la planta a aumentar su capacidad de producción para satisfacer los constantes encargos del departamento de ventas, introduciendo maquinaria especializada en las líneas de procesos.

Si bien la maquinaria, siendo relativamente nueva, no ha presentado aún fallas importantes, el departamento de producción y el encargado de mantenimiento entienden que se hace indispensable un plan que, en el futuro, mejore la fiabilidad de las máquinas y permita aumentar su disponibilidad, objetivos de la empresa que concuerdan con los objetivos implícitos del mantenimiento (Díaz, 2004).

Otra razón importante, es la solicitud de algunos clientes de la empresa de contar con un plan y registros de mantenimiento.

Por ello, se ha propuesto desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para su línea de producción de freído, la cual abarca los equipos que van desde la entrada de materia prima, incluyendo los freidores número 1 y 2, y las cintas transportadoras, hasta la entrada al estanque de almacenamiento de maní frito.

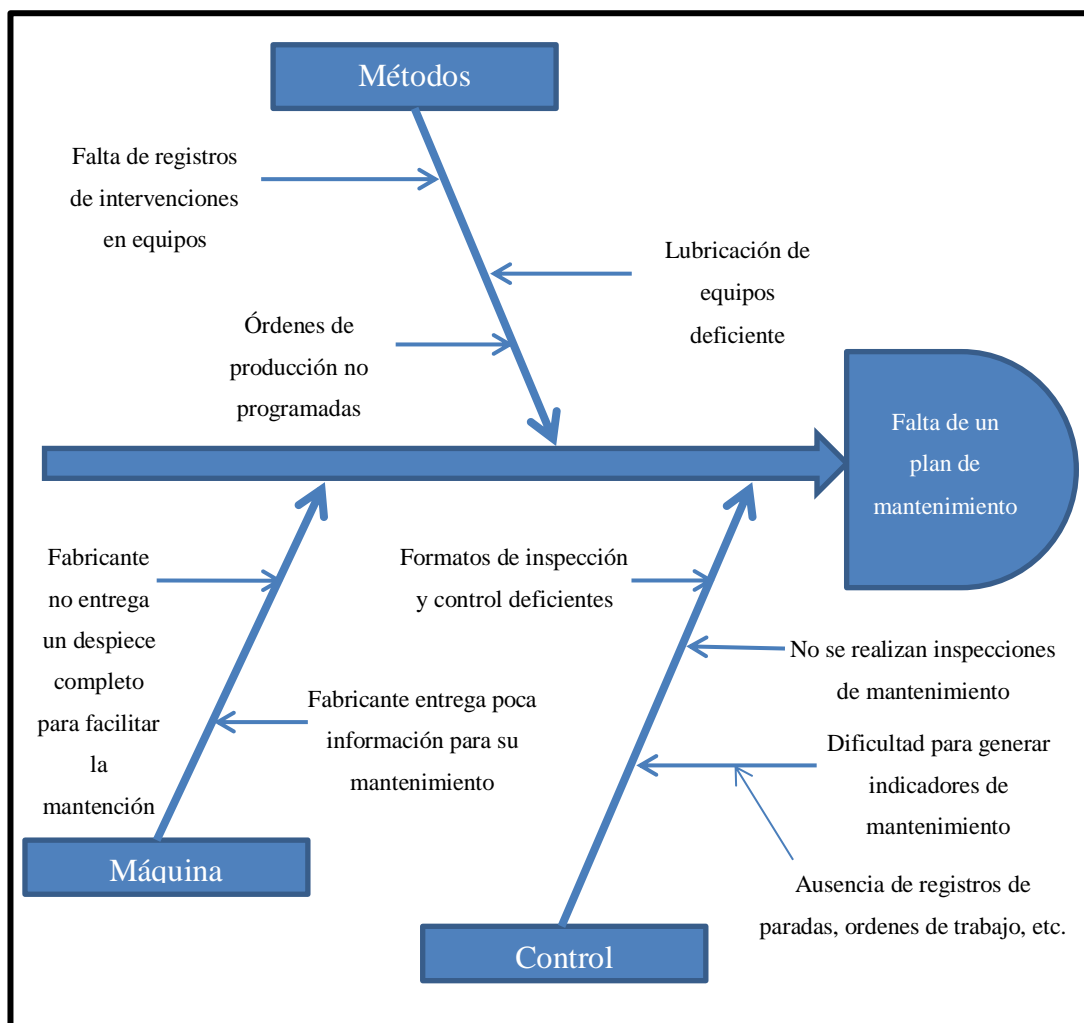
Luego de analizar los procesos de la planta se observan los siguientes problemas:

- Preferentemente se utiliza el mantenimiento correctivo, lo que aumenta los gastos por paradas no previstas y necesidad de repuestos.
- Requerimiento de disponibilidad en algunas líneas de producción no programados. Ordenes de producción, provenientes del departamento de ventas, pueden ser una dificultad para ejecutar tareas de mantenimiento programado, especialmente en aquellas donde se necesite hacer la mantención con la máquina apagada.
- El personal de mantenimiento no deja registro de las acciones realizadas. Falta de historiales.
- Mantenimiento es dependiente jerárquicamente de producción: el personal de mantenimiento debe subordinar sus actividades a atender primeramente las necesidades de producción y secundariamente realizar labores de mantenimiento. Las actividades más comunes son tareas de ajuste y puesta en marcha de algunas máquinas.
- El personal operador técnico, también capacitado para realizar tareas de mantenimiento, tiene como principal objetivo el mantener constante la

producción de las envasadoras, por lo que su trabajo se aboca principalmente en el ajuste de éstas, esto trae como consecuencias que el tiempo sólo permita que las tareas de mantenimiento se reduzcan a tareas de limpieza.

- Las responsabilidades no están bien definidas: No existe un listado detallado de las tareas específicas de ajuste, puesta en marcha y mantención que deben realizar el personal operador de máquinas y el personal de mantenimiento. Esto causa que se ocasionen negligencias por falta de acción o rencillas entre ellos a la hora de decidir quién es el encargado de ejecutar ciertas labores de mantención.

El problema de una falta de plan de mantenimiento puede representarse mediante el diagrama causa-efecto de la figura 1-8.



Fuente: Elaboración propia

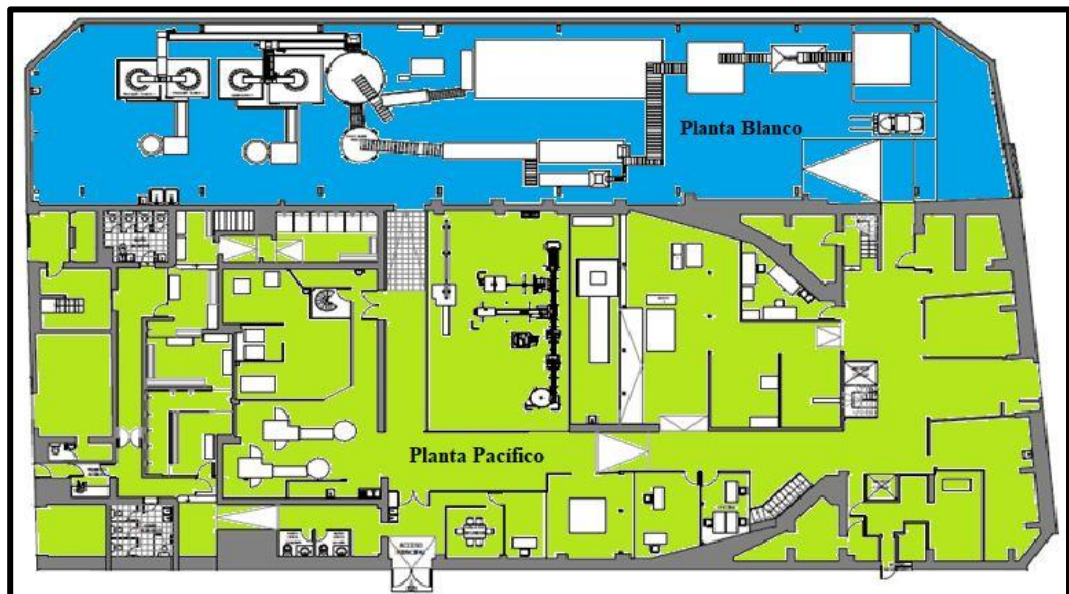
Figura 1-8. Diagrama causa-efecto del problema de una falta de un plan de mantenimiento en la planta de Velarde Hnos. S.A.

CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES DE LA PLANTA

2. ANTECEDENTES DE LA PLANTA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

La planta de Velarde Hnos., por motivos legales (derechos de propiedad, costos energéticos), se divide en dos sub-plantas: una de nombre “Planta Pacifico”, llamada así por encontrarse frente a la avenida Errazuriz, de cara al Océano Pacífico. La otra recibe el nombre de “Planta Blanco”, por colindar con la calle Blanco. Sin embargo, estas dos “sub-plantas” se encuentran en el mismo piso y tienen entradas y salidas comunes.



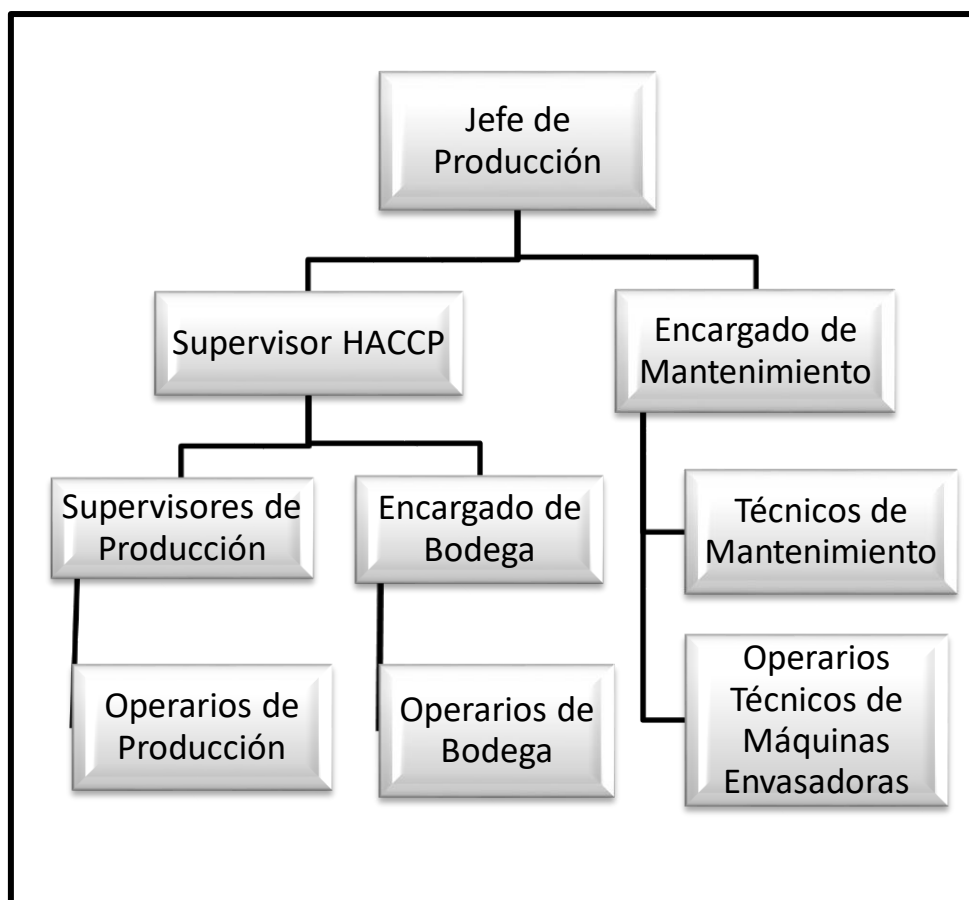
Fuente: Elaboración propia en base a imagen facilitada por Velare Hnos. S.A.

Figura 2-1. Layout planta. En azul, Planta Blanco. En verde, Planta Pacifico

La planta de Velarde Hnos. envasa aproximadamente 670 productos diferentes, a partir de alrededor de 100 materias primas. Debido a la gran variedad de productos la planta debe contar con métodos flexibles de producción, con líneas de elaboración y envasado que admitan distintas materias primas, con el fin abastecer los distintos pedidos provenientes de los clientes con la mayor eficiencia posible.

La planta cuenta con 6 líneas de procesos, 4 de ellas solo de envasado y 2 donde también es posible realizar procesos de elaboración en el producto. Una de estas 2 es la línea de proceso de freído, que es donde se desarrolla el plan de mantenimiento.

En cuanto a su organización, esta se encuentra a cargo del Jefe de Producción, quien es subordinado del Gerente de Administración y Finanzas. Bajo su mandato directo se encuentran el Encargado de Mantenimiento y el Supervisor de HACCP *Hazard Analysis and Critical Control Points* (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control). Este último cumple el rol de que se cumplan los requisitos de la norma HACCP en todas las líneas de producción.



Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por Velarde Hnos. S.A.

Figura 2-2. Organigrama del departamento de producción

2.2 PERSONAL DE LA PLANTA

2.2.1 Descripción del Personal de Producción:

Dirigido por el jefe de producción de nivel Ingeniero civil industrial. Bajo su supervisión se encuentran:

- Dos supervisores de producción encargados cada uno de dirigir, supervisar y asignar tareas al personal operador de máquinas y de apoyo de la planta Blanco y Pacífico, respectivamente.
- Personal operador de máquinas, compuesto por operarios con nivel educacional de enseñanza media.

Están encargados principalmente de operar y limpiar la maquinaria, además de vigilar su funcionamiento.

- Personal de apoyo, compuesto por trabajadores con nivel educacional de enseñanza media.

Están encargados de la limpieza, embalaje, traslado de pales y materia prima y apoyo a personal operario de máquinas.

2.2.2 Descripción del Personal de Mantenimiento:

Dirigido por el encargado de mantenimiento de nivel Ingeniero mecánico. Bajo su supervisión se encuentran:

- Dos técnicos profesionales de mantenimiento de nivel superior del área de mantenimiento industrial.

Generalmente cumplen labores de ajuste y puesta en marcha de las envasadoras, instalación y ajustes de sistemas de control y automatización, instalaciones eléctricas, labores de mantenimiento correctivo y escasamente mantenimiento preventivo no programado.

- Personal operador técnico, compuesto por 4 técnicos profesionales de nivel medio en el área de mecánica y 1 en el área de electricidad.

Están encargados principalmente del ajuste en la o las máquinas de su respectiva línea de envasado para mantener su producción con mayor continuidad. Secundariamente pueden cumplir labores de mantenimiento.

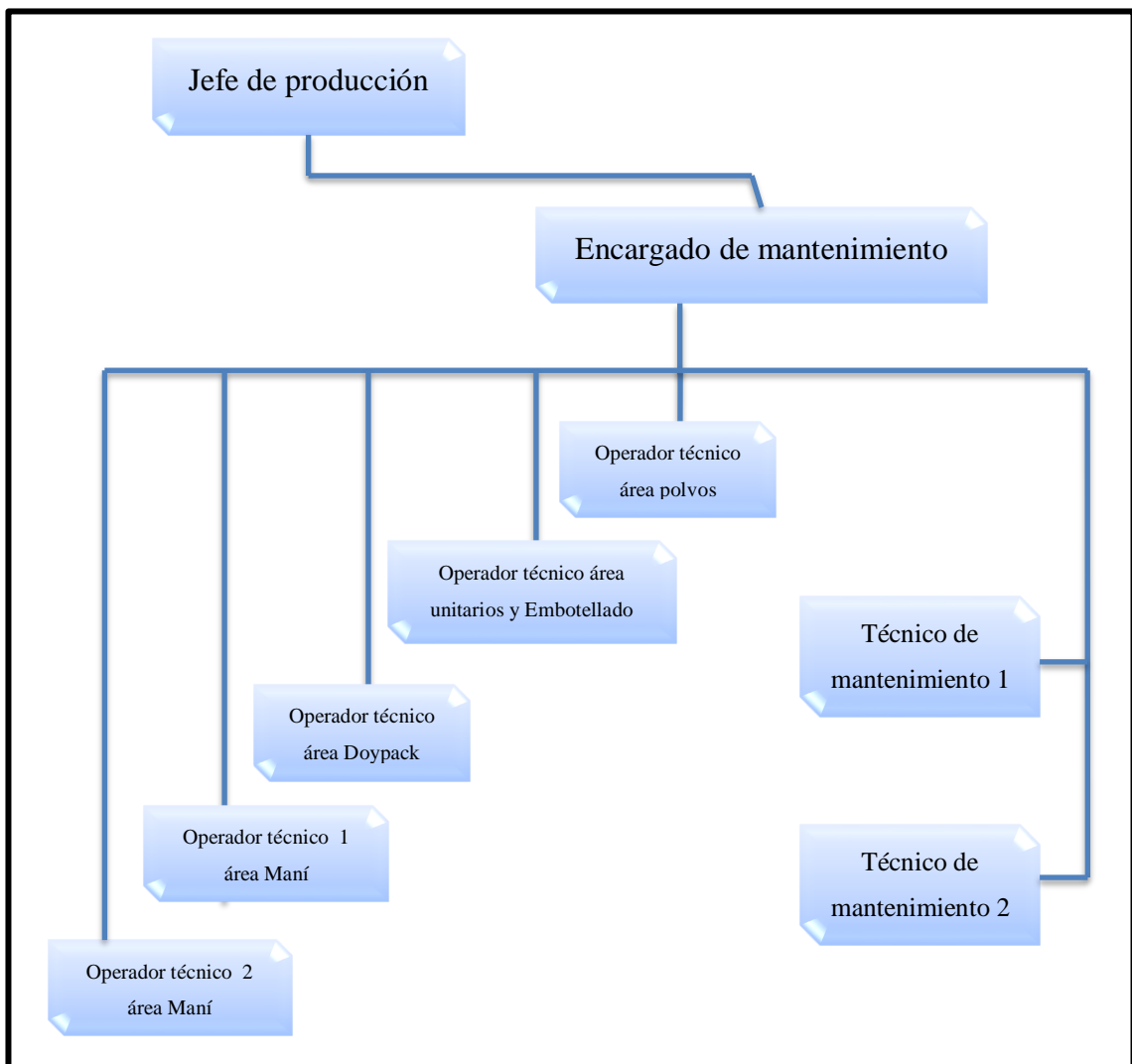
2.2.2.1 Estructura Organizacional y Jerárquica del Personal de Mantenimiento

En la planta, el personal de mantenimiento es dependiente jerárquicamente del departamento de producción.

La estructura organizacional corresponde a una centralización jerárquica, con dependencia de una sola cabeza para la planta, nombrado como “encargado de mantenimiento”.

Puede deducirse que la estructura de mantenimiento tiene una descentralización geográfica, esto porque cada operador técnico atiende independientemente distintas zonas de envasado.

Por lo anterior se desprende el organigrama de la figura 2-3.



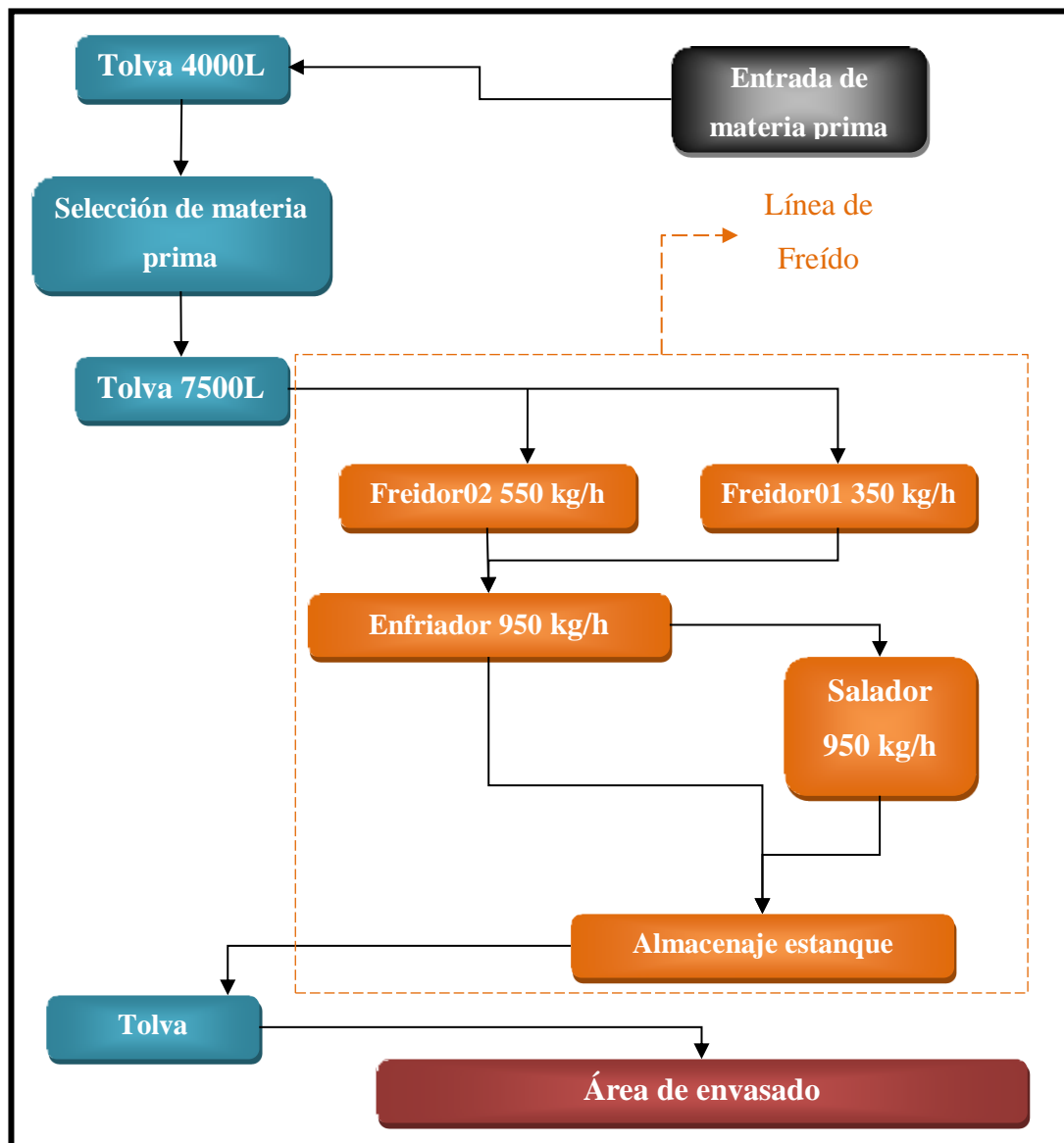
Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en la planta

Figura 2-3. Organigrama del personal de mantenimiento

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FREÍDO

La línea de proceso de freído, que es el lugar sobre el que se enfoca el nuevo plan de mantenimiento, se encuentra emplazada en la planta Blanco, ya que, en contraste con la planta Pacífico, el espacio que otorga ésta permite conectar en serie toda la línea de producción (Figura 2-1).

Mediante la revisión de toda la línea es posible determinar las áreas que necesitan ser desarrolladas. Por ello, con el fin de esquematizar el proceso productivo, se ha realizado un mapeo de procesos en la línea de freído (figura 2-4), que abarca desde la entrada de materia prima, hasta la salida de los freidores y almacenaje del producto.



Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en planta

Figura 2-4. Mapeo del proceso de freído

2.3.1 Máquinas Freidoras

2.3.1.1 Freidor Continuo 01 Marca Heat & Control

Freidor continuo fabricado en sus partes de contacto de acero inoxidable y terminación sanitaria. Su área de freir rodea 1 metro cuadrado. Utiliza gas natural como fuente de energía.



Fuente: Manual Freidor H&C 700 GS, 2008

Figura 2-5. Freidor continuo 01

Tabla 2-1. Datos técnicos freidor continuo 01

Datos del equipo	
Fabricante	Heat and control
País	Estados Unidos
Modelo del freidor	H&C 700 GS
Capacidad de producción	350 kg/h
Año de adquisición	2008
Dimensiones del freidor	
Largo, cm	307
Alto, cm	163
Ancho, cm	79
Ancho de la banda transportadora, cm	51

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos desde manual H&C 700 GS, 2008

2.3.1.2 Freidor Continuo 02 Marca Heat & Control

Al igual que el freidor continuo 01, es fabricado en sus partes de contacto con acero inoxidable y terminación sanitaria. Incluye un sistema de enfriado continuo de 950 kg/h y un salador rotatorio continuo.



Fuente: Velarde Hnos. S.A.

Figura 2-6. Freidor continuo 02

Tabla 2-2. Datos técnicos freidor continuo 02

Datos del equipo	
Fabricante	Heat and control
País	Estados Unidos
Modelo del freidor	Mastermatic MM-6-24
Capacidad de producción	550 kg/h
Año de adquisición	2010
Dimensiones del freidor	
Largo, cm	442
Alto, cm	173
Ancho, cm	110
Ancho de la banda transportadora, cm	60
Dimensiones del enfriador	
Largo, cm	485
Alto, cm	147
Ancho, cm	90
Ancho de la banda transportadora, cm	76

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos desde manual H&C MM-6-24, 2010

CAPÍTULO 3: PLAN DE MANTENIMIENTO PROPUESTO

3. PLAN DE MANTENIMIENTO

3.1 METODOLOGÍA

La detección de los requerimientos de mantenimiento de los sistemas es la base para confeccionar un plan de mantenimiento, ya que permiten tomar decisiones de las tareas que son más relevantes para mantener una disponibilidad alta por parte de la planta y prolongar la vida útil de los equipos.

Existen diversas metodologías que permiten recolectar antecedentes para identificar los requerimientos de mantenimiento. A continuación se describen que se han de utilizar.

3.1.1 Recopilación de Recomendaciones de Fabricantes de los Equipos.

Se refiere a las tareas de mantenimiento otorgadas por los respectivos fabricantes, ya sean las instrucciones de los manuales o las recomendadas por comunicación directa o indirecta con el representante de la marca.

La ventaja de ejecutar estas tareas de mantenimiento es que el conocimiento técnico específico requerido para la elaboración de las tareas de mantenimiento es bajo, comparado con, por ejemplo, las basadas en análisis de modos y fallos de efectos “AMFE”, que requieren un conocimiento profundo de la instalación.

Otra de las ventajas es que la ejecución de las instrucciones de mantenimientos de los fabricantes aseguran la vigencia de garantía de los equipos, ya que, en la mayoría de los casos, exigen que se cumpla estrictamente lo indicado en los manuales de operación o mantenimiento para hacerla valer.

El basarse en las instrucciones del fabricante para un plan de mantenimiento también puede representar inconvenientes:

- Tareas deben adaptarse a carga de trabajo real de los equipos en la planta: la periodicidad de mantenimiento que indican los fabricantes no siempre concuerda con el uso que se le da a la máquina. El problema se generaliza cuando la periodicidad de mantenimiento indicada en los manuales no está en horas de uso, sino en semanas o meses. Por ejemplo, el fabricante del freidor continuo 02 recomienda detener el equipo una vez a la semana, para una limpieza e inspección a los sprockets y cadenas de transmisión. Esto para una carga de

trabajo equivalente de 24 horas diarias, 7 días a la semana, cuando la carga real de trabajo en la planta es de 40 horas semanales.

Si no se ajusta la periodicidad, se puede sobredimensionar el mantenimiento requerido, lo que trae como consecuencia un costo extra innecesario.

- Carencia de instrucciones de mantenimiento. En muchos casos, los fabricantes no especifican actividades de mantenimiento para sus equipos, o éstas tienen información incompleta. Por ejemplo, en algunos casos se limitan a solo indicar los puntos de lubricación, sin ni siquiera indicar la periodicidad necesaria para el mantenimiento. Esto trae como consecuencia tener que buscar otras alternativas para justificar las tareas mantenimiento.

3.1.2 Recopilación de Información Otorgada por el Personal de Mantenimiento de la Planta.

Se refiere a las recomendaciones del jefe y técnicos de mantenimiento, en base a su conocimiento empírico relacionado con los equipos de la planta.

Es más fácil recopilar información de los equipos para su mantenimiento, puesto que ésta se obtiene por comunicación directa con el personal.

Se obtiene información específica del funcionamiento de los equipos: se identifican las fallas más comunes de la instalación y los puntos que requieren mantenimiento.

Es más fácil homogeneizar las tareas de mantenimiento, ya que no es necesario guiarse por las instrucciones de cada fabricante en particular. Esta es una gran ventaja, ya que permite elaborar los mismos protocolos de mantenimiento para cada grupo de equipos genéricos, como motores eléctricos, reductores, ventiladores, etc.

Una desventaja es que, muchas veces, los trabajadores de mantenimiento tienen opiniones divergentes con respecto a algunas tareas a ejecutar, y especialmente a que periodicidad. Esto puede generar errores en la elaboración del programa de mantenimiento, por lo que el posterior control de éste se hace aún más importante.

De acuerdo a la información obtenida se realizan procedimientos de mantenimiento justificados en base a fuentes de información mixtas: entre tareas específicas basadas especialmente en las recomendaciones otorgadas por los fabricantes a través de los respectivos manuales, y tareas de mantenimiento genéricas, basadas en recomendaciones del personal de mantenimiento de la planta, material bibliográfico, conocimientos personales y de académicos de la carrera.

3.2 CONSIDERACIONES ACERCA DE LA LIMPIEZA

Al ser una empresa alimenticia, la limpieza y sanitización de toda la planta tiene un rol fundamental y de alta importancia, la cual sobrepasa a la del mantenimiento.

Los procedimientos de limpieza se encuentran debidamente regulados, en base a la norma HACCP.

Por ello, se consideran los alcances de la norma con respecto al desarrollo del mantenimiento preventivo, por ejemplo, en los procedimientos de mantenimiento, dentro de los cuales se trabaja sobre las superficies de la maquinaria en contacto con el alimento.

Se consideran, además de la norma HACCP, que la limpieza del plan de mantenimiento concuerde con las recomendaciones de cada máquina.

3.2.1 HACCP

El sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), es un enfoque sistemático orientado a identificar los peligros y estimar los riesgos, que eventualmente pudiese afectar la inocuidad de un alimento, de modo, que su objetivo final es llegar a establecer las medidas suficientes para controlarlos (Navarro, 2007, p.1).

Por tratarse de un sistema que pone énfasis en la prevención de los riesgos para la salud de las personas derivados de la falta de inocuidad de los alimentos, el enfoque está dirigido a controlar los riesgos en los diferentes eslabones de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el consumo. Esto le confiere la característica de adelantarse a la ocurrencia de los riesgos y así adoptar los correctivos que permitan ajustar el proceso en el curso de éste (Navarro, 2007, p.1).

La aplicación de esta norma en la empresa pretende asegurar un estricto control sobre los alimentos, enfocando los esfuerzos hacia la prevención de la contaminación. Para ello el HACCP actúa sobre todos los procesos orientados a la producción, empaque, distribución, almacenaje (Navarro, 2007, p.16), y, por supuesto, al mantenimiento.

3.2.1.1 Relación del HACCP con el Mantenimiento

La norma HACCP solicita SOP-*Standard Operating Procedures* (Procedimientos operacionales estandarizados), los cuales corresponden a documentos que entregan información acerca del modo de efectuar actividades y procesos de manera consistente. Su extensión depende del tamaño de la empresa, de la complejidad de los procesos

productivos, como también tiene relación con los requerimientos del cliente como también reglamentarios, además los documentos están relacionados con obtener competencia y entrenamiento al personal. El formato y presentación lo define la empresa, el adoptar una estructura y formato permite a los usuarios familiarizarse con los procedimientos y mejorar la probabilidad de cumplimiento (Navarro, 2007, p.20).

Los equipos y utensilios empleados en el procesamiento de alimentos deben estar diseñados, construidos, instalados y mantenidos de manera de evitar la contaminación del alimento, facilitando la limpieza y desinfección de todas las partes del equipo. Para el desarrollo del mantenimiento preventivo se necesitan los siguientes contenidos (Navarro, 2007, p.22):

- Fichas técnicas de cada uno de los equipos e instrumentos de medición.
- Sustancias empleadas para el mantenimiento de equipos y utensilios que tienen contacto directo con alimentos.
- Recomendaciones específicas para evitar la contaminación de los alimentos o las áreas de elaboración por parte de los empleados de mantenimiento.
- Fichas técnicas de los equipos e instrumentos de medición.
- Buenas Prácticas de Manufactura en el mantenimiento de equipos y utensilios.
- Fichas técnicas de sustancias empleadas en el mantenimiento de equipos.
- Registro de actividades de mantenimiento.
- Etiquetas empleadas para indicar el estado de mantenimiento de los equipos.
- Registros de acciones correctivas tomadas en el programa de mantenimiento.

Con respecto al desarrollo de este plan de mantenimiento, se toman principalmente en cuenta la creación de fichas técnicas de sustancias empleadas en el mantenimiento de equipos (lubricación), fichas de registro de actividades de mantenimiento y recomendaciones para evitar la contaminación en las áreas de elaboración, mientras se realizan los procedimientos de las fichas de planificación.

3.3 SISTEMA DE CODIFICACIÓN PROPUESTO

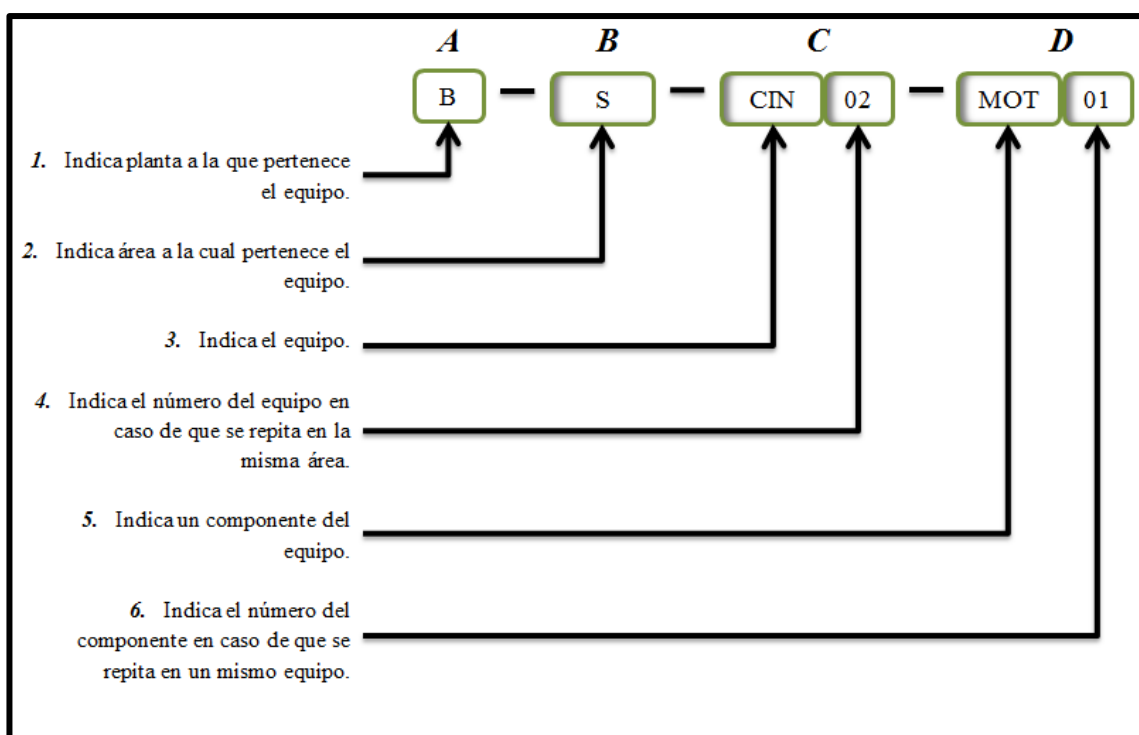
El personal de mantenimiento identifica a los equipos llamándolos por el nombre del fabricante y, en caso de haber dos máquinas iguales, se le agrega un número correspondiente al orden de llegada a la planta.

Si bien hasta ahora este sistema le ha permitido al personal de mantenimiento distinguir cada máquina, ésta no aporta mayor información respecto del equipo en cuestión que el que puede otorgar un sistema de codificación bien estructurado.

Un sistema de codificación de equipos mejora la gestión del mantenimiento: Permite sintetizar información, tal como la labor que cumple la máquina (freído, envasado, etc.) y la ubicación de del equipo en la planta; facilita su almacenamiento digital como entrada de datos; permite diferenciar inequívocamente entre dos equipos iguales, así como también dos componentes iguales dentro de un mismo equipo.

Si bien, el plan de mantenimiento abarca solo a la línea del proceso de freído, el sistema de codificación confeccionado ha de ser útil para toda la planta.

Se opta por una estructura de codificación alfanumérica (figura 3-1), primando que ésta sea fácil de comprender y lo más genérica posible, buscando disminuir la necesidad de realizar eventuales modificaciones como, por ejemplo, en el caso de la eventual instalación de un nuevo equipo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-1. Codificación para máquinas y equipos

Tabla 3-1. Códigos para cada planta

PLANTA	
B	PLANTA BLANCO
P	PLANTA PACÍFICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-2. Códigos para cada área

ÁREA	
C	COMPRESORES
D	DOYPACK (ENVASADO FORMATO DOYPACK)
EM	EMBOTELLADO
EN	ENVASADO PLANTA BLANCO
F	FREÍDO
M	MOLINOS
P	POLVOS (ENVASADO PRODUCTOS EN POLVO)
S	SELECCIÓN (Y ENTRADA DEL PRODUCTO)
T	TOSTADO
U	UNITARIOS (ENVASADO PRODUCTOS POR UNIDAD)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-3. Códigos para cada máquina

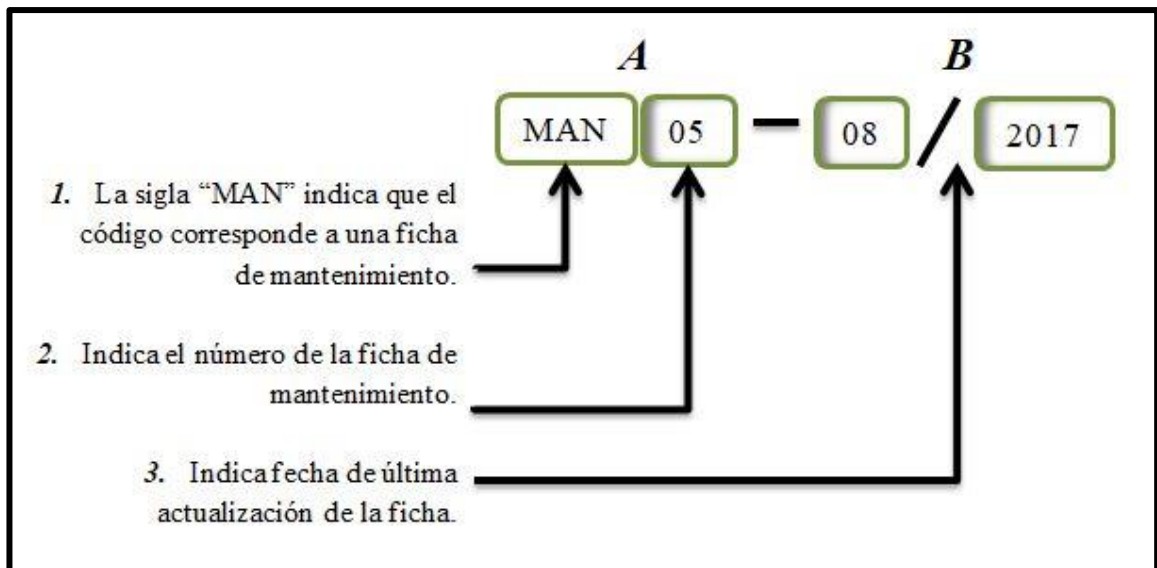
MÁQUINA	
CIN	CINTA, BANDA TRANSPORTADORA
COM	COMPRESOR
DOS	MULTICABEZAL DOSIFICADOR, SISTEMA DOSIFICADOR
ELE	ELEVADOR
ENV	ENVASADORA
FRE	FREIDOR
MOL	MOLINO
SOP	SELECCIONADORA ÓPTICA
TAB	TABLERO (CORRIENTE, ALUMBRADO, CONTROL)
TAM	TAMIZ VIBRADOR
TOL	TOLVA
TOS	TOSTADOR

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-4. Códigos para cada componente

COMPONENTE	
CAD	CADENA DE TRANSMISIÓN
CIN	CINTA, BANDA TRANSPORTADORA
COR	CORREA DE TRANSMISIÓN
EXT	EXTRACTOR
FIL	FILTRO
IND	INDICADOR DE PRESIÓN, TEMPERATURA, ETC
MEZ	MEZCLADOR
MOT	MOTOR, CONJUNTO MOTORREDUCTOR
QUE	QUEMADOR
REG	REGULADOR DE PRESIÓN
ROD	RODAMIENTO
SEN	SENSOR
SIL	SILENCIADOR
SOP	SOPLADOR
SPR	SPROCKETS
SWH	SWICH DE NIVEL, PRESIÓN, TEMPERATURA, ETC
TAB	TABLERO, TABLERO DE CONTROL
TRA	TRANSMISOR DE PRESIÓN, TEMPERATURA, ETC
VAL	VÁLVULA
VAR	VARIADOR DE FRECUENCIA, VELOCIDAD, ETC
VEN	VENTILADOR

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-2. Sistema de codificación propuesto para fichas de procedimientos de mantenimiento

Los operarios y operadores técnicos deben avisar a personal de mantenimiento en caso de detectar alguna anomalía.

- Inspecciones periódicas y profundas son delegadas a los técnicos de mantenimiento y operarios técnicos.
- Actividades de medición son delegadas a los técnicos de mantenimiento.
- Revisión de componentes electromecánicos son delegadas a los técnicos de mantenimiento. Esto por la sensibilidad que pueden tener algunos componentes y porque mientras se realiza la limpieza ellos tienen mayor experticia para detectar alguna anomalía.
- Mantenimiento de tableros de fuerza y control son asignados a los técnicos de mantenimiento. Esto para evitar dañar algún componente electromecánico.

3.5 CRITERIOS PARA SELECCIONAR FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO

La frecuencia de mantenimiento puede justificarse mediante métodos estadísticos y numéricos, los cuales son desarrollados con base en el registro de paradas, tiempos de mantenimiento y todo el historial de la maquinaria. Considerando que en la planta no existen tales registros y además muchas máquinas en la planta, desde su compra, nunca han tenido fallas importantes (lo que no quiere decir que no vayan a fallar severamente en el futuro) no es posible elaborar un método lo suficientemente exacto para seleccionar la frecuencia correcta. Este punto hace significativo que, paralelamente con la puesta en marcha de este plan de mantenimiento, se comience a registrar toda la información necesaria para en un futuro poder aplicar los métodos antes mencionados.

Por lo anterior, la forma en que se decidieron las frecuencias de mantenimiento fueron en base a recomendaciones de manuales de fabricantes (en el caso de los freidores se considera la frecuencia a la carga de trabajo en la planta, puesto que las frecuencias recomendadas eran para una carga de trabajo de 24 horas, 7 días a la semana), experiencia del personal de mantenimiento y conocimientos propios obtenidos en la carrera.

3.6 PLAN DE MANTENIMIENTO A CINTAS TRANSPORTADORAS

Tabla 3-5. Ficha de planificación de mantenimiento para Cintas Transportadoras

Ficha de planificación de mantenimiento para: Cintas transportadoras.				
Código de ficha: MAN07-03/2017				
Código de equipo objetivo:				
B-S-CIN01 B-F-CIN02				
B-S-CIN02 B-F-CIN03				
B-F-CIN01				
Nombre de la actividad: Mantenimiento general a cintas transportadoras				
Objetivos:				
Mejorar la fiabilidad y aumentar la disponibilidad de las cintas transportadoras.				
Personal responsable: Personal operario técnico.				
Frecuencia: Cada 1 meses.				
Actividades de mantenimiento:				
1.-Inspeccionar estado de la banda modular.				
2.-Inspeccionar estado de los engranajes.				
3.-Inpeccionar estado de los empujadores.				
4.- Inspeccionar estado de las guardas laterales.				
5.-Verificar tensión de la banda.				
Recursos humanos:				
Valor hora operario técnico.			\$1.700	
Recursos:	Nº1.	Nº2.	Nº3.	
RRHH.	1			
Especialidad.	Técnico mecánico de nivel medio			
H/H.	0,33			
Costo total.	\$567			\$567
Materiales, herramientas y equipos:				
1.-Maleta de llaves y destornilladores.				
2.- Estetoscopio mecánico.				
3.- Linterna.				

Tabla 3-5. Ficha de planificación de mantenimiento para Cintas Transportadoras
(continuación)

Instrucciones de seguridad:
<p>1.-Se debe contar con todos los elementos de protección personal.</p> <p>2.-Debe cumplir con todas las normas HACCP.</p> <p>3.-En caso de no contar con todos los elementos de seguridad requeridos NO se debe ejecutar el procedimiento de mantenimiento.</p> <p>4.-Ante cualquier duda o si se observa que las condiciones para realizar el Procedimiento no son seguras, el Personal responsable debe acudir a el/la prevencionista de riesgos o la jefa de HACCP.</p>
Indicaciones del proceso:
<p>1.-Leer atentamente esta ficha antes de ejecutar el Procedimiento de mantenimiento. Recordar leer detenidamente y cumplir SIEMPRE las Instrucciones de seguridad.</p> <p>2.-Reunir todos los Materiales, herramientas y equipos. Éstos deben reunirse en el taller de mantenimiento.</p> <p>3.-Recordar controlar el tiempo que tarda en ejecutar la tarea de mantenimiento, empezando desde la reunión de los materiales, herramientas u equipos, hasta la finalización del procedimiento de mantenimiento.</p> <p>4.-Mientras se está ejecutando el Procedimiento siempre se debe estar atento a posibles fallas o irregularidades, tales como presencia de óxido, desgastes, filtraciones de agua o aceite, etcétera.</p> <p>5.-Recordar llenar la orden de trabajo, incluyendo el tiempo total cronometrado de la ejecución de la tarea de mantenimiento y las observaciones del estado final del equipo a mantener (en las observaciones se puede incluir recomendaciones de modificación del procedimiento indicado en esta ficha, con el objetivo de mejorar la eficiencia de éste).</p>
Procedimiento:
<p>1.- Avisar a supervisor de turno que se procederá a ejecutar mantenimiento a la cinta transportadora, de manera de evitar posibles interrupciones en el trabajo.</p>

Tabla 3-5. Ficha de planificación de mantenimiento para Cintas Transportadoras
(continuación)

- 2.-** Verificar que la cinta transportadora está desconectada de la alimentación eléctrica, si no lo está se debe desconectar. Asegurarse de que no se pueda encender accidentalmente.
- 3.-** Inspeccionar estado de las ruedas dentadas (sprockets). Verificar que están correctamente alineadas y en buenas condiciones. Identificar las ruedas que se encuentran rotas o demasiado desgastadas para luego proceder a reemplazarlas.
- 4.-** Conectar a la alimentación y encender cinta transportadora. Mediante el sistema variador de frecuencia, ajustar velocidad a la de limpieza.
- 5.-** Mientras la cinta transportadora se mueve, inspeccionar visualmente los empujadores y módulos de la banda. Verificar que no falta ningún módulo, de manera de que no se presenten separaciones entre los eslabones que pueda filtrar el producto a transportar. Identificar ubicación de los módulos que faltan o están dañados, para luego proceder a reemplazarlos.
- 6.-** Inspeccionar visualmente estado de los eslabones de la banda. Verificar que los eslabones se encuentran correctamente ensamblados a lo largo de toda la banda y que las varillas se encuentran correctamente posicionadas y no sobresalen por los costados.
- 7.-** Inspeccionar visualmente estado de las guardas laterales. Verificar que durante su recorrido las guardas laterales no se vean obstruidas.
Verificar que no falte ninguna y que estén correctamente apretadas. Si es necesario proceder a reapretar.
- 8.-** Ajustar a la velocidad normal de trabajo.
- 9.-** Con la cinta a velocidad de trabajo inspeccionar por ruidos anómalos, vibraciones excesivas o alguna otra anomalía. Si es necesario, utilizar estetoscopio mecánico. Identificar aquellos componentes que el ruido o la vibración ha revelado que se encuentran flojos y proceder reapretarlos o sustituirlos.
- 10.-** Apagar cinta transportadora. Desconectar cinta transportadora de la alimentación eléctrica.
- 11.-** Proceder a llenar orden de trabajo, indicando estado final de la cinta transportadora y las observaciones.

Fuente: Elaboración propia

3.7 PLAN DE MANTENIMIENTO AL FREIDOR CONTINUO 01

Tabla 3-6. Ficha de planificación de mantenimiento para el transportador del Freidor 01

Ficha de planificación de mantenimiento para: Freidor 01.				
Código de ficha: MAN01-03/2017.				
Código de equipo objetivo: B-F-FRE01-CIN01, B-F-FRE01-CIN02.				
Nombre de la actividad: Mantenimiento a bandas transportadoras.				
Objetivo: Mantener las bandas del transportador en condiciones adecuadas para su funcionamiento; mejorar la fiabilidad y aumentar la disponibilidad del freidor 01.				
Personal responsable: Personal operario técnico.				
Frecuencia: Cada 1 semana.				
Actividades de mantenimiento: Después de cada limpieza general: 1.-Inspeccionar visualmente. 2.-Inspeccionar tensión de las bandas principal y sumergidora. 3.-Inspeccionar transmisión del transportador. 4.-Lubricar cadena de transmisión.				
Recursos humanos:				
Valor hora operario técnico:			\$1.700	
Recursos:	N°1.	N°2.	N°3.	
RRHH:	1			
Especialidad:	Técnico de nivel medio			
H/H:	0,5			
Costo total:	\$850			\$850
Materiales, herramientas y equipos:				
1.-Maleta de llaves y destornilladores. 2.-Aceite lubricante con grado de viscosidad ISO VG 32 y categoría de servicio H1. 3.-Brocha limpia y que solo haya sido utilizada para lubricar cadenas.				

Tabla 3-6. Ficha de planificación de mantenimiento para el transportador del Freidor 01
(continuación)

Instrucciones de seguridad:
<p>1.-Se debe contar con todos los elementos de protección personal.</p> <p>2.-Debe cumplir con todas las normas HACCP.</p> <p>3.-En caso de no contar con todos los elementos de seguridad requeridos NO se debe ejecutar el procedimiento de mantenimiento.</p> <p>4.-Ante cualquier duda, el Personal responsable debe acudir a el/la prevencionista de riesgos o la jefa de HACCP.</p>
Indicaciones del proceso:
<p>1.-Leer atentamente esta ficha antes de ejecutar el Procedimiento de mantenimiento. Recordar leer detenidamente y cumplir SIEMPRE las Instrucciones de seguridad.</p> <p>2.-Reunir todos los Materiales, herramientas y equipos. Éstos deben reunirse en el taller de mantenimiento.</p> <p>3.-Recordar controlar el tiempo que tarda en ejecutar la tarea de mantenimiento, empezando desde la reunión de los materiales, herramientas u equipos, hasta la finalización del procedimiento de mantenimiento.</p> <p>4.-Mientras se está ejecutando el Procedimiento siempre se debe estar atento a posibles fallas o irregularidades, tales como presencia de óxido, desgastes, filtraciones de agua o aceite, etcétera.</p> <p>5.-Recordar llenar la orden de trabajo, incluyendo el tiempo total cronometrado de la ejecución de la tarea de mantenimiento y las observaciones del estado final del equipo a mantener (en las observaciones se puede incluir recomendaciones de modificación del procedimiento indicado en esta ficha, con el objetivo de mejorar la eficiencia de éste).</p>

Tabla 3-6. Ficha de planificación de mantenimiento para el transportador del Freidor 01
(continuación)

Procedimiento:
<p>1.- Comprobar que acaba de finalizar la limpieza general al freidor 01.</p> <p>2.- Avisar a supervisor de turno que se procederá a ejecutar mantenimiento al freidor 01, de manera de evitar interrupciones durante el mantenimiento.</p> <p>3.- Mediante el panel de control, observar que todos los componentes del freidor 01 se encuentran apagados. Luego proceder a desconectar los que no lo están.</p> <p>4.- Desenergizar el freidor 01 manipulando el panel eléctrico.</p> <p>5.- Sujutando las manijas, levantar cubierta del freidor. Luego, observando los niveles de burbuja que se encuentran en el borde de la paila, verificar su horizontalidad.</p> <p>6.- Verificar que los canales de ventilación en los bordes frontales de la paila se encuentren limpios y sin obstrucciones.</p> <p>7.- Verificar que las aletas que se encargan de empujar el producto se encuentran sin juego y firmemente unidas a la banda sumergidora.</p> <p>8.- Verificar tensión de las bandas transportadoras sumergidora y de salida. En caso de necesitar ajustar la tensión de alguna de las bandas se deben soltar los pernos de sujeción a ambos lados del transportador, cerca del chute de descarga. Ambos pernos deben tener la misma medida al finalizar el ajuste.</p> <p>9.- Encender el transportador y ajustar velocidad a la de trabajo, manipulando el panel de control del freidor.</p> <p>10.- Inspeccionar visualmente la banda transportadora. Verificar ruido durante el funcionamiento. Además verificar estado de las rejillas de ambas bandas y la distancia con el raspador y el chute de descarga.</p> <p>11.- Inspeccionar visualmente estado y funcionamiento del engranaje de la transmisión del transportador. Verificar el correcto engrane con la cadena de transmisión.</p> <p>12.- Apagar la cinta transportadora desde el panel de control.</p> <p>13.- Utilizando la brocha, lubricar cadena de transmisión con el aceite especial para cadenas <i>Shell Cassida Fluid HF 32</i>. Una vez lubricada la cadena, encender el transportador por uno a dos minutos para que el lubricante penetre correctamente entre los eslabones, luego se debe volver a apagar el transportador.</p> <p>14.- Volver a bajar la cubierta del freidor.</p>

Tabla 3-6. Ficha de planificación de mantenimiento para el transportador del Freidor 01
(continuación)

<p>15.-Avisar a supervisor que se ha finalizado la actividad de mantenimiento al freidor 01.</p> <p>16.-Proceder a llenar orden de trabajo, indicando estado final del transportador y las observaciones.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-7. Ficha de planificación de mantenimiento para el tren de combustión del Freidor 01

<p>Ficha de planificación de mantenimiento para: Freidor 01.</p> <p>Código de ficha: MAN02-04/2017.</p> <p>Código de equipo objetivo: B-F-FRE01-QUE01, B-F-FRE01-SOP01.</p>
<p>Nombre de la actividad: Inspección y mantenimiento a tren de combustión.</p>
<p>Objetivos: Mejorar la fiabilidad y aumentar la disponibilidad del freidor 01, mediante el mantenimiento a su tren de combustión.</p>
<p>Personal responsable: Personal técnico de nivel superior.</p>
<p>Frecuencia: Cada 1 mes.</p>
<p>Actividades de mantenimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.-Inspeccionar estado de los componentes del tren de alimentación de aire de combustión. 2.-Inspeccionar estado de los componentes del tren de alimentación de gas. 3.- Inspeccionar funcionamiento y estado de los componentes del quemador. 4.- Inspeccionar funcionamiento y estado del soplador.

Tabla 3-7. Ficha de planificación de mantenimiento para el tren de combustión del Freidor 01 (continuación)

Recursos humanos:				
Valor hora técnico nivel superior.			\$3.500	
Recursos:	N°1.	N°2.	N°3.	
RRHH.	1			
Especialidad.	Técnico mecánico de nivel superior			
H/H.	0,5			
Costo total.	\$1.750			\$1.750
Materiales, herramientas y equipos:				
<p>1.-Maleta de llaves y destornilladores.</p> <p>2.-Paños de algodón, secos y limpios.</p> <p>3.-Pistola de aire comprimido.</p> <p>4.- Linterna.</p>				
Instrucciones de seguridad:				
<p>1.-Se debe contar con todos los elementos de protección personal.</p> <p>2.-Debe cumplir con todas las normas HACCP.</p> <p>3.-En caso de no contar con todos los elementos de seguridad requeridos NO se debe ejecutar el procedimiento de mantenimiento.</p> <p>4.-Ante cualquier duda, el Personal responsable debe acudir a el/la prevencionista de riesgos o la jefa de HACCP.</p>				
Indicaciones del proceso:				
<p>1.-Leer atentamente esta ficha antes de ejecutar el Procedimiento de mantenimiento. Recordar leer detenidamente y cumplir SIEMPRE las Instrucciones de seguridad.</p> <p>2.-Reunir todos los Materiales, herramientas y equipos. Éstos deben reunirse en el taller de mantenimiento.</p> <p>3.-Recordar controlar el tiempo que tarda en ejecutar la tarea de mantenimiento, empezando desde la reunión de los materiales, herramientas u equipos, hasta la finalización del procedimiento de mantenimiento.</p> <p>4.-Mientras se está ejecutando el Procedimiento siempre se debe estar atento a posibles fallas o irregularidades, tales como presencia de óxido, desgastes, filtraciones de agua o aceite, etcétera.</p>				

Tabla 3-7. Ficha de planificación de mantenimiento para el tren de combustión del Freidor 01 (continuación)

<p>5.-Recordar llenar la orden de trabajo, incluyendo el tiempo total cronometrado de la ejecución de la tarea de mantenimiento y las observaciones del estado final del equipo a mantener (en las observaciones se puede incluir recomendaciones de modificación del procedimiento indicado en esta ficha, con el objetivo de mejorar la eficiencia de éste).</p>
<p>Procedimiento:</p>
<p>1.- Comprobar con el supervisor de producción de turno y el operador del freidor, que este se encuentra fuera de funcionamiento desde hace al menos 1 hora, de manera de trabajar con el freidor a una temperatura segura. Verificar temperatura del freidor 01 en el panel de control. Para continuar con este procedimiento, la temperatura debe ser igual o menor a 30°C.</p> <p>2.- Comprobar, preguntado al operador del freidor, y también visualmente, que se ha purgado el aceite del freidor 01.</p> <p>3.- Avisar a supervisor de turno que se procederá a ejecutar mantenimiento al freidor 01, de manera de evitar interrupciones durante el mantenimiento.</p> <p>4.- Mediante el panel de control, observar que todos los componentes del freidor 01 se encuentran apagados. Luego proceder a desconectar los que no lo están.</p> <p>5.- Desenergizar el freidor 01 manipulando el panel eléctrico.</p> <p>6.- Inspeccionar válvulas: verificar que todas las partes del sistema y de la válvula a inspeccionar estén cerradas o bloqueadas. Luego, verificar estado de las uniones entre el bonete y el cuerpo de todas las válvulas. Reapretar ligeramente en el caso de las válvulas donde sus bonetes sean atornillados, apernados o con abrazaderas.</p> <p>7.- Verificar estado de todas las tuberías del tren de combustión: verificar la posible presencia de corrosión, estado de la pintura y conexiones con las distintas válvulas, electroválvulas, reguladores de flujo, reguladores de presión y mezcladores de potencia.</p> <p>8.- Abrir las bandejas que cubren el cuerpo del quemador.</p> <p>9.- Verificar que los detectores de llama (electrodos de ionización) ubicados a ambos costados del quemador (placas terminales del quemador) se encuentran en buenas condiciones y limpios. Verificar también que no están en contacto con el quemador ni con algún otro elemento.</p> <p>10.- Verificar visualmente el estado del cableado conectado a las placas terminales del quemador. Recordar que el freidor debe estar desenergizado.</p>

Tabla 3-7. Ficha de planificación de mantenimiento para el tren de combustión del Freidor 01 (continuación)

- 11.-** Verificar estado del cuerpo del quemador: inspeccionar visualmente superficie del cuerpo del quemador y estado de los tornillos que unen y sostienen las aletas.
- 12.-** Con la ayuda del paño, limpiar suavemente las boquillas del quemador. Si existen dificultades para retirar alguna suciedad, se puede utilizar la pistola de aire comprimido sin aplicar demasiada presión.
- 13.-** Manipulando el panel de control, energizar y encender el freidor.
- 14.-** Manipulando el panel de control, iniciar el ciclo de encendido del quemador.
- 15.-** Inspeccionar estado de funcionamiento del soplador: verificar estado de las conexiones de la toma de aire y salida de aire para la combustión. Verificar que la presión indicada en el manómetro se encuentre entre 15 y 20" w/c (inch water column).
- 16.-** Inspeccionar todo el tren de combustión en busca de presencia de eventuales fugas: verificar válvulas y manifolds de los sub-trenes de combustión de aire y de gas. También inspeccionar el estado de la pintura y de las conexiones con la entrada de aire y gas, y con las salidas de alimentación al mezclador.
- 17.-** Sin tocar los componentes del quemador, observar las flamas del quemador, éstas no deben sobresalir del cuerpo del quemador.
- 18.-** Apagar el quemador. Desenergizar el freidor manipulando el panel de control.
- 19.-** Volver a cerrar las bandejas que cubren el cuerpo del quemador
- 20.-** Avisar a supervisor que se ha finalizado la actividad de mantenimiento.
- 21.-** Proceder a llenar orden de trabajo, indicando el estado final del freidor y las observaciones.

Fuente: Elaboración propia

3.8 PLAN DE MANTENIMIENTO AL FREIDOR CONTINUO 02

Tabla 3-8. Ficha de Planificación de Mantenimiento para el transportador del Freidor 02

Ficha de planificación de mantenimiento para: Freidor 02.			
Código de ficha: MAN03-04/2017.			
Código de equipo objetivo:			
B-F-FRE02-CIN01			
B-F-FRE02-CIN02			
B-F-FRE02-CAD01			
Nombre de la actividad: Mantenimiento a bandas transportadoras.			
Objetivo: Mantener las bandas del transportador en condiciones adecuadas para su funcionamiento; mejorar la fiabilidad y aumentar la disponibilidad del freidor 02.			
Personal responsable: Personal operario técnico.			
Frecuencia: Cada 1 semana.			
Actividades de mantenimiento:			
Después de cada limpieza general:			
1.-Inspeccionar visualmente componentes principales.			
2.-Inspeccionar tensión de las bandas principal y de sedimento.			
3.-Inspeccionar transmisión del transportador.			
4.-Lubricar cadena de transmisión.			
Recursos humanos:			
Valor hora operario técnico:			\$1.700
Recursos:	N°1.	N°2.	N°3.
RRHH:	1		
Especialidad:	Técnico mecánico de nivel medio		
H/H:	0,5		
Costo total:	\$850		\$850
Materiales, herramientas y equipos:			
1.-Maleta de llaves y destornilladores.			
2.-Aceite lubricante con grado de viscosidad ISO VG 32 y categoría de servicio H1.			
3.-Brocha limpia y que solo haya sido utilizada para lubricar cadenas.			
4.- Linterna.			

Tabla 3-8. Ficha de Planificación de Mantenimiento para el transportador del Freidor 02
(continuación)

Instrucciones de seguridad:
<ol style="list-style-type: none">1.-Se debe contar con todos los elementos de protección personal.2.-Debe cumplir con todas las normas HACCP.3.-En caso de no contar con todos los elementos de seguridad requeridos NO se debe ejecutar el procedimiento de mantenimiento.4.-Ante cualquier duda, el Personal responsable debe acudir a el/la prevencionista de riesgos o la jefa de HACCP.
Indicaciones del proceso:
<ol style="list-style-type: none">1.-Leer atentamente esta ficha antes de ejecutar el Procedimiento de mantenimiento. Recordar leer detenidamente y cumplir SIEMPRE las Instrucciones de seguridad.2.-Reunir todos los Materiales, herramientas y equipos. Éstos deben reunirse en el taller de mantenimiento.3.-Recordar controlar el tiempo que tarda en ejecutar la tarea de mantenimiento, empezando desde la reunión de los materiales, herramientas u equipos, hasta la finalización del procedimiento de mantenimiento.4.-Mientras se está ejecutando el Procedimiento siempre se debe estar atento a posibles fallas o irregularidades, tales como presencia de óxido, desgastes, filtraciones de agua o aceite, etcétera.5.-Recordar llenar la orden de trabajo, incluyendo el tiempo total cronometrado de la ejecución de la tarea de mantenimiento y las observaciones del estado final del equipo a mantener (en las observaciones se puede incluir recomendaciones de modificación del procedimiento indicado en esta ficha, con el objetivo de mejorar la eficiencia de éste).

Tabla 3-8. Ficha de Planificación de Mantenimiento para el transportador del Freidor 02
(continuación)

Procedimiento:
<p>1.- Comprobar que acaba de finalizar la limpieza general al freidor 02.</p> <p>2.- Avisar a supervisor de turno que se procederá a ejecutar mantenimiento al freidor 02, de manera de evitar interrupciones durante el mantenimiento.</p> <p>3.- Mediante el panel de control, observar que el freidor 02 se encuentra apagado.</p> <p>4.- Manipulando la botonera de las columnas de elevación, levantar la cubierta para tener acceso al transportador.</p> <p>5.- Desenergizar el freidor 02 manipulando el panel eléctrico.</p> <p>6.- Abrir las bandejas inferiores para tener acceso a la banda transportadora de sedimento y a la transmisión.</p> <p>7.- Inspeccionar banda transportadora principal: verificar limpieza y que la superficie se encuentre libre de obstrucciones que impidan el paso de sedimento como el “polvo de maní” a la banda inferior.</p> <p>8.- Verificar tensión de la banda transportadora principal: verificar que la banda tenga un pequeño juego justo en el punto donde se genera el ángulo hacia la salida al enfriador. En caso de necesitar ajustar la tensión de alguna de las bandas se deben soltar los pernos de sujeción a ambos lados del transportador. Ambos pernos deben tener la misma medida al finalizar el ajuste.</p> <p>9.- Con ayuda de la linterna, inspeccionar banda transportadora de sedimento: verificar limpieza y que las aletas que empujan el sedimento se encuentren firmes a la banda.</p> <p>10.- Verificar tensión de la banda transportadora de sedimento: al igual que la banda superior, la tensión de ésta tampoco debe ser excesiva. La banda puede ajustarse mediante los pernos de sujeción cerca de los descansos.</p> <p>11.- Conectar a la corriente y encender el transportador y ajustar velocidad a la de trabajo, manipulando el panel de control del freidor y la botonera del transportador.</p> <p>12.- Inspeccionar visualmente la banda transportadora. Verificar ruido durante el funcionamiento.</p> <p>13.- Inspeccionar visualmente estado y funcionamiento del engranaje de la transmisión del transportador. Verificar el correcto engrane con la cadena de transmisión.</p> <p>14.- Apagar transportador.</p>

Tabla 3-8. Ficha de Planificación de Mantenimiento para el transportador del Freidor 02
(continuación)

<p>15.-Utilizando la brocha, lubricar cadena de transmisión con el aceite para cadenas <i>Shell Cassida Fluid HF 32</i>. Una vez lubricada la cadena, encender el transportador por uno a dos minutos para que el lubricante penetre correctamente entre los eslabones, luego se debe volver a apagar el transportador.</p> <p>16.-Volver a bajar la cubierta del freidor.</p> <p>17.- Cerrar bandejas inferiores</p> <p>18.- Desenergizar freidor de la corriente eléctrica.</p> <p>19.-Avisar a supervisor que se ha finalizado la actividad de mantenimiento al freidor 02.</p> <p>20.-Proceder a llenar orden de trabajo, indicando estado final del transportador y las observaciones.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-9. Ficha de planificación de mantenimiento para el Enfriador Continuo

<p>Ficha de planificación de mantenimiento para: Freidor 02.</p> <p>Código de ficha: MAN04-04/2017.</p> <p>Código de equipo objetivo: B-F-FRE02-CIN03, B-F-FRE02-CIN04, B-F-FRE02-SOP04.</p>
<p>Nombre de la actividad: Inspección general al enfriador continuo.</p>
<p>Objetivos: Mejorar la fiabilidad y aumentar la disponibilidad del freidor 02, mediante el mantenimiento al enfriador continuo.</p>
<p>Personal responsable: Personal operario técnico.</p>
<p>Frecuencia: Cada 2 semanas.</p>
<p>Actividades de mantenimiento: 1.- Inspeccionar estado de las bandas transportadoras. 2.- Inspeccionar transmisión del soplador.</p>

Tabla 3-9. Ficha de planificación de mantenimiento para el Enfriador Continuo
(continuación)

Recursos humanos:				
Valor hora técnico nivel superior.			\$1.700	
Recursos:	N°1.	N°2.	N°3.	
RRHH.	1			
Especialidad.	Técnico de nivel Superior			
H/H.	0,5			
Costo total.	\$850			\$850
Materiales, herramientas y equipos:				
<ol style="list-style-type: none"> 1.- Linterna 2.- Maleta de llaves y destornilladores 3.- Regla metálica 50 cm 4.- Paños de algodón, secos y limpios. 5.-Pistola de aire comprimido. 				
Instrucciones de seguridad:				
<ol style="list-style-type: none"> 1.-Se debe contar con todos los elementos de protección personal. 2.-Debe cumplir con todas las normas HACCP. 3.-En caso de no contar con todos los elementos de seguridad requeridos NO se debe ejecutar el procedimiento de mantenimiento. 4.-Ante cualquier duda, el Personal responsable debe acudir a el/la prevencionista de riesgos o la jefa de HACCP. 				

Tabla 3-9. Ficha de planificación de mantenimiento para el Enfriador Continuo
(continuación)

Indicaciones del proceso:
<p>1.-Leer atentamente esta ficha antes de ejecutar el Procedimiento de mantenimiento. Recordar leer detenidamente y cumplir SIEMPRE las Instrucciones de seguridad.</p> <p>2.-Reunir todos los Materiales, herramientas y equipos. Éstos deben reunirse en el taller de mantenimiento.</p> <p>3.-Recordar controlar el tiempo que tarda en ejecutar la tarea de mantenimiento, empezando desde la reunión de los materiales, herramientas u equipos, hasta la finalización del procedimiento de mantenimiento.</p> <p>4.-Mientras se está ejecutando el Procedimiento siempre se debe estar atento a posibles fallas o irregularidades, tales como presencia de óxido, desgastes, filtraciones de agua o aceite, etcétera.</p> <p>5.-Recordar llenar la orden de trabajo, incluyendo el tiempo total cronometrado de la ejecución de la tarea de mantenimiento y las observaciones del estado final del equipo a mantener (en las observaciones se puede incluir recomendaciones de modificación del procedimiento indicado en esta ficha, con el objetivo de mejorar la eficiencia de éste).</p>
Procedimiento:
<p>1.- Comprobar con el supervisor de turno y el operador del freidor, que este se encuentra fuera de funcionamiento desde hace al menos 1 hora, de manera de trabajar con el freidor a una temperatura segura. Verificar temperatura del freidor 02 en el panel de control. Para continuar con este procedimiento, la temperatura debe ser igual o menor a 30°C.</p> <p>2.- Comprobar, preguntado al operador del freidor, y también visualmente, que se ha purgado el aceite del freidor 02.</p> <p>3.- Avisar a supervisor de turno que se procederá a ejecutar mantenimiento al freidor 02.</p> <p>4.- Mediante el panel de control, observar que todos los componentes del freidor 02 se encuentran apagados. Luego proceder a desconectar los que no lo están.</p> <p>5.- Desenergizar el freidor 02 manipulando el panel eléctrico.</p> <p>6.- Abrir las cuatro bandejas de la cubierta del enfriador por ambos costados, de modo que pueda observarse el soplador.</p>

Tabla 3-9. Ficha de planificación de mantenimiento para el Enfriador Continuo
(continuación)

- 7.-** Con ayuda de la linterna, inspeccionar superficie de las bandas transportadoras (principal y de salida): verificar el estado y correcto engrane de los rodillos conductores. También, verificar que las perforaciones de su superficie no estén obstruidas. Si lo están, una vez terminado el procedimiento, avisar a supervisor de producción para que en la limpieza general se hagan esfuerzos en eliminar las obstrucciones.
- 8.-** Utilizando juego de llaves inglesas, desmontar la guarda de la transmisión del soplador. Se debe prevenir la pérdida de los pernos y tuercas. Tanto la guarda como los pernos y tuercas deben ser ubicados en un lugar previamente seleccionado, que no obstruya el acceso y la visión hacia la transmisión.
- 9.-** Inspeccionar visualmente la guarda de la transmisión en busca de suciedad por fugas de lubricante, presencia de óxido o desgaste (la eventual presencia de desgaste puede ser consecuencia del roce con los elementos de la transmisión).
- 10.-** Con la pistola de aire comprimido y el paño seco, limpiar las celdas de la guarda
- 11.-** Inspeccionar correa de transmisión en busca de posibles grietas, roturas, quemaduras, superficies con textura escamosa, pegajosa o hinchada o cualquier otra anomalía que permita reconocer alguna avería.
- 12.-** Utilizando la regla, inspeccionar alineación entre las poleas.
Alinear la regla a lo largo de ambas poleas de modo que toque sus caras laterales. Si se produce una holgura entre el lado liso de alguna de las 2 poleas y la regla, entonces sí existe una desalineación.
- 13.-** Limpiar conjunto de transmisión con el paño.
- 14.-** Volver a colocar y atornillar guarda de la transmisión.
- 15.-** Manipulando el panel eléctrico, energizar el freidor 02.
- 16.-** Mediante el panel de control, encender el enfriador continuo. Observar y escuchar funcionamiento de la transmisión, verificando la eventual presencia de vibración o alguna otra anomalía.
- 17.-** Apagar y desenergizar el freidor 02 manipulando el panel eléctrico.
- 18.-** Avisar a supervisor que se ha finalizado la actividad de mantenimiento.
- 19.-** Proceder a llenar orden de trabajo, indicando estado final de la cinta transportadora y las observaciones.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-10. Ficha de planificación de mantenimiento para el tren de combustión del Freidor 02

Ficha de planificación de mantenimiento para: Freidor 02.				
Código de ficha: MAN05-04/2017.				
Código de equipo objetivo: B-F-FRE02-QUE01, B-F-FRE02-QUE02, B-F-FRE02-SOP01, B-F-FRE02-SOP02.				
Nombre de la actividad: Inspección y mantenimiento a tren de combustión.				
Objetivos: Mejorar la fiabilidad y aumentar la disponibilidad del freidor 02, mediante el mantenimiento a su tren de combustión.				
Personal responsable: Personal técnico de nivel superior.				
Frecuencia: Cada 1 mes.				
Actividades de mantenimiento: 1.-Inspeccionar estado de todos los componentes del tren de combustión. 3.- Inspeccionar funcionamiento y estado de los componentes de los quemadores. 4.- Inspeccionar estado y limpieza de los sopladores y quemadores.				
Recursos humanos:				
Valor hora técnico nivel superior.				\$3.500
Recursos:	N°1.	N°2.	N°3.	
RRHH.	1			
Especialidad.	Técnico mecánico de nivel superior			
H/H.	0,5			
Costo total.	\$1.750			\$1.750
Materiales, herramientas y equipos:				
1.-Maleta de llaves y destornilladores. 2.-Paños de algodón, secos y limpios. 3.-Pistola de aire comprimido. 4.- Linterna.				

Tabla 3-10. Ficha de planificación de mantenimiento para el tren de combustión del Freidor 02 (continuación)

Instrucciones de seguridad
<p>1.-Se debe contar con todos los elementos de protección personal.</p> <p>2.-Debe cumplir con todas las normas HACCP.</p> <p>3.-En caso de no contar con todos los elementos de seguridad requeridos NO se debe ejecutar el procedimiento de mantenimiento.</p> <p>4.-Ante cualquier duda, el Personal responsable debe acudir a el/la prevencionista de riesgos o la jefa de HACCP.</p>
Indicaciones del proceso:
<p>1.-Leer atentamente esta ficha antes de ejecutar el Procedimiento de mantenimiento. Recordar leer detenidamente y cumplir SIEMPRE las Instrucciones de seguridad.</p> <p>2.-Reunir todos los Materiales, herramientas y equipos. Éstos deben reunirse en el taller de mantenimiento.</p> <p>3.-Recordar controlar el tiempo que tarda en ejecutar la tarea de mantenimiento, empezando desde la reunión de los materiales, herramientas u equipos, hasta la finalización del procedimiento de mantenimiento.</p> <p>4.-Mientras se está ejecutando el Procedimiento siempre se debe estar atento a posibles fallas o irregularidades, tales como presencia de óxido, desgastes, filtraciones de agua o aceite, etcétera.</p> <p>5.-Recordar llenar la orden de trabajo, incluyendo el tiempo total cronometrado de la ejecución de la tarea de mantenimiento y las observaciones del estado final del equipo a mantener (en las observaciones se puede incluir recomendaciones de modificación del procedimiento indicado en esta ficha, con el objetivo de mejorar la eficiencia de éste).</p>
Procedimiento:
<p>1.- Comprobar con el supervisor de turno y el operador del freidor, que este se encuentra fuera de funcionamiento desde hace al menos 1 hora, de manera de trabajar con el freidor a una temperatura segura. Verificar temperatura del freidor 02 en el panel de control. Para continuar con este procedimiento, la temperatura debe ser igual o menor a 30°C.</p>

Tabla 3-10. Ficha de planificación de mantenimiento para el tren de combustión del Freidor 02 (continuación)

- 2.- Comprobar, preguntado al operador del freidor, y también visualmente, que se ha purgado el aceite del freidor 02.
- 3.- Avisar a supervisor de turno que se procederá a ejecutar mantenimiento al freidor 02, de manera de evitar interrupciones durante el mantenimiento.
- 4.- Mediante el panel de control, observar que todos los componentes del freidor 02 se encuentran apagados. Luego proceder a desconectar los que no lo están.
- 5.- Desenergizar el freidor 02 manipulando el panel eléctrico.
- 6.- Retirar las bandejas para tener una mejor visión del tren de combustión.
- 7.- Inspeccionar válvulas: verificar que todas las partes del sistema y de la válvula a inspeccionar estén cerradas o bloqueadas. Luego, verificar estado de las uniones entre el bonete y el cuerpo de todas las válvulas. Reapretar ligeramente en el caso de las válvulas donde sus bonetes sean atornillados, apernados o con abrazaderas.
- 8.- Verificar estado de todas las tuberías del tren de combustión: verificar la posible presencia de corrosión, estado de la pintura y conexiones con las distintas válvulas, electroválvulas, reguladores de flujo, reguladores de presión y mezcladores de potencia.
- 9.- Inspeccionar estado y limpieza de la toma de aire para la combustión tanto del soplador ubicado en la zona de descarga como la de alimentación al enfriador.
- 10.- Verificar que los sensores de llama ubicados a ambos costados de cada quemador (placas terminales del quemador) se encuentran en buenas condiciones y limpios. Verificar también que no están en contacto con el quemador ni con algún otro elemento.
- 11.- Verificar visualmente el estado del cuerpo de los quemadores y el cableado conectado a sus placas terminales. Recordar que el freidor debe estar desenergizado.
- 12.- Con la ayuda del paño, limpiar suavemente las boquillas de los quemadores. Si existen dificultades para retirar alguna suciedad, se puede utilizar la pistola de aire comprimido sin aplicar demasiada presión.
- 13.- Manipulando el panel de control, energizar y encender el freidor.
- 14.- Manipulando el panel de control, iniciar el ciclo de encendido de los quemadores.

Tabla 3-10. Ficha de planificación de mantenimiento para el tren de combustión del Freidor 02 (continuación)

- 15.-** Inspeccionar el tren de combustión en busca de presencia de eventuales fugas.
- 16.-** Sin tocar los componentes de los quemadores, observar las flamas de los quemadores, éstas deben ser de color azul y de igual tamaño entre ambos quemadores, y no deben sobresalir del largo de sus aletas laterales.
- 17.-** Apagar y desenergizar el freidor manipulando el panel de control.
- 18.-** Volver a colocar las bandejas que cubren el tren de combustión
- 19.-** Avisar a supervisor que se ha finalizado la actividad de mantenimiento.
- 20.-** Proceder a llenar orden de trabajo, indicando el estado del freidor y observaciones.

Fuente: Elaboración propia

3.9 PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL A MOTORES ELÉCTRICOS

Tabla 3-11. Lista de Motores Eléctricos en línea de proceso de freído

Lista de motores para su mantenimiento			
Código	Especificaciones	Ubicación	Función
B-F-FRE01-MOT01	LEESON 1/4 HP 1425 RPM	Canales de ventilación sobre freidor 01	Extractor de vapores
B-F-FRE01-MOT02	BALDOR DC MONOFÁSICO 1/2 HP 1750 RPM (motorreductor NORD)	Transportador freidor 01	Movimiento Banda
B-F-FRE01-MOT03	AMETEK AC 1/2 HP 2800 RPM	Tren de combustión freidor 01	Soplador de aire de combustión
B-F-FRE01-MOT04	ECLIPSE AC 1/10 HP 3400 RPM	Tren de combustión freidor 01	Soplador-mezclador de aire-gas
B-F-FRE02-MOT01	NORD 1/2 HP 1425 RPM (motorreductor)	Banda transportadora principal freidor 02	Movimiento de la banda
B-F-FRE02-MOT02	BODINE 1/4 HP 250 RPM (motorreductor)	Banda transportadora sedimento freidor 02	Movimiento de la banda
B-F-FRE02-MOT03	BALDOR 1-1/2 HP 1425 RPM	Transportador freidor 02	Sistema de elevación cubierta
B-F-FRE02-MOT04	BALDOR 3/4 HP 1425 RPM	Cubierta transportador freidor 02	Extractor de vapores
B-F-FRE02-MOT05	NORD AC 1/4 HP 1750 RPM (motorreductor)	Enfriador continuo freidor 02	Movimiento banda de salida enfriador
B-F-FRE02-MOT06	NORD AC 1/4 HP 1750 RPM (motorreductor)	Enfriador continuo freidor 02	Movimiento banda principal enfriador
B-F-FRE02-MOT07	BALDOR AC 3 HP 1450 RPM	Enfriador continuo freidor 02	Soplador del enfriador
B-F-FRE02-MOT08	LEESON AC 1/4 HP 1425 RPM	Canales de ventilación sobre freidor 02	Extractor de vapores

Tabla 3-11. Lista de Motores Eléctricos en línea de proceso de freído (continuación)

B-F-FRE02-MOT09	ECLIPSE AC 1/8 HP 3300 RPM	Tren de combustión freidor 02	Soplador-mezclador de aire-gas 01
B-F-FRE02-MOT10	ECLIPSE AC 1/8 HP 3300 RPM	Tren de combustión freidor 02	Soplador-mezclador de aire-gas 02
B-F-FRE02-MOT11	DAYTON DC 1/15 HP 1755 RPM (motorreductor)	Salador rotatorio salida freidor 02	Dosificación sal
B-S-CIN01-MOT01	VARVEL AC 1HP 1400 RPM (motorreductor)	Área de selección	Entrada materia prima hacia la seleccionadora óptica
B-S-CIN02-MOT01	SEW AC 1,5 HP 1400 RPM (motorreductor)	Área de selección	Salida seleccionadora óptica hacia tolva de materia prima seleccionada
B-S-CIN03-MOT01	SEW AC 1,5 HP 1400 RPM (motorreductor)	Área de selección	Salida tolva de materia prima seleccionada
B-F-CIN01-MOT01	VARVEL AC 1 HP 1400 RPM (motorreductor)	Entrada freidores	Alimentación materia prima a freidores
B-F-CIN02-MOT01	VARVEL AC 1 HP 1400 RPM (motorreductor)	Salida freidor 01	Salida producto frito freidor 01
B-F-CIN03-MOT01	VARVEL AC 1,5 HP 1400 RPM (motorreductor)	Salida freidor 02	Salida producto frito freidor 02

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-12. Ficha de planificación de mantenimiento para motores eléctricos

<p>Ficha de planificación de mantenimiento para: Motores eléctricos.</p> <p>Código de ficha: MAN06-03/2017.</p> <p>Código de equipo objetivo: mantenimiento de carácter general.</p>
<p>Nombre de la actividad: Mantenimiento general a motores eléctricos</p>
<p>Objetivos:</p> <p>Mejorar la fiabilidad y aumentar la disponibilidad de los equipos, mediante el mantenimiento a sus motores eléctricos.</p>

Tabla 3-12. Ficha de planificación de mantenimiento para motores eléctricos
(continuación)

Personal responsable: Técnico de nivel superior				
Frecuencia: Cada 6 meses				
Actividades de mantenimiento:				
Con el motor apagado:				
1.- Medir niveles de aislamiento.				
2.- Inspeccionar, reapretar tornillos y limpiar caja de conexiones.				
3.- Limpiar motor.				
Con el motor encendido:				
1.- Inspeccionar visualmente.				
2.- Inspeccionar presencia de ruidos anómalos.				
3.- Medir temperatura de funcionamiento.				
Recursos humanos:				
Valor hora técnico nivel superior.			\$3.500	
Recursos:	N°1.	N°2.	N°3.	
RRHH:	1			
Especialidad:	Técnico mecánico de nivel superior			
H/H:	0,5			
Costo total:	\$1.750			\$1.750
Materiales, herramientas y equipos:				
1.- Maleta de llaves y destornilladores.				
2.- Estetoscopio mecánico.				
3.- Megger.				
4.- Cables conductores positivo y negativo.				
5.- Termómetro infrarrojo.				
6.- Paños de algodón, secos y limpios.				
7.- Pistola de aire comprimido.				

Tabla 3-12. Ficha de planificación de mantenimiento para motores eléctricos
(continuación)

Instrucciones de seguridad:
<p>1.-Se debe contar con todos los elementos de protección personal, incluyendo guantes dieléctricos.</p> <p>2.-Debe cumplir con todas las normas HACCP.</p> <p>3.-En caso de no contar con todos los elementos de seguridad requeridos NO se debe ejecutar el procedimiento de mantenimiento.</p> <p>4.-Ante cualquier duda, el Personal responsable debe acudir a el/la prevencionista de riesgos o la jefa de HACCP.</p>
Indicaciones del proceso:
<p>1.-Leer atentamente esta ficha antes de ejecutar el Procedimiento de mantenimiento. Recordar leer detenidamente y cumplir SIEMPRE las Instrucciones de seguridad.</p> <p>2.-Reunir todos los Materiales, herramientas y equipos. Éstos deben reunirse en el taller de mantenimiento.</p> <p>3.-Recordar controlar el tiempo que tarda en ejecutar la tarea de mantenimiento, empezando desde la reunión de los materiales, herramientas u equipos, hasta la finalización del procedimiento de mantenimiento.</p> <p>4.-Mientras se está ejecutando el Procedimiento siempre se debe estar atento a posibles fallas o irregularidades, tales como presencia de óxido, desgastes, filtraciones de agua o aceite, etcétera.</p> <p>5.-Recordar llenar la orden de trabajo, incluyendo el tiempo total cronometrado de la ejecución de la tarea de mantenimiento y las observaciones del estado final del equipo a mantener (en las observaciones se puede incluir recomendaciones de modificación del procedimiento indicado en esta ficha, con el objetivo de mejorar la eficiencia de éste).</p>

Tabla 3-12. Ficha de planificación de mantenimiento para motores eléctricos
(continuación)

Procedimiento:
<p>1.- Avisar a supervisor de turno que se procederá a ejecutar mantenimiento al equipo donde se encuentra el motor, de manera de evitar posibles interrupciones en el trabajo.</p> <p>2.- Verificar que el equipo en el que se encuentra el motor eléctrico esté desconectado de la corriente eléctrica, si no lo está se debe desconectar.</p> <p>3.- Inspeccionar: buscar la presencia de desgaste en la pintura, presencia de óxido, estado de los retenes del reductor, fugas de aceite u alguna otra anomalía.</p> <p>4.- Usando la pistola de aire comprimido, soplar suciedad almacenada en la tapa deflectora y aletas de refrigeración.</p> <p>5.- Retirar tapa deflectora. Con pistola de aire comprimido limpiar cara interior de la tapa deflectora.</p> <p>6.- Usando un paño de algodón limpio y seco limpiar aletas de ventilación.</p> <p>7.- Volver a instalar tapa deflectora.</p> <p>8.- Retirar tapa de la caja de conexiones. Verificar estado de los cables y contactos de la regleta de bornes.</p> <p>9.- Con un paño de algodón limpio y seco, limpiar delicadamente interior de la caja de conexiones y reapretar tornillos de la regleta de bornes.</p> <p>10.- Equipar guantes dieléctricos. Conectar cables positivo y negativo al Megger, luego encender el instrumento y ajustar a escala de voltaje correspondiente.</p> <p>11.- Conectar terminal del cable positivo al borne U1, luego conectar cable negativo en la carcasa y comprobar aislamiento. Repetir procedimiento con borne V1 y W1 (caso motores trifásicos).</p> <p>Valores generales orientativos: Bajo 50 MΩ, "Peligroso"; 50 a 100 MΩ, "Bueno"; sobre 100 MΩ "muy bueno", conforme NBR 5383.</p> <p>En caso de obtener valores cercanos o bajo 50 MΩ NO continuar con el procedimiento. Avisar a encargado de mantenimiento para evaluar pasos a seguir.</p> <p>12.- Retirar Megger y volver a instalar la tapa de la caja de conexiones.</p> <p>13.- En caso de que el motor cuente con un reductor, revisar nivel de aceite</p> <p>14.- Limpiar con paño de algodón los restos de suciedad sobre la carcasa del motor y la caja de conexiones.</p> <p>15.- Conectar a la alimentación eléctrica y encender el motor.</p>

Tabla 3-12. Ficha de planificación de mantenimiento para motores eléctricos
(continuación)

- 16.-** Inspeccionar visualmente el motor eléctrico en funcionamiento. También, poner atención a la existencia de ruidos anómalos y vibración excesiva.
- 17.-** Con estetoscopio mecánico verificar la presencia de ruidos anómalos.
- 18.-** Para que el motor alcance su temperatura de funcionamiento, esperar 10 minutos desde la puesta en marcha (punto **14**). Con termómetro infrarrojo medir temperatura de funcionamiento. Verificar placa de datos: comparar la temperatura indicada con temperatura nominal o, en su ausencia, con temperatura máxima admisible de la clase de aislamiento.
- 19.-** Apagar motor eléctrico. Desenergizar motor u equipo al cual pertenece el motor
- 20.-** Proceder a llenar orden de trabajo, indicando estado final del motor eléctrico y observaciones.

Fuente: Elaboración propia

3.10 LUBRICACIÓN

3.10.1 Situación Actual de Lubricación

Velarde Hnos. tiene la política de lubricación de utilizar siempre grasas y aceites de grado alimenticio en toda la maquinaria de la planta que requiera lubricación, de manera de reducir el riesgo de contaminar el producto alimenticio mientras se manipula el lubricante. Además de esta ventaja, existen otras de gran importancia, como son:

- La logística se reduce: se evita tener una gran cantidad de lubricantes en los almacenes, lo cual ocupa más espacio e incrementa el tiempo de almacenamiento.
Además, se reduce el riesgo de equivocarse de lubricante por parte del personal encargado.
- Las auditorías exigen que si no se utilizan lubricantes con grado alimenticio, la empresa debe indicar detalladamente la cantidad y si los puntos de lubricación tienen algún contacto con superficies de la maquinaria por donde pasa el producto. El utilizar grasas y aceites comestibles evita que se deba presentar una gran cantidad de documentación.

Sin embargo, esta política también tiene desventajas. Las principales son las siguientes:

- El desembolso en lubricantes aumenta, considerando que éstos corresponden a aceites y grasas para usos especiales.
- En ciertos casos se pueden estar utilizando lubricantes especiales en aplicaciones convencionales; por ejemplo, se puede estar lubricando un rodamiento de poca exigencia con una grasa de alto desempeño, destinada para aplicaciones más exigentes, y con un costo superior (por ejemplo en el caso de los rodamientos de las cintas transportadoras), lo que implica un importante desperdicio de recursos.

En cuanto a los procedimientos actuales de lubricación, éste sigue la misma línea de los procedimientos generales de mantenimiento en la empresa:

- El proceso de lubricación no es programado.
- No existen registros de lubricación.
- No hay una selección adecuada del lubricante: simplemente se selecciona uno con grado alimenticio NSF H1, aprobado por la FDA, y viscosidad cinemática adecuada a la temperatura ambiental, sin tomar en cuenta las recomendaciones de los distintos fabricantes.

El plan de lubricación propuesto pretende corregir estas falencias.

3.10.2 Categorías de Servicio de los Lubricantes

- Lubricantes grado H1: Son lubricantes de grado alimenticio o comestibles. Pueden utilizarse ya sea como lubricante, anti-adherente o anti-corrosivo. Se emplean en ambientes donde la parte lubricada está potencialmente expuesta al alimento y la posibilidad de contacto incidental es alta.
- Lubricantes grado H2: Son lubricantes usados en maquinaria donde no existe ninguna posibilidad de entrar en contacto con el alimento. La mayoría de los lubricantes entran en esta categoría.
- Lubricantes H3: Lubricantes solubles o comestibles. Utilizados para prevenir la herrumbre en piezas metálicas. Después de lubricar con un grado H3, la pieza debe ser limpiada con agua o un paño antes de entrar en contacto con los alimentos.

3.10.2.1 NSF (Fundación Nacional de Sanitización de los EE.UU.)

La NSF - *National Sanitation Foundation* (Fundación Nacional de Sanitización de los Estados Unidos), es una entidad sin ánimo de lucro, fundada en 1944.

Es una fundación destinada a la salud pública y la seguridad. Realiza auditorías y certificaciones de productos y sistemas, mientras que también proporciona la gestión de la educación y el riesgo.

Desde el año 1998, las competencias de certificación de seguridad alimentaria son transferidas al NSF desde la USDA - *United States Department of Agriculture* (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).

La NSF es la encargada de administrar el programa de evaluación de lubricantes y categorizarlos en los niveles H1, H2 y H3, basados en la probabilidad de entrar en contacto con alimentos y su incidencia sobre ellos.

3.10.2.2 FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos de EE.UU.)

La FDA - *Food and drug administration* (Administración de alimentos y medicamentos de los Estados Unidos), fundada en 1906, es la agencia del gobierno de los EE.UU. responsable de la regulación de los alimentos (tanto para personas como animales), medicamentos, cosméticos, aparatos médicos, productos biológicos y derivados sanguíneos.

La FDA crea los códigos donde se indican los ingredientes usados en lubricantes que tienen la posibilidad de entrar en contacto con alimentos.

La NSF se encarga de que los componentes de los lubricantes cumplan con las normas del FDA para lubricantes de contacto directo con alimentos.

3.10.3 Plan de Lubricación Propuesto

Se propone un plan de lubricación estandarizado para cada tipo de componente, donde se utilice un mismo lubricante, que sea, en la medida de lo posible, recomendado a la vez por todos los fabricantes en cuestión.

Puesto que los manuales de fabricantes no necesariamente especifican lubricantes grado alimenticio, se realiza una investigación para elaborar tablas con grasas y aceites que sean equivalentes y que cumplan con la certificación de servicio NSF-H1.

Se asegura que el lubricante está estandarizado por la NSF, aprobado por la FDA y sean compatibles con el plan de lubricación de gestión de riesgo HACCP.

Luego, a partir de cada tabla con los lubricantes obtenidos por fabricante, se selecciona un lubricante común, con el objetivo de relacionar un mismo aceite o grasa con cada uno de los mismos tipos de componentes (reductores, rodamientos, cadenas).

Además, se considera que las fichas técnicas de los lubricantes prometan cumplir los objetivos principales de la lubricación: proteger los componentes de maquinarias contra el desgaste y corrosión, y disipar el calor producido por fricción. Deben tener larga vida de servicio, ser inocuos para los alimentos, inodoros, incoloros (o colores débiles y poco llamativos) e insípidos.

Sin distinción del fabricante, las recomendaciones de la selección del grado de viscosidad del lubricante tienen una directa relación con el rango de temperatura del entorno de trabajo al que se expondrá el equipo. Así, a mayores temperaturas el fabricante recomienda un lubricante con mayor grado de viscosidad y viceversa.

En la planta, el rango de temperatura anual promedio ronda entre 5°C a 30°C, por lo que deben seleccionarse lubricantes conformes con esas temperaturas.

Aunque se seleccionan aceites y grasas equivalentes de fabricantes ampliamente reconocidos por su tradición y calidad en la industria de lubricantes, aun así siempre es recomendable no mezclar lubricantes de distintas marcas. Esto, principalmente, por la eventual reacción entre sus respectivos aditivos, la que puede ocasionar daños o reducción en la vida útil de la maquinaria. Si llegase a ser necesario cambiar de marca, se debe primero contactar a los fabricantes, idealmente tanto del antiguo lubricante utilizado como del nuevo lubricante seleccionado, y consultar por la equivalencia entre estos.

El personal mantenedor a cargo debe consultar las fichas de registro de lubricación de cada máquina, donde se encuentra el detalle del tipo de lubricante a utilizar, antes de poder realizar la lubricación del equipo.

Una vez ejecutada la actividad, debe retirar el exceso de grasa u aceite en los alrededores del punto que se acaba de lubricar, esto se realiza con paños desechables.

3.10.4 Lubricación de Conjuntos Motorreductores






Tabla 3-13. Lista de motorreductores línea de proceso de freído

Código	Marca	Motor	Reductor	<i>i</i> y <i>v</i> de salida	Necesita lubricación
B-F-FRE01- MOT02	NORD	BALDOR DC MONOF. 1/2 HP 1750 RPM	Engranaje coaxial	31,19:1 56,1 RPM	Sí
B-F-FRE02- MOT01	NORD	CA asíncrono trifásico 1/2 HP 1425 RPM	Engranaje coaxial	148,4:1 30 RPM	No, lubricación de por vida
B-F-FRE02- MOT02	BODINE	CC 1/4 HP 250 RPM	Engranaje cónico helicoidal	17,8:1 14 RPM	No, lubricación de por vida
B-F-FRE02- MOT05	NORD	CA asíncrono trifásico 1/4 HP 1750 RPM	Sinfín con pre reducción helicoidal	182,3:1 9,6 RPM	Sí
B-F-FRE02- MOT06	NORD	CA asíncrono trifásico 1/4 HP 1750 RPM	Sinfín con pre reducción helicoidal	407:1 4,3 RPM	Sí
B-F-FRE02- MOT11	DAYTON	DC 1/15 HP 1755 RPM	Ejes paralelos	135:1 13 RPM	No, lubricación de por vida
B-S-CIN01- MOT01	VARVEL	1HP 1400 RPM	Tornillo sin fin corona	46,7:1 30 RPM	Sí
B-S-CIN02- MOT01	SEW- EURODRIVE	1,5 HP 1400 RPM	Tornillo sin fin corona	56:1 25 RPM	Sí
B-S-CIN03- MOT01	SEW- EURODRIVE	1,5 HP 1400 RPM	Tornillo sin fin corona	56:1 25 RPM	Sí
B-F-CIN01- MOT01	VARVEL	1 HP 1400 RPM	Tornillo sinfín corona	46,7:1 30 RPM	Sí
B-F-CIN02- MOT01	VARVEL	1 HP 1400 RPM	Tornillo sinfín corona	46,7:1 30 RPM	Sí
B-F-CIN03- MOT01	VARVEL	1,5 HP 1400 RPM	Tornillo sinfín corona	46,7:1 30 RPM	Sí

Fuente: Elaboración propia




Se decide por utilizar un lubricante común, que abarque la lubricación de todos los reductores, de manera de facilitar el proceso de lubricación. Para la selección se han tomado como base los lubricantes recomendados por los fabricantes de los motorreductores a mantener en la planta.

Tabla 3-14. Lubricantes H1 recomendados por fabricante NORD para sus reductores

Fabricante	Nombre comercial	Viscosidad cinemática @ 100°C cSt	Punto de congelación °C	Punto de inflamación °C	Índice de viscosidad	Apariencia visual
	Cassida Fluid GL 220	25	-48	276	143	Incoloro, amarillo pálido
	Optileb GT 220	26,3	-39	210	157	Amarillo claro
	Klüberoil 4 UH1- 220N	26	-30	200	140	Incoloro
	Nevastane XSH 220	26	-45	272	156	Claro y brillante
	Mobil SHC Cibus 220	24,5	-24	274	139	Incoloro, Claro





Fuente: Elaboración propia en base a datos de fabricantes

Tabla 3-15. Lubricantes H1 recomendados por SEW-EURODRIVE para su línea de reductores

Fabricante	Nombre comercial	Viscosidad cinemática @ 100°C cSt	Punto de congelación °C	Punto de inflamación °C	Índice de viscosidad	Apariencia visual
	Cassida Fluid GL 220	25	-48	276	143	Incoloro, amarillo pálido
	Optileb GT 220	26,3	-39	210	157	Amarillo claro
	Klüberoil 4 UH1- 220N	26	-30	200	140	Incoloro

Fuente: Elaboración propia en base a datos de fabricantes

Tabla 3-16. Lubricantes H1 recomendados por VARVEL para su línea de reductores

Fabricante	Nombre comercial	Viscosidad cinemática @ 100°C cSt	Punto de congelación °C	Punto de inflamación °C	Índice de viscosidad	Apariencia visual
	Cassida Fluid GL 220	25	-48	276	143	Incoloro, amarillo pálido
	Mobil DTE FM 220	24,5	-21	246	143	Incoloro
	Nevastane EP 220	21,01	-18	247	113	Claro y brillante
	GEAR OIL FM 220	20	-12	265	106	Incoloro

Fuente: Elaboración propia en base a datos de fabricantes

Por ser un lubricante recomendado por todos los respectivos fabricantes, se decide seleccionar al lubricante Shell Cassida Fluid GL 220.

La tabla 3-17 describe sus características físicas según el fabricante Shell.

Tabla 3-17. Propiedades Shell Cassida Fluid GL 220


 Propiedades físicas típicas Shell Cassida Fluid GL 220		
	Método de prueba	Valores típicos
Color		Incoloro, amarillo pálido
Densidad a 15°C, kg/m ³	ISO 12185	847
Punto de inflamación, V.A. °C	ISO 2592	276
Punto de congelación, °C	ISO 3016	-48
Viscosidad cinemática @ 40°C cSt mm ² /s	ISO 3104	220
Viscosidad cinemática @ 100°C cSt mm ² /s	ISO 3104	25

Tabla 3-17. Propiedades Shell Cassida Fluid GL 220 (continuación)

	Método de prueba	Valores típicos
Índice de viscosidad	ISO 2909	143
Ensayo FZG A/8.3/90 Etapa de fallo	DIN 51599	>12

Fuente: Elaboración propia en base a datos de fabricante

3.10.4.1 Cálculo de consumo de lubricante en reductores.

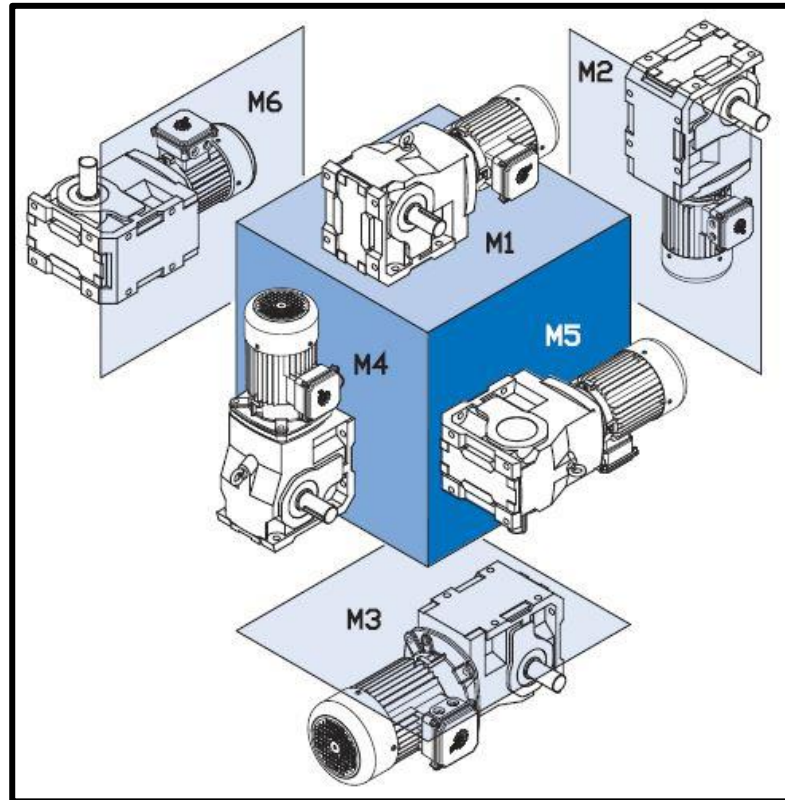
Los fabricantes de reductores, para determinar la cantidad de llenado de lubricante en reductores, toman como base el modelo de reductor y la posición de montaje. Para identificar la posición de montaje en el espacio, se seleccionan los códigos M1 a M6, (Figura 3-3), códigos que son utilizados por los fabricantes Nord y SEW Eurodrive. Otros fabricantes, como Varvel SpA o WEG, utilizan otra codificación, pero el sentido de ésta es el mismo.

La tabla 3-18 indica el cálculo de la cantidad de lubricante necesario para un año, considerando además la frecuencia de reposición. La información de la cantidad en litros necesaria para cada reductor se ha obtenido de los respectivos manuales de fabricante.

Tabla 3-18. Cálculo del consumo de lubricante anual en reductores

CÁLCULO DE CANTIDAD DE LUBRICANTE EN REDUCTORES					
Código	Reductor	Posición	Cantidad [litros]	Frecuencia de reposición anual	Total [L]
B-F-FRE01-MOT02	Engranaje coaxial	M1	0,25	3	0,75
B-F-FRE02-MOT05	Sinfín con pre reducción helicoidal	M2	1,8	3	5,4
B-F-FRE02-MOT06	Sinfín con pre reducción helicoidal	M2	1,8	3	5,4
B-S-CIN01-MOT01	Tornillo sinfín corona	M1	0,25	2	0,5
B-S-CIN02-MOT01	Tornillo sinfín corona	M1	0,25	2	0,5
B-S-CIN03-MOT01	Tornillo sinfín corona	M1	0,2	2	0,4
B-F-CIN01-MOT01	Tornillo sinfín corona	M1	0,2	2	0,4
B-F-CIN02-MOT01	Tornillo sinfín corona	M1	0,2	2	0,4
B-F-CIN03-MOT01	Tornillo sinfín corona	M1	0,2	2	0,4
Consumo total anual [Litros]					14,15

Fuente: Elaboración propia



Fuente: www.nord.com

Figura 3-4. Códigos de posiciones de montaje para motorreductores

3.10.5 Lubricación de Rodamientos

Los factores más importantes para elegir una grasa son la consistencia, margen de temperaturas de funcionamiento, viscosidad del aceite base, propiedades antioxidantes y capacidad de carga. Además se consideran las recomendaciones de fabricantes de grasas lubricantes, siempre considerando que estas recomendaciones vengan de marcas reconocidas.

Si bien la temperatura de funcionamiento es más adecuada cuando el rodamiento contiene la mínima cantidad necesaria de lubricante para mantener su funcionalidad, a aquellos rodamientos que funcionan a baja velocidad se les recomienda llenar el alojamiento completamente con grasa, esto aporta una buena protección contra la contaminación y corrosión.





3.10.5.1 Grasas para Rodamientos de Cintas Transportadoras

Para el caso de las cintas transportadoras se toma en cuenta el seleccionar una grasa acorde a las necesidades, intentando no sobredimensionar en demasía con las

aplicaciones de la grasa. Por ejemplo, se intenta no considerar grasas que se indican para grandes velocidades o presiones extremas.



La tabla 3-19 muestra las grasas que son recomendadas explícitamente por sus respectivos fabricantes para los trabajos que comúnmente ejercen las cintas transportadoras en la industria alimenticia.

Tabla 3-19. Grasas para rodamientos de cintas transportadoras

Fabricante	Nombre comercial	Clase de consistencia NLGI	Viscosidad cinemática @ 40°C cSt	Viscosidad cinemática @ 100°C cSt	Rango de temperatura de func. °C	Apariencia visual
	FM Grease EP 2	2	202	19,4	-40 a 160	Blanco
	Cassida grease RLS	2	150	18	-35 a 120	Blanco
	Cygnus ALC EP 2	2	200	20,6	-20 a 163	Blanco
	FM 222	2	220	—	—	Blanco

Fuente: Elaboración propia en base a datos de fabricantes


Tabla 3-20. Grasas recomendadas para rodamientos de bandas freidores 01 y 02

Fabricante	Nombre comercial	Clase de consistencia NLGI	Viscosidad cinemática @ 40°C cSt	Viscosidad cinemática @ 100°C cSt	Rango de temperatura de func. °C	Apariencia visual
	Cassida grease RLS	2	150	18	-35 a 120	Blanco
	Cygnus ALC EP 2	2	200	20,6	-20 a 163	Blanco

Fuente: Elaboración propia en base a datos de fabricante

Por ser una grasa recomendada para de los freidores 01 y 02, y, también, ser explícitamente recomendado por su fabricante para aplicaciones en cintas transportadoras alimenticias, se decide seleccionar la grasa Shell Cassida Grease RLS 2

Tabla 3-21. Propiedades físicas Shell Cassida Grease RLS 2

 Propiedades físicas típicas Shell Cassida Grease RLS 2		
	Método de prueba	Valores típicos
Color		Blanco
Tipo de espesante		Complejo de aluminio
Penetración trabajada a 25°C 1/10 mm	ISO 2137	265-295
Número NLGI	DIN 51818	2
Viscosidad cinemática @ 40°C cSt mm ² /s	ISO 3104	150
Viscosidad cinemática @ 100°C cSt mm ² /s	ISO 3104	18
Punto de gota °C	ISO 2176	>240
Densidad a 15°C g/cm ³	ISO 12185	0,9

Fuente: Elaboración propia

3.10.5.2 Cálculo de consumo de lubricante en rodamientos

Para el cálculo de llenado de grasa en rodamientos Tabla 3-22, se utiliza la siguiente fórmula, la cual es recomendada por el fabricante SKF en su catálogo general versión Junio/2008, páginas 242 y 243 “Procedimientos de relubricación”.

Para forma de reposición **1**: reposición desde el lateral del rodamiento (Fig 3-5):

$$G_p = 0,005 \times D \times B$$

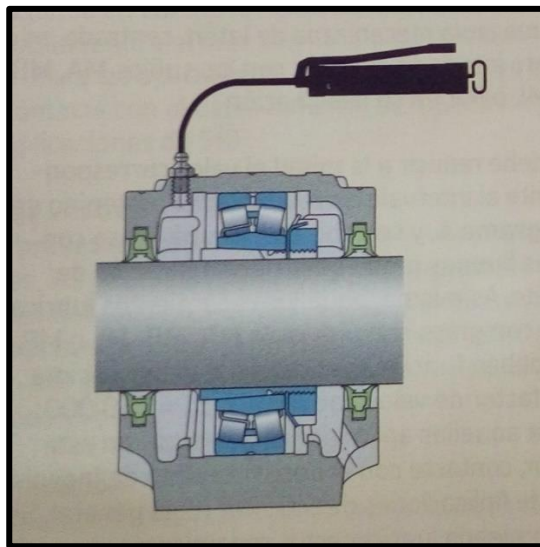
Para forma de reposición **2**: reposición a través del aro exterior o interior del rodamiento (Fig 3-6):

$G_p = 0,002 \times D \times B$, donde:

G_p : cantidad de grasa a añadir durante la reposición en gramos

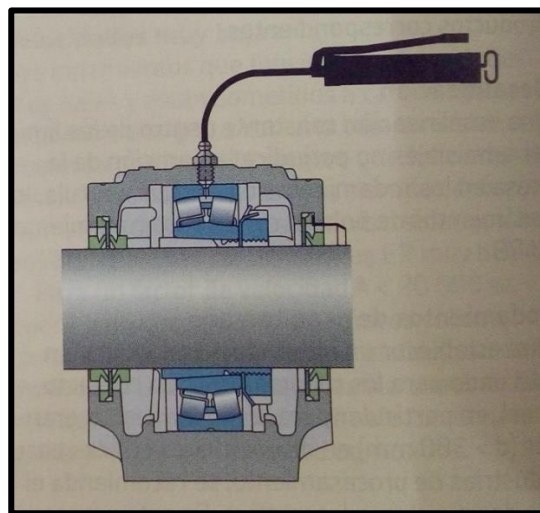
D : diámetro exterior del rodamiento en milímetros

B : anchura total del rodamiento en milímetros



Fuente: SKF Catálogo General

Figura 3-5. Tipo de reposición 1 de lubricante en rodamientos



Fuente: SKF Catálogo General

Figura 3-6. Tipo de reposición 2 de lubricante en rodamientos

Tabla 3-22. Cálculo consumo anual de lubricante en rodamientos

Cantidad de lubricante en rodamientos										
Código	Rodamiento	D [mm]	B [mm]	Forma de reposición	Gp [gramos]	Unidades	Frecuencia de reposición anual	Total anual [g]		
B-S-CIN01-ROD(01-08)	UC 205 SS	52	34,1	1	8,9	8	2	141,9		
B-S-CIN02-ROD(01-08)	UC 205 SS	52	34,1	1	8,9	8	2	141,9		
B-F-CIN01-ROD(01-08)	UC 205 SS	52	34,1	1	8,9	8	2	141,9		
B-F-CIN02-ROD(01-10)	UC 205 SS	52	34,1	1	8,9	10	2	177,3		
B-F-CIN03-ROD(01-04)	UC 205 SS	52	34,1	1	8,9	4	2	70,9		
B-F-FRE01-CIN01-ROD(01-04)	DODGE SCLFT 124641	60,5	25,9	1	7,8	4	4	125,4		
B-F-FRE01-CIN02-ROD(01-02)	DODGE SCLFT 124641	60,5	25,9	1	7,8	2	4	62,7		
B-F-FRE02-CIN01-ROD(01-04)	PTCI SUCSFL 205-16	68,3	34	1	11,6	4	4	185,8		
B-F-FRE02-CIN02-ROD(01-02)	PTCI SUCSFL 205-16	68,3	34	1	11,6	2	4	92,9		
B-F-FRE02-CIN03-ROD(01-02)	PTCI SUCSFL 206-20	80,3	38,1	1	15,3	2	4	122,4		
B-F-FRE02-CIN04-ROD(01-02)	PTCI SUCSFL 206-20	80,3	38,1	1	15,3	2	4	122,4		
								Consumo total anual [g]:	1385,3	
								Consumo total anual [L]:	1,5	

Fuente: Elaboración propia

3.10.6 Lubricación de Cadenas de Transmisión


Considerando que las cadenas de transmisión tienen contacto directo con el aceite de cocina que se utiliza para freír, el lubricante utilizado debe ser estrictamente de grado alimenticio.

La frecuencia de lubricación está condicionada a la limpieza general de los freidores que se realiza todas las semanas en la planta. Las cadenas de transmisión, junto con toda la maquinaria expuesta al aceite de cocción y al ambiente exterior, también son lavadas, por lo que la lubricación debe volver a realizarse cada vez que se haga una nueva limpieza.

Se pretende que, en el futuro, la ficha de lubricación (Tabla 3-30) aporte datos empíricos relacionados con el consumo de lubricante real que requieren las cadenas de transmisión, de forma de tener una estimación más precisa de la cantidad para la compra del lubricante.

Los fabricantes de los freidores 01 y 02 recomiendan el uso del aceite para cadenas, grado ISO VG 32 y categoría H1, Shell Cassida Fluid HF 32.

Tabla 3-23. Propiedades físicas Shell Cassida Fluid HF 32


 Propiedades físicas típicas Shell Cassida Fluid HF 32		
	Método de prueba	Valores típicos
Color		Incoloro
Índice de viscosidad	ISO 2909	140
Punto de inflamación °C	ISO 2592	222
Viscosidad cinemática @ 40°C cSt mm ² /s	ISO 3104	32
Viscosidad cinemática @ 100°C cSt mm ² /s	ISO 3104	6,1
Densidad a 15°C kg/m ³ s	ISO 12185	832

Fuente: Elaboración propia

3.10.7 Lubricación de Columnas Elevadoras Freidor 02

Siguiendo las recomendaciones del fabricante, la única grasa equivalente categoría de servicio H1 permitida para lubricar las columnas elevadoras y sus cajas de engranajes es la grasa de alta presión Shell Cassida Grease EPS 2.

Tabla 3-24. Propiedades físicas Shell Cassida Grease EPS 2

 Propiedades físicas típicas Shell Cassida Grease EPS 2		
	Método de prueba	Valores típicos
Color		Pasta blanca uniforme
Tipo de espesante		Complejo de aluminio
Penetración trabajada a 25°C 1/10 mm	ISO 2137	265-295
Número NLGI	DIN 51818	2
Viscosidad cinemática @ 40°C cSt mm ² /s	ISO 3104	220
Viscosidad cinemática @ 100°C cSt mm ² /s	ISO 3104	25
Punto de gota °C	ISO 2176	>240
Densidad a 15°C g/cm ³	ISO 12185	0,92

Fuente: Elaboración propia en base a datos del fabricante

3.10.7.1 Cálculo de Consumo de Lubricante en Columnas Elevadoras Freidor 02

El fabricante recomienda utilizar 1/2 onza de lubricante, con una frecuencia de una vez al mes. Luego de la aplicación, se recomienda elevar y bajar la cubierta, de forma que la grasa logre esparcirse uniformemente a lo largo de las columnas

Tabla 3-25. Cálculo de consumo de lubricante en columnas elevadoras

CANTIDAD DE LUBRICANTE COLUMNAS ELEVADORAS FREIDOR 02			
Cantidad recomendada por el fabricante	N° de columnas	Frecuencia	Total
1/2 onza (aprox. 14,2 gramos)	4	Mensual	24 onzas (aprox. 680,4 gramos)
Consumo total anual [mL]:			740

Fuente: Elaboración propia

3.11 PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

En la planta, la dificultad de programar un mantenimiento donde se necesite la máquina apagada, recae en la variable de las órdenes de producción por parte del departamento de ventas, de la cual el departamento de producción y el encargado de mantenimiento no tienen control alguno, y se ven constantemente obligados a cumplir aquellas órdenes en los plazos estipulados.

Si bien, lo anterior es un problema a la hora de calendarizar con anticipación y programar de manera precisa las actividades de mantenimiento, esto no quiere decir que no exista en la planta el tiempo suficiente para realizar cualquier procedimiento desarrollado en este trabajo por el personal de mantenimiento. Si bien, no existe un registro de la carga horaria de trabajo de la maquinaria, según el encargado de mantenimiento, en promedio, la línea de freído se encuentra activa y produciendo por alrededor de a 35 a 40 horas semanales en un mes normal, lo que da al personal encargado una oportunidad de 5 a 10 horas semanales, sin considerar horas extra, para ejecutar el mantenimiento con las máquinas en stand by.

En el caso de la lubricación de cadenas de transmisión, donde el fabricante recomienda que el equipo haya acabado de pasar por una limpieza general, la programación se hace más simple, puesto que la limpieza general a los freidores se realiza todos los días viernes, sin excepción, sin perjuicio de que sea realizada más de un día a la semana, lo que generalmente ocurre cuando se realizan jornadas nocturnas o cambio de materia prima.

3.11.1 Uso de la Distribución de Probabilidad de Weibull para Justificar los Tiempos de Programación del Mantenimiento

Un problema de las fichas de planificación, es que en ellas no están justificados cuantitativamente los periodos de tiempo indicados, tiempos en los cuales se pretende que tarde el personal en ejecutar una actividad de mantenimiento. Tampoco están justificados cuantitativamente cada cuantas semanas, meses o años se ajusta la periodicidad del mantenimiento preventivo. Esto es ocasionado por la falta total de registros de tiempos de mantenimiento en la planta. Por ello, como primera opción, se utiliza la experiencia del personal de mantenimiento y los manuales de fabricantes para seleccionar la periodicidad.

Sin embargo, la creación y el eventual uso de registros de mantenimiento (capítulo 3.12), genera una nueva oportunidad para el departamento de mantenimiento de justificar los tiempos de programación de mantenimiento desde la base de la teoría de probabilidades.

La distribución de Weibull es una distribución de probabilidad continua que puede servir como herramienta para justificar la programación de los tiempos de mantenimiento, apoyándose en la base de la información que entregan los datos acerca de la duración e intervalos de las actividades de mantenimiento (Knezevic, 1996, p.46 y 47). Una vez que se hayan obtenido y registrado estos datos, la función acumulativa de Weibull permite predecir con que probabilidad un programa o actividad de mantenimiento finalizará satisfactoriamente en un tiempo determinado. La siguiente ecuación representa la función de distribución acumulada o función acumulativa de Weibull (Serrano, 2013, p.316).

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

Donde:

F(t): Función de distribución de la variable aleatoria t. Si se usa la función acumulativa como una función de mantenibilidad, puede anotarse como M(t), donde en este caso representa la probabilidad de que la tarea de mantenimiento finalice satisfactoriamente en un tiempo especificado t o antes (Knezevic, 1996, p.46).

t : Variable aleatoria. Para el caso de usar la función acumulativa de Weibull como una función de mantenibilidad, la variable t puede representar, por ejemplo:

- DMT - *Duration Maintenance Task* (Duración de la tarea de mantenimiento) (Knezevic, 1996, p.46): tiempos correspondientes a la duración de una actividad de mantenimiento. Esta información pretende ser otorgada por los registros de órdenes de trabajo (sub capítulo 3.12.1)
- Tiempos entre fallas, información que pretende ser recolectada mediante el Método para el Registro de Fallas (sub capítulo 3.12.2).

β : Parámetro de forma

θ : Parámetro de escala

Para el cálculo de β y θ , se utiliza el método de “máxima probabilidad”, donde se realizan iteraciones numéricas para determinar los parámetros de distribución de Weibull, El parámetro de forma β se determina mediante la siguiente ecuación (Serrano, 2013, p.316):

$$\beta = \left[\frac{\sum_{i=1}^N t_i^\beta \ln(t_i)}{\sum_{i=1}^N t_i^\beta} - \frac{\sum_{i=1}^N \ln(t_i)}{N} \right]^{-1}$$

Donde:

i : Orden que ocupa el dato t en la muestra.

N : Número total de datos de la muestra

Luego de obtener el parámetro β usando iteraciones numéricas sobre la fórmula anterior, se procede a calcular θ , mediante la siguiente ecuación (Serrano, 2013, p.316):

$$\theta = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i^\beta \right]^{\frac{1}{\beta}}$$

Una vez calculados los parámetros, es posible utilizar la función acumulativa de Weibull. Para describir su uso, se extrae un ejemplo del libro de Knezevic, 1996, p.49., ajustado a una función de Weibull biparamétrica:

“Para una tarea de mantenimiento modelizada por la distribución de Weibull con parámetros $\beta = 2,9$ y $\theta = 29$, determínese la probabilidad de que la tarea finalice satisfactoriamente en 20 minutos”.

$$M(20) = 1 - e^{-\left(\frac{20}{29}\right)^{2,9}} = 0,289 \times 100 = 28,9\%$$

El tiempo DMT_p representa el tiempo de recuperación para el que se completa un porcentaje dado de tareas de mantenimiento. Para la distribución de Weibull se puede usar la siguiente ecuación (Knezevic, 1996, p.50):

$$DMT_p = \theta \left[-\ln(1 - M(t))^{1/\beta} \right]$$

Se extrae un ejemplo de Knezevic, 1996, p.49 para describir su uso:

“Para una tarea de mantenimiento modelizada por la distribución de Weibull con parámetros $\beta = 2,9$ y $\theta = 29$, determínese el tiempo para que se complete satisfactoriamente el 95% de las tareas de mantenimiento”

$$DMT_{95} = 29 \left[-\ln(1 - 0,95)^{1/2,9} \right] = 42,33 \text{ minutos}$$

Como puede observarse en ambos ejemplos, la distribución de probabilidad de Weibull puede utilizarse para justificar cuantitativamente los tiempos de ejecución de mantenimiento que se indican en las fichas de planificación. De la misma forma, también es posible justificar la frecuencia de mantenimiento preventivo, utilizando como variable aleatoria los periodos entre fallas, cuyo método de registro se describe en el sub capítulo 3.12.2.

3.12 REGISTROS DE TRABAJO

3.12.1 Orden de Trabajo

El encargado de mantenimiento es el que debe despachar las órdenes de trabajo, indicando el número de orden, persona encargada de la ejecución, fecha de emisión y fecha de entrega.

Además el encargado debe indicar las recomendaciones de seguridad y, obviamente, la actividad de mantenimiento.

El encargado puede solicitar que se ejecute algún procedimiento de mantenimiento, indicando su respectivo código y, también, puede solicitar acciones de mantenimiento correctivo o inspecciones especiales.

En el momento en que es recibida la orden por parte del responsable de ejecución, éste debe anotar a mano la fecha y escribir su firma en la orden. Esto evita que el responsable se pueda, eventualmente, desentender que recibió la orden en el momento oportuno. Se propone también que esta acción se haga ante la presencia del encargado de mantenimiento.

La persona responsable de la ejecución de la orden, debe anotar la fecha y el tiempo que tardó en cumplir con la actividad, esto con el fin de generar registros de tiempos de trabajos que pueden servir como herramientas para gestionar mejor el mantenimiento en el futuro.


La persona responsable de la ejecución de la orden puede anotar sus observaciones como, por ejemplo, estado de algún componente, propuestas de cambio para mejorar algún procedimiento, etcétera.

El encargado de mantenimiento, en el momento en que es devuelta la orden, debe anotar la fecha de revisión y escribir firma. Se propone que esto se haga en presencia del ejecutante de la orden.

El encargado de mantenimiento puede anotar las observaciones que considera pertinentes y debe archivar la orden.

La Tabla 3-26 representa un ejemplo de la orden de trabajo descrita.

Tabla 3-26. Ficha propuesta de Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO PROGRAMADO			
N° de orden: 121		Fecha de emisión: 1 de Abril 2017	
Responsable de ejecución: Luis Díaz González		Fecha de entrega: 15 de Abril 2017	
Recibe conforme	Firma:		
Fecha: 1/4/17	<i>Luis Díaz G.</i>		
Recomendaciones de seguridad: Utilizar protectores auditivos. Utilizar zapatos de seguridad. Utilizar guantes dieléctricos.			
Máquina: Cinta alimentadora de producto seleccionado		Código equipo objetivo : B-S-CIN02-MOT01	
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
Seguir procedimiento completo indicado de ficha MAN06-03/2017 .			
		Fecha de ejecución: 9/4/17	Tiempo de ejecución: 25 minutos
Observaciones: <i>Regleta en buenas condiciones. Valor de nivel de aislamiento medido: 720MΩ</i>			
Revisado por:	Firma:		
Fecha de revisión:			
Observaciones del revisor:			

Fuente: Elaboración propia

3.12.2 Método Propuesto para el Registro de Fallas y Mantenimiento Correctivo

Para mejorar un plan de mantenimiento preventivo se hace indispensable recopilar la información respectiva a la maquinaria a lo largo de su vida útil. De esta manera, se hace posible el utilizar estos datos para desarrollar mecanismos técnicos de gestión. Por ello, se propone un método simple pero eficaz, que pretende cumplir con generar un registro, tanto de fallas como también de intervenciones y mantenimiento correctivo.

La propuesta es asignar un libro, tipo “libro de actas” a cada área, el cual debe ser resguardado por el operador de la máquina. Se propone que, tanto el supervisor de

producción como el prevencionista de turno, escojan el lugar donde debe permanecer el libro, considerando primero, que su alcance por parte de las personas no sea un riesgo de accidente, y segundo, que el lugar seleccionado no vaya a impedir el correcto funcionamiento de la maquinaria y el proceso.

Una de las ventajas del acta es que pretende servir como una forma de incluir a los operadores en el mantenimiento, aportando éstos información relevante y oportuna respecto al comportamiento de la máquina.

El acta puede servir como un canal de comunicación escrito entre operadores y mantenedores. Si bien, esta forma de comunicación es menos eficiente que una comunicación personal y directa con los encargados de mantenimiento (y que no pretende reemplazar), sí tiene la ventaja de que las advertencias de fallos que se hicieron quedan registradas en el acta, la cual puede servir como medio de prueba en caso de alguna negligencia.

Se propone que en las páginas de la izquierda solo tengan permitido escribir el personal operador de máquinas y los supervisores. De igual manera, en las páginas de la derecha, solo tiene permitido escribir el personal de mantenimiento. De esta forma, las páginas a la derecha pueden servir como forma de respuesta a las de la izquierda, facilitando la lectura del acta.

La persona debe identificarse con su nombre y primer apellido, incluyendo anotar el día y hora, dejando antes una línea de espacio con el comentario anterior.

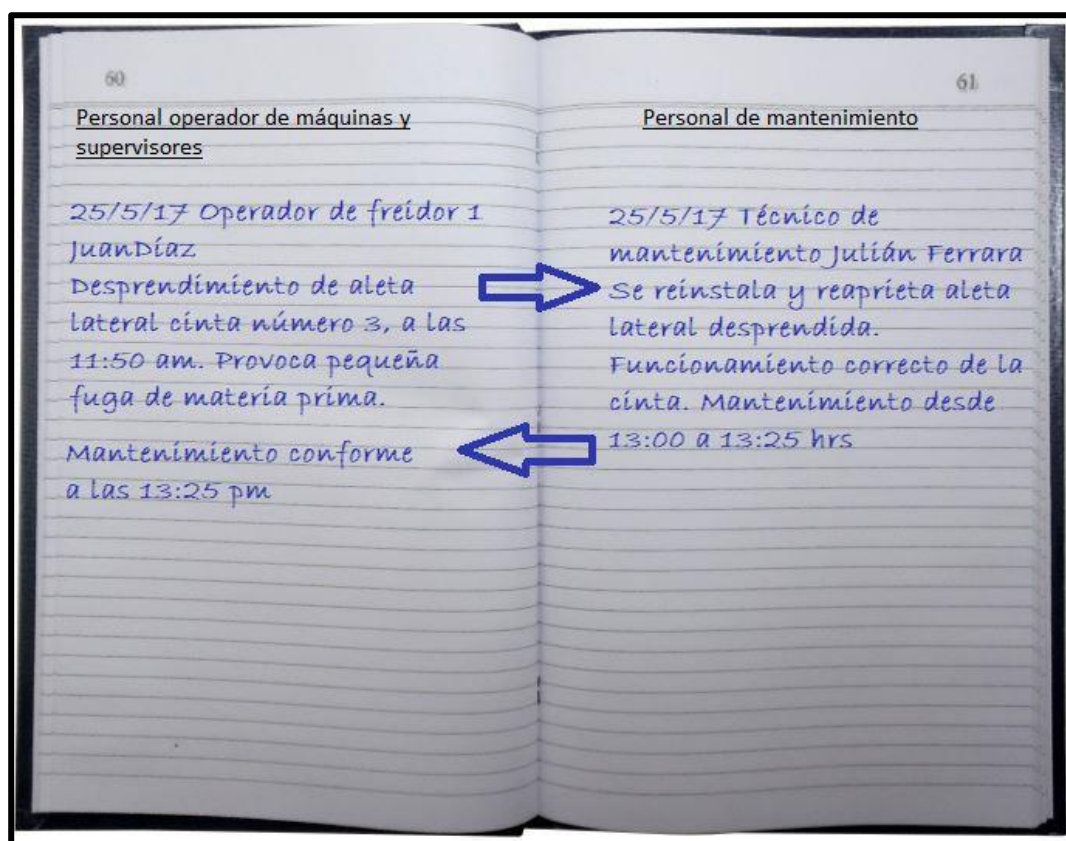
En las páginas de la izquierda se pretende tratar los siguientes tópicos:

- Registrar falla que impida reiniciar el proceso
- Registrar mal funcionamiento de la maquinaria
- Registrar falta de mantenimiento a una falla advertida anteriormente
- Registrar incidentes y falta de seguridad (solo supervisor)
- Registrar fecha de accidentes (solo supervisor)
- Chequeo de conformidad o disconformidad como respuesta al mantenimiento. Esto debe hacerlo la misma persona que registró la falla, preferentemente en el mismo párrafo.

Por otra parte, en las páginas a la derecha el libro, se pretende tratar lo siguiente:

- Registrar labores de mantenimiento correctivo ejecutado como respuesta a falla indicada a la izquierda de la misma plana

- Evaluación del desperfecto en caso de no poder corregirlo inmediatamente. Por ejemplo, en caso de necesitar un repuesto que no esté en stock, y se necesiten días para ser obtenido, se puede registrar la detección y la localización del fallo, para facilitar el posterior mantenimiento.
- Registro de intervenciones



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-7. Ejemplo uso del Acta para el registro de fallas y mantenimiento correctivo

No se pretende incluir el registro de mantenimiento preventivo, puesto que éste se incluye en las fichas de órdenes de trabajo (tabla 3-26), y tampoco en el caso de acciones de lubricación, ya que éstas se incluyen en sus respectivas fichas de registro.

El libro de actas no es para reclamos de carácter personal. Se debe preservar el fin de éste, que es el registrar el historial de acontecimientos relevantes respecto a la maquinaria y el proceso.



3.12.3 Registro de Tiempos de estados de Servicio, Detención y Reparación de la Maquinaria

Una de las mayores preocupaciones de un usuario de un sistema es conocer la forma de su respectivo perfil de funcionabilidad, con un énfasis específico en la proporción del tiempo durante el que el sistema en consideración estará disponible para el cumplimiento de su funcionabilidad. (Knezevic, 1996, p.18)

Las características inherentes a una máquina, como la fiabilidad, mantenibilidad y soportabilidad (probabilidad de atender una solicitud de mantenimiento en un tiempo establecido), son parte de la generación de la forma de su perfil de funcionabilidad, y tienen directa relación con la cantidad de tiempo en que ésta se encuentra en funcionamiento. (Knezevic, 1996, p.18)

Por lo tanto, para conocer el perfil de funcionabilidad se requiere registrar los tiempos de estado de servicio, detención y reparación de la maquinaria. Estos datos permiten calcular los KPI - *Key Performance Indicators* (indicadores clave de rendimiento): el MTTR - *Mean Time To Repair* (Tiempo Medio de Reparación), MTTF - *Mean Time To Failure* (Tiempo Medio hasta el Fallo), MTBF - *Mean Time Between Failure* (Tiempo medio entre fallos), entre otros.



Tabla 3-28. Ficha propuesta para el Registro de Lubricación de Reductores

Código ficha: LUB01-10/2017-01		FICHA DE REGISTRO LUBRICACIÓN DE REDUCTORES														
Lubricante: SHELL CASSIDA FLUID GL 220		 														
Código	Frecuencia	Cantidad (mL)	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma
B-F-FRE01-MOT02	4 meses	250														
	Frecuencia	Cantidad (mL)	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma
B-F-FRE02-MOT05	4 meses	1800														
	Frecuencia	Cantidad (mL)	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma
B-F-FRE02-MOT06	4 meses	1800														
	Frecuencia	Cantidad (mL)	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma
B-S-CIN01-MOT01	6 meses	250														
	Frecuencia	Cantidad (mL)	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma
B-S-CIN02-MOT01	6 meses	250														
	Frecuencia	Cantidad (mL)	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma
B-S-CIN03-MOT01	6 meses	200														
	Frecuencia	Cantidad (mL)	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma
B-F-CIN01-MOT01	6 meses	200														
	Frecuencia	Cantidad (mL)	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma
B-F-CIN02-MOT01	6 meses	200														
	Frecuencia	Cantidad (mL)	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma
B-F-CIN03-MOT01	6 meses	200														
	Frecuencia	Cantidad (mL)	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma

Observaciones:

Fuente: Elaboración propia



Tabla 3-29. Ficha propuesta para el Registro de Lubricación de Rodamientos

Código ficha: LUB02-10/2017-01		FICHA DE REGISTRO LUBRICACIÓN DE RODAMIENTOS													
Lubricante: SHELL CASSIDA GREASE RLS		 													
Código	Frecuencia	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma
B-S-CIN01-ROD(01-08)	6 meses														
B-S-CIN02-ROD(01-08)	6 meses														
B-F-CIN01-ROD(01-08)	6 meses														
B-F-CIN02-ROD(01-10)	6 meses														
B-F-CIN03-ROD(01-04)	6 meses														
B-F-FRE01-CIN01-ROD(01-04)	2 meses														
B-F-FRE01-CIN02-ROD(01-02)	2 meses														
B-F-FRE02-CIN01-ROD(01-04)	2 meses														
B-F-FRE02-CIN02-ROD(01-02)	2 meses														
B-F-FRE02-CIN03-ROD(01-02)	2 meses														
B-F-FRE02-CIN04-ROD(01-02)	2 meses														

Observaciones: Lubricar todas las unidades indicadas en el código.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-31. Ficha propuesta para el registro de Lubricación de Columnas Elevadoras

Código ficha: LUB04-10/2017-01		FICHA DE REGISTRO LUBRICACIÓN DE COLUMNAS ELEVADORAS FREIDOR 02														
Lubricante	Shell Cassida Grease EPS 2		Cantidad	Aproximadamente 740 mL por columna												
Mes/Año	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE				
2017																
2018																
2019																
2020																
2021																
2022																
2023																
2024																
2025																

Observaciones: El ejecutante debe firmar en el casillero correspondiente. Utilizar guantes resistentes al aceite y grasa (guantes de nitrilo, PVC u latex).

Fuente: Elaboración propia


3.12.5 Registros de Monitoreo de Limpieza después del Mantenimiento

Se confecciona una ficha de monitoreo de limpieza para revisar el estado de las superficies del área y maquinaria donde se realizan los procedimientos de mantención preventiva, de manera de cumplir con los protocolos de HACCP.

Se recomienda que el monitoreo sea ejecutado preferentemente por el supervisor de producción de turno. Esto pues, como siempre, antes de ejecutar un procedimiento de mantenimiento, se le avisa al supervisor, éste ya se encuentra al tanto de que, cuando el personal de mantenimiento finalice la actividad, deba realizar el monitoreo. Otra ventaja de que el supervisor de turno realice el monitoreo es que siempre se encuentra en la planta.

Para ello, el supervisor debe familiarizarse con los procedimientos de mantenimiento, de manera de reconocer las superficies con las que se tienen contacto. Sin embargo el monitoreo también puede ser realizado por el encargado de mantenimiento o por el jefe de HACCP.

Tabla 3-32. Ficha propuesta de monitoreo

Número de ficha: 001		Fecha emisión ficha: 4/Mayo/2017				
Monitoreo: Se inspeccionan visualmente las instalaciones y equipos de las áreas de proceso que se someten a mantenimiento, evaluando la limpieza tanto de paredes, pisos, superficies de contacto con alimentos.		Evaluación: - Aceptado (✓): Libre de suciedad visible y/o con una sensación al tacto de limpieza. - Rechazado (*): Presencia de suciedad visible y/o con una sensación marcada al tacto de falta de limpieza.		Acciones correctivas: Si el monitor detecta alguna superficie rechazada, deberá avisar al responsable de la limpieza de esa superficie para que realice los procedimientos de limpieza. Se deberá re-inspeccionar la sección limpiada y dar aprobación, indicando las acciones correctivas tomadas en el registro de monitoreo respectivo.		
Fecha	N° O. T.	Código procedimiento	Ejecutor del procedimiento	Evaluación	Acciones correctivas	Firma monitor
06-05-2017	110	MAN04-04/2017	Luis Díaz	✓		MARI PEREZ R.
12-05-2017	111	MAN02-04/2017	Pedro Gonzalez	*	Se realiza Limpieza	MARI PEREZ R.

Fuente: Elaboración propia en base a ejemplo tabla 3-6, Navarro, 2007, p.71

3.13 COSTO TOTAL PLAN DE MANTENIMIENTO

El costo del plan se obtiene mediante el cálculo de los costos de todos los procedimientos de mantenimiento. Para ello se considera el costo hora/hombre de RRHH indicado en cada procedimiento, luego éste se multiplica por el número de máquinas u equipos a mantener y su frecuencia en un año, dando como resultado el valor del costo total anual.

El siguiente ejemplo detalla la manera en que se realiza el cálculo:

\$1.750 (costo RRHH) x **21** motores eléctricos (repetitividad del procedimiento) x **2** veces al año (frecuencia) = **\$73.500** (costo anual de la ejecución del procedimiento MAN06-03/2017)

La tabla 3-26 resume y suma el cálculo de todos los costos de los procedimientos de mantenimiento.

Tabla 3-33. Costo total anual del plan de mantenimiento propuesto

Código procedimiento	Costo RRHH	Nº de máquinas/equipos a mantener	Frecuencia	Costo anual
MAN01-03/2017	\$850	1	Cada 1 semana	\$44.200
MAN02-04/2017	\$1.750	1	Cada 1 mes	\$21.000
MAN03-04/2017	\$850	1	Cada 1 semana	\$44.200
MAN04-04/2017	\$850	1	Cada 2 semanas	\$22.100
MAN05-04/2017	\$1.750	1	Cada 1 mes	\$21.000
MAN06-03/2017	\$1.750	21	Cada 6 meses	\$73.500
MAN07-03/2017	\$567	5	Cada 1 mes	\$34.020
			COSTO TOTAL	\$260.020

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3-34, muestra el precio y presentación de los lubricantes seleccionados en el mercado. Para el caso de las cantidades respectivas a reductores, rodamientos, y columnas elevadoras, éstas se han seleccionado en base a los cálculos de consumo anual

aproximado (Tabla 3-18, Tabla 3-22 y Tabla 3-25). El precio de mercado se obtuvo mediante consulta a un lubricentro de la región.

Tabla 3-34. Costos de lubricantes

Utilización	Lubricante, cantidad	Precio
Aceites para reductores	Shell Cassida Fluid GL 220, 22 litros	\$30.000
Grasas para rodamientos de cintas transportadoras	Shell Cassida Grease RLS, 4,8 litros	\$18.000
Aceites para cadenas de transmisión	Shell Cassida Fluid HF 32, 22 litros	\$19.000
Grasa para columnas elevadoras	Shell Cassida Grease EPS 2, 12 x cartuchos 400 ml	\$10.000
COSTO TOTAL ANUAL		\$77.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-35. Costo del plan de mantenimiento propuesto

Mantenimiento	\$260.020
Lubricantes	\$77.000
TOTAL ANUAL:	\$337.020

Fuente: Elaboración propia

3.14 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN

El mejor de los casos para demostrar cuantitativamente el beneficio de un plan de mantenimiento es comparar el costo de éste con el que se ha dejado de ganar por pérdidas de producción debido a la ocurrencia de paradas inesperadas en periodos de tiempo anteriores. Para esto, es fundamental contar con los registros de tiempos de paradas imprevistas por fallas, las cuales nunca han sido archivadas en la planta.

Por ello, como segunda alternativa, se decide demostrar el beneficio de éste plan de mantenimiento considerando los costos de oportunidad, que son aquellos costos a los

que se renuncia en caso de que éste no sea implementado. “El costo de oportunidad es directamente proporcional al producto del tiempo en que el sistema pasa en estado de funcionamiento y la tasa de ingresos por hora” (Knezevic, 1996, p.32).

Según información proporcionada por la empresa, el beneficio neto que obtiene ésta de la venta del maní frito, corresponde a aproximadamente un 20% del precio de venta en el mercado.

Para el cálculo se considera como unidad la cantidad de 1 kg de maní frito, que tiene un valor en el mercado de \$3.245.

La carga de trabajo de los freidores en un mes normal es de alrededor de 35 horas por semana.

Los dos freidores producen paralelamente 900 kg/hora de maní frito de forma continua.

- Cálculo de unidades producidas por hora de la línea de freído:

$$900 \text{ kg/hora} \div 1 \text{ kg} = \mathbf{900 \text{ unidades producidas por hora}}$$

- Cálculo del beneficio neto por hora de producción:

$$900 \text{ unidades producidas por hora} \times \$3.245 \times 0,2 = \mathbf{\$584.000}$$

- Cálculo de la recuperación monetaria por invertir en el plan de mantenimiento:

$$\$337.020 \div \$584.000 \times 60 \approx \mathbf{35 \text{ minutos o } 0,58 \text{ horas}}$$

$$35 \text{ horas semanales} \times 52 \text{ semanas} = \mathbf{1820 \text{ horas totales (tiempo en estado de funcionamiento de los freidores en un año completo)}}$$

$$0,58 \text{ horas} \times 100 \div 1820 \text{ horas totales por año} = \mathbf{0,03\%}$$

Por lo tanto, si el plan de mantenimiento logra evitar una o más paradas imprevistas por falla, con una demora conjunta de 35 minutos, que es igual al 0,03% del tiempo total anual de producción, entonces la inversión por el plan de mantenimiento se da por recuperada.

De la misma forma, si el plan de mantenimiento logra evitar una o más paradas imprevistas por falla, correspondiente a solo un **1%** del tiempo total anual de producción, **el costo de oportunidad logra ascender a \$10.628.800.**

$1820 \times 1 \div 100 = 18,2$ horas por año (1% del tiempo total en estado de funcionamiento de los freidores)

$18,2 \text{ horas} \times \$584.000 = \$10.628.800$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tras un hacer un análisis, se ha llegado a la conclusión de que un plan de mantenimiento preventivo se hace imprescindible en la empresa, si es que ésta pretende seguir creciendo y estar preparada para recibir nueva maquinaria a sus líneas de procesos en el futuro.

Este trabajo permitió generar listas de procedimientos técnicos que contribuyen al mantenimiento preventivo periódico de los freidores y cintas transportadoras de la línea de freído.

Se realizó un estudio para seleccionar los lubricantes más indicados para la línea de producción de freído, que contribuyen además con la necesidad de mantener la inocuidad del producto.

Se generaron fichas de órdenes de trabajo, fichas de lubricación, fichas de registros de tiempos y fichas de monitoreo de limpieza, además de un método de registro de fallas y mantenimiento correctivo, métodos que eran inexistentes antes de realizar este trabajo.

El monto anual que se debe invertir para la ejecución del mantenimiento asciende a \$337.020, inversión que es recuperada completamente si este plan impide una o más paradas imprevistas, correspondientes a solo un 0,03% del tiempo en estado de funcionamiento de los freidores en un año completo.

Si este plan es implementado, y éste evita una o más paradas imprevistas por falla, correspondientes a solo un 1% del tiempo total anual de producción de maní frito, el costo de oportunidad para la empresa logra ascender a \$10.628.800.

Finalmente, se le recomienda a la empresa iniciar la implementación de este plan de mantenimiento preventivo, el que entrega las herramientas para comenzar a generar registros, calcular indicadores clave de rendimiento, optimizar los procedimientos y conocer el impacto de éste en la planta. Se recomienda realizar las gestiones hasta incluir a todo el personal de planta, de manera que éstos generen nuevas competencias que les permitan ser involucrados cada vez más en las actividades de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

DÍAZ Navarro, J. Técnicas de mantenimiento industrial. Cádiz: Calpe Institute of Technology, 2004.

KNEZEVIC, J. Mantenimiento. Madrid: Isdefe, 1996.

MALDONADO Pérez, Claudio Andrés. Plan de mantención para motores eléctricos. Memoria (Técnico Universitario en Mecánica Industrial) Viña del Mar, Chile: UTFSM. Sede Viña del Mar, 2010.

NAVARRO Luke, Pablo Andrés. Mantenimiento preventivo implementando la norma HACCP. Memoria (Ingeniero de Ejecución en Mantenimiento Industrial) Viña del Mar, Chile: UTFSM. Sede Viña del Mar, 2007.

ROMERO Jara, Haroldo. Fundamentos de lubricación [Apunte asignatura Taller de Mantención Industrial]. 2010.

ROMERO Jara, Haroldo. Curso Válvulas Industriales [Apunte asignatura Taller de Mantención Industrial]. 2010.

SERRANO Rico, Juan Carlos. Comparación de métodos para determinar los parámetros de Weibull para la generación de energía eólica [en línea]. Revista electrónica Scientia et Technica, 2013, Vol. 18, Núm. 2, paginación: 315-320 <<http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/issue/view/497/showToc>>. [consulta: 30 de Octubre de 2017]. ISSN 0122-1701.

SKF. Catálogo General. Grupo SKF, 2008.

VELARDE HNOS. S.A. Conócenos. [página web]. 2015 <<http://www.velarde.cl/conocenos/velarde/2015-01-07/174512.html>>.

WEG. Manual de Instalación y Mantenimiento de Motores Eléctricos de Inducción Trifásicos. WEG INDÚSTRIAS S.A. - MÁQUINAS. [s.a].