



**Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD PARA EL
ANÁLISIS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS POR MEDIO DE
LA INSTALACIÓN DE UN DETECTOR DE METALES EN UNA
FÁBRICA DE GALLETAS**

Edgar Omar Alfredo Rivera Torres

Asesorado por Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, octubre de 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD PARA EL
ANÁLISIS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS POR MEDIO DE
LA INSTALACIÓN DE UN DETECTOR DE METALES EN UNA
FÁBRICA DE GALLETAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDGAR OMAR ALFREDO RIVERA TORRES

ASESORADO POR ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br Elisa Yasminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing José Vicente Guzmán Shaúl
EXAMINADOR	Ing Carlos Humberto Pérez Rodríguez
SECRETARIO	Ing Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD PARA EL ANÁLISIS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS POR MEDIO DE LA INSTALACIÓN DE UN DETECTOR DE METALES EN UNA FÁBRICA DE GALLETAS

Tema que se me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 23 de agosto de 2003.

Edgar Omar Alfredo Rivera Torres

DEDICATORIA

A TI SEÑOR MI DIOS

Por ver tu poder, amor y misericordia a lo largo de toda mi vida, pues sin ti mi Dios Todopoderoso no lo hubiera logrado, la gloria honra y honor son para ti.

A MIS PADRES

Moisés, por brindarme la oportunidad de estudiar y apoyarme en todo momento. Aminta, por los desvelos que le provoqué, por los cuidados en mi niñez y por instruirme en el camino correcto.

A MI HERMANO Y AMIGO

David, por disfrutar junto conmigo este triunfo y apoyarme incondicionalmente en todo tiempo.

A MI HERMANA

Gressia, por su cariño y apoyo.

A MI ABUELITA

Alicia (yaya), por el apoyo brindado en mi vida.

**A MIS AMIGOS
DE LA INFANCIA**

José Miguel y Hainer, por los inolvidables recuerdos que unen y mantienen nuestra amistad.

A MIS AMIGOS

David, Ricardo y Patty, por sus sabios consejos en el momento adecuado.

**A MIS COMPAÑEROS
UNIVERSITARIOS**

Quienes me enseñaron a trabajar y sobresalir en equipo.

**A HERMANOS
EN CRISTO**

Por sus oraciones y bendiciones en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Lic. Galim Adamí Morales Barrios, por su disposición y apoyo para iniciar este trabajo.

Inga. María Colmenares, por su apoyo incondicional durante el desarrollo de este trabajo.

Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma, por su disposición y apoyo durante el desarrollo de este trabajo, cada vez que fue necesario.

Juan José Vásquez Castillo, por su apoyo para terminar este trabajo.

Marilú Saravia, por su apoyo en la realización de este trabajo.

Ing. Horacio Najera, por su apoyo en mi formación profesional.

Inga. Marcia Véliz, por su apoyo durante el proceso de graduación.

Ing. Carlos Pérez, por su apoyo para terminar este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	vii
LISTA DE SÍMBOLOS	ix
GLOSARIO	xi
RESUMEN	xv
OBJETIVOS	xii
INTRODUCCIÓN	xix
1. GENERALIDADES	1
1.1 Presentación de la empresa	1
1.2 Descripción de las galletas	2
1.2.1 ¿Qué son las galletas?	2
1.2.2 ¿Quiénes consumen las galletas?	2
1.3 Seguridad de alimentos y HACCP	3
1.3.1 ¿Qué es seguridad de alimentos?	3
1.3.2 ¿Qué es HACCP?	4
1.3.3 Seguridad de alimentos, los tres tipos de HACCP	6
1.3.3.1 HACCP científico	6
1.3.3.2 HACCP reglamentado	6
1.3.3.3 HACCP calidad-cliente	6
1.3.4 Descripción de los puntos críticos en el proceso	7
1.4 Detector de metales	7
1.4.1 Definición	7
1.4.2 Uso y aplicación	8

2. SITUACIÓN ACTUAL	9
2.1 Proceso actual	9
2.1.1 Diagrama de flujo de las canelitas y hojaldras	9
2.1.2 Diagrama de flujo de las barritas de piña y fresa	10
2.1.3 Maquinaria y equipo	12
2.1.4 Ingredientes	13
2.2 Control de seguridad durante el proceso	16
2.2.1 ¿Qué controles se llevan actualmente?	16
2.2.1.1 Control de la fracción defectuosa	16
2.2.2 ¿Cómo se garantiza la calidad y confiabilidad del producto?	17
2.2.2.1 Sistema de quejas de los consumidores	17
2.2.2.1.1 Desarrollo del procedimiento	18
2.3 Consecuencias en las que se incurre debido al control inadecuado de los puntos críticos en el proceso	19
2.3.1 Proceso inseguro	19
2.3.2 Pérdidas del mercado potencial y real	19
2.3.3 Desprestigio para la empresa	20
3. SITUACIÓN PROPUESTA	21
3.1 Proceso con el sistema de seguridad instalado	21
3.1.1 Diagrama de flujo de las canelitas y hojaldras	21
3.1.2 Diagrama de flujo de las barritas de piña y fresa	22
3.1.3 Maquinaria y equipo	24
3.1.4 Ingredientes	25
3.2 Análisis de costos y beneficios	28
3.2.1 Evaluación de alternativas	28
3.2.1.1 Instalación de un detector de metales	29

3.2.1.2	Instalación de varios detectores de metales	29
3.2.2	Rentabilidad de la inversión	30
3.2.2.1	Alternativa más rentable	30
3.2.3	Beneficios que se obtienen al implementar el sistema de seguridad	31
3.3	Aseguramiento de la calidad	32
3.3.1	Identificación y análisis de los puntos críticos	32
3.3.2	Control de los puntos críticos	32
3.4	Ventajas al implementar el sistema propuesto	33
3.4.1	Ventajas de seguridad y protección al consumidor	33
3.4.2	Ventajas económicas	34
3.4.3	Ventajas competitivas	35
4.	IMPLEMENTACIÓN	37
4.1	Instalación del detector de metales	37
4.1.1	Análisis y preparación del sitio para instalar	37
4.1.2	Instalación de tensores para el servicio eléctrico y neumático	38
4.1.3	Instalación del sistema eléctrico	38
4.1.3.1	Conexión de las alimentaciones eléctricas	39
4.1.3.1.1	Pasos para realizar la conexión	41
4.1.4	Instalación del sistema neumático	43
4.1.4.1	Funcionamiento de las unidades de servicio	43
4.1.5	Instalación del detector de metales	46
4.2	Puesta en marcha del detector de metales	48
4.2.1	Encendido del equipo	48
4.2.2	Configuración	49
4.2.3	Pruebas de sensibilidad	52

5. MEJORA CONTINUA	55
5.1 Mantenimiento del sistema de seguridad	55
5.1.1 Transportador	
5.1.1.1 Limpieza y verificación física de la banda	55
5.1.1.2 Inspección y mantenimiento semanal	56
5.1.1.3 Inspección semestral	59
5.1.2 Motor eléctrico	60
5.1.2.1 Limpieza	60
5.1.2.2 Inspección y mantenimiento semanal	61
5.1.2.3 Inspección semestral	61
5.1.3 Cadenas de transmisión	62
5.1.3.1 Lubricación	62
5.1.3.2 Limpieza de cadenas	63
5.1.4 Sistema de alimentación neumática	64
5.1.4.1 Inspección y mantenimiento preventivo general	64
5.2 Calibración del detector de metales	65
5.2.1 Encendido del equipo	66
5.2.2 Programación del menú de productos a detectar	66
5.2.3 Detección de los metales	67
5.2.3.1 Prueba con varillas metálicas	67
5.3 Capacitación	68
5.3.1 Jefes y mecánicos de línea	68
5.3.2 Supervisores y maestros de producción	69
5.3.2.1 Funciones del maestro de línea	69
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	73

BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Diagrama de flujo de las canelitas y hojaldras	9
2	Diagrama de flujo de las barritas de piña y fresa	9
3	Diagrama de flujo de las canelitas y hojaldras con la instalación del detector de metales	21
4	Diagrama de flujo de las barritas de piña y fresa con la instalación del detector de metales	23
5	Instalación de un solo detector de metales	28
6	Instalación de varios detectores de metales	28
7	Pantalla del detector de metales	46
8	Principios de sensibilidad para la detección de metales	53
10	Selección del producto a detectar	67
11	Detector de metales instalado en la línea de producción	77
12	Diagrama eléctrico del detector de metales	78
13	Diagrama de cableado del detector de metales	79
14	Cilindros normalizados de doble y simple efecto Festo	80

TABLAS

I	Ingredientes para la masa de las canelitas	13
II	Ingredientes para la masa de las hojaldras	14
III	Ingredientes para la masa de la barrita de piña	15
IV	Ingredientes para la masa de la barrita de fresa	15

V	Ingredientes para la masa de las canelitas	25
VI	Ingredientes para la masa de las hojaldras	26
VII	Ingredientes para la masa de la barrita de piña	27
VIII	Ingredientes para la masa de la barrita de fresa	27
IX	Disposiciones de la conexión para la regleta de conectores	40
X	Detalles de conexión de la regleta para conectores	41
XI	Correspondencias de conexiones y colores en Europa Y Norteamérica	42

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
bar	Unidad de presión
l / min	Litros por minuto
RPM	Revoluciones por minuto

GLOSARIO

CAC	Centro de atención a clientes.
Cabezal del detector	Parte del equipo que detecta y analiza el producto para evitar que lleve objetos extraños.
Calibración	Proceso por el cual se programa el equipo para que realice la operación de detección con base en parámetros establecidos automáticamente en el detector.
Catarina	Caja reductora que transforma velocidades altas en bajas y viceversa.
Cable tripolar	Cable con tres líneas de alimentación eléctrica y una línea a tierra.
Descalibrar	Desajuste de los parámetros preestablecidos en el detector de metales.
Desenergizar	Interrumpir el paso de corriente eléctrica que alimenta el sistema eléctrico.
Detector de metales	Equipo diseñado para detectar dentro de un producto un cuerpo de material metálico

Festo	Marca reconocida mundialmente que fabrica y suministra equipos y accesorios neumáticos.
HACCP	Análisis de riesgos y puntos críticos de control.
Juntas de equipo	Sesiones periódicas que realizan semanalmente los equipos de trabajo, para evaluar el desempeño de sus labores.
Loma IQ	Marca del equipo que conforma al detector de metales.
PLC	Programador Lógico Controlado, se utiliza para realizar una serie de labores que se le han programado e introducido a su memoria, por lo general sólo es aplicado a procesos totalmente automatizados.
PVS	Sistema de validación del funcionamiento, indica si el equipo está funcionando normalmente.
Racor	Accesorio utilizado para formar uniones neumáticas rápidas o roscadas con una o múltiples entradas y salidas.
Relé	Dispositivo cuya función es energizar y desenergizar un sistema alimentado con corriente eléctrica.

Umbral

Medición de la línea magnética enviada desde un emisor hasta un receptor capaz de ser desviada o cortada por un material extraño al material del cual está constituido el objeto en estudio.

RESUMEN

Conscientes de la singular importancia que reviste la calidad, seguridad y confiabilidad que debe poseer todo producto alimenticio a fin de atender con calidad la demanda del consumidor, se deben implementar sistemas de seguridad por medio de detectores para metales, a fin de garantizar la obtención de un producto de alta calidad y sanitariamente apto.

Con la instalación del detector para metales se logra detectar, identificar, analizar y controlar posibles daños que pueda sufrir el consumidor final al ingerir el producto, conteniendo agentes ajenos a sus ingredientes (residuos de metales por desgaste). Su avanzado sistema de campo electromagnético actúa sobre el producto y sobre cualquier contaminante metálico existente determinando si el producto está contaminado o no, focalizando como punto medular, la seguridad del consumidor final que en este caso en su mayoría es la niñez. El uso del detector para metales es importante para la empresa, ya que independiente de disminuir y controlar el riesgo de que el producto dentro de su contenido lleve partículas de metal, garantiza la calidad, así como la confiabilidad del mismo, incidiendo en tales aspectos en maximizar el consumo de este, generando con ello la recuperación a corto plazo de la inversión hecha en tal implementación.

El estudio dedica su primer capítulo a la presentación de la empresa, aspectos generales relacionados con el producto que se fabrica, así como una exposición sobre las normas HACCP, seguridad de alimentos, puntos críticos del proceso y se presentará la definición, uso y aplicación que pueden poseer los detectores para metales dentro de la industria alimenticia.

Se describe la situación actual en la que se encuentra la fábrica, analizando las consecuencias, desventajas y situaciones de riesgo en que se incurren por no poseer un sistema de seguridad de alimentos para el análisis y control de puntos críticos durante el proceso productivo. Se propone y realiza un análisis de costos y beneficios que se adquieren al instalar un detector para metales en la línea de producción, así también se mencionan las ventajas que obtiene la fábrica al implementar el sistema de seguridad por medio de este dispositivo, las cuales garantizan que el producto se está produciendo de manera limpia, confiable y segura.

También se expone cómo debe realizarse la instalación, puesta en marcha y pruebas que deben hacerse al detector para metales, con el fin de obtener un aprovechamiento adecuado del equipo que garantiza la seguridad en la elaboración de galletas en esta fábrica.

Por último, se definen las actividades que deben ser efectuadas tales como mantenimiento, calibración y capacitación del personal, pues forman parte esencial para conservar el equipo en óptimas condiciones, obteniendo un completo aprovechamiento del mismo.

OBJETIVOS

General

Crear un sistema de seguridad para identificar, analizar y controlar los puntos críticos dentro del proceso de elaboración de galletas dulces por medio de la instalación del detector de metales.

Específicos

1. Garantizar la calidad del producto ante el consumidor de una manera segura y confiable.
2. Realizar un análisis de costos y beneficios en los que se incurren con la instalación del detector de metales en dicha fábrica.
3. Comparar y analizar las situaciones actual y propuesta dentro de la fábrica.
4. Crear una guía para la instalación del detector de metales.
5. Diseñar un instructivo para la calibración del detector de metales.
6. Establecer un programa de mejora continua para el sistema de seguridad con el detector de metales .
7. Capacitar adecuadamente al personal que utilizará el detector de metales, con el fin de optimizar el sistema de seguridad propuesto.

INTRODUCCIÓN

El marcado crecimiento que la industria alimenticia ha venido alcanzando en nuestro país en los últimos años, es el reflejo del proceso global y los consecuentes desafíos de expansión a través de empresas transnacionales que se ven constantemente en la necesidad de contar con sistemas de seguridad altamente desarrollados que garanticen, tanto para el consumidor local como para el internacional, la alta confiabilidad que posee su producto.

La empresa para la que se propone la instalación del dispositivo denominado detector de metales, elabora galletas dulces, razón por la cual es importante contar con un sistema de seguridad que detecte, analice, y controle cualquier tipo de agente metálico contenido en los ingredientes en su proceso de elaboración.

Por ello, el presente trabajo, pretende hacer llegar de manera práctica, sencilla y profesional el procedimiento adecuado que permita instalar, mantener y optimizar el funcionamiento del sistema de seguridad por medio de un detector de metales en la línea de producción de la empresa antes mencionada.

Cabe destacar que dicho aporte servirá de marco referente para aquellas personas que deseen adquirir conocimientos básicos sobre la implementación y mejora continua de un sistema de seguridad por medio del detector de metales con el fin de analizar y controlar los puntos críticos durante el proceso productivo.

Este detector es programable para cualquier tipo de producto alimenticio y no sólo para galletas; así mismo, será útil como documentación de apoyo para cualquier otra industria de alimentos que necesite instalar detectores de metales como sistemas de seguridad dentro de sus procesos de producción, adecuándolos a sus necesidades y tipos de productos.

1. GENERALIDADES

1.1 Presentación de la empresa

La empresa objeto de la implementación del sistema de seguridad es líder en nuestro territorio y también a nivel centroamericano en la fabricación de galletas dulces de distintos tipos de alta calidad y delicioso sabor.

Fue fundada en 1945 en México, vino a nuestro país en 1985 convirtiéndose así en la primer planta de este tipo no sólo en Guatemala sino en toda Centroamérica, abasteciendo de esta forma el mercado nacional y centroamericano.

Sus productos están orientados especialmente a la niñez, pues ésta abarca la mayor parte del mercado que los consume. Su misión es: elaborar y comercializar productos alimenticios, desarrollando el valor de sus marcas, comprometiéndose a ser una empresa altamente productiva y plenamente humana, innovadora, competitiva y fuertemente orientada a la satisfacción de sus clientes y consumidores.

Actualmente, es considerada como una de las plantas más modernas de Centroamérica, contando con equipos modernos de horneado, fermentación, transformación de la materia prima, envoltura, empaque y distribución; por lo que puede considerarse como una empresa de clase mundial.

1.2 Descripción de las galletas

1.2.1 ¿Qué son las galletas?

El origen de las galletas es tan fascinante como su sabor y valor nutricional. Los orígenes de la galleta se remontan 10.000 años atrás, cuando nuestros antepasados descubrieron que una especie de sopa de cereales, sometida a calor excesivo, adquiriría una consistencia que permitía transportarla por largas travesías sin que se deteriorara en el trayecto.

El origen de la palabra galleta en inglés y francés (*biscuit*) se remonta desde la Edad Media y viene de la expresión latina *bes quis*, que quiere decir cocido dos veces.

Las galletas se pueden definir como porciones de pasta cuyo elemento principal es la harina de trigo, la cual es mezclada con ciertos ingredientes según el sabor y color que se desee, su fin es alimentar y deleitar a las personas que las consumen.

1.2.2 ¿Quiénes consumen las galletas?

A pesar de que las galletas van dirigidas al público en general, el mayor mercado de consumo son los niños, ya que su exquisito sabor y agradable presentación las hacen irresistibles a sus ojos y paladar, convirtiéndolos así en personas muy susceptibles y deseosas de adquirir este producto para satisfacer su necesidad de consumo.

También son consumidas por jóvenes, adultos y ancianos, pues son una fuente de energía con un alto valor nutricional y un delicioso sabor el cual es disfrutado al momento de consumirlas.

1.3 Seguridad de alimentos y HACCP

1.3.1 ¿Qué es seguridad de alimentos?

La seguridad de alimentos es una política de la empresa que consiste en ofrecer a sus consumidores un producto de calidad, formando como parte intrínseca de esta norma la higiene con la que se preparan las galletas durante todo el proceso.

La seguridad de alimentos tiene como objetivo asegurar que la fábrica de alimentos cumpla con el uso adecuado de las buenas prácticas de manufactura durante todo su proceso y con los estándares establecidos por organizaciones internacionales que auditan a la fábrica durante todo el año.

Además, dentro de la seguridad de alimentos también es importante cumplir con las disposiciones por las siguientes razones.

- Factor de relaciones públicas, el cual indica que la imagen de los colaboradores es la imagen al público de la empresa.
- Prevenir enfermedades gastrointestinales, proviene en gran medida de inadecuadas prácticas sanitarias, lo que ocasiona faltas de asistencia, trabajos deficientes, baja capacidad físico-mental, tiempo de suplementos altos, etc.

- Evitar las malas prácticas sanitarias, éstas se reflejan en una baja calidad e incluso contaminación y adulteración del producto.

1.3.2 ¿Qué es HACCP?

HACCP es un enfoque sistemático para evaluar los posibles peligros asociados con los productos y determinar los controles necesarios para minimizar o eliminar los riesgos de que estos peligros causen un daño o enfermedad al cliente o consumidor.

De donde viene el nombre de HACCP

H *Hazard* = Peligro

A *Analysis* = Análisis

C *Critical* = Crítico

C *Control* = Control

P *Point* = Punto

Que en español se traduce como

Análisis de peligros (o riesgos) y control de puntos críticos.

Resumiendo, se puede definir que HACCP es un sistema que brinda la posibilidad de disminuir y controlar posibles daños que pueda sufrir el consumidor por comer alguno de los productos, en este caso galletas dulces, que contenga accidentalmente algo extraño o ajeno a sus ingredientes o a su proceso de preparación.

Los siete principios básicos para implantar HACCP son los siguientes

- Principio 1 Ejecutar análisis de peligros
- Principio 2 Identificar puntos críticos de control
- Principio 3 Establecer límites críticos
- Principio 4 Establecer procedimientos de monitoreo
- Principio 5 Establecer acciones correctivas
- Principio 6 Establecer procedimientos para la verificación del sistema HACCP
- Principio 7 Establecer procedimientos para informar y documentar el desempeño del sistema HACCP

1.3.3 Seguridad de alimentos, los tres tipos de HACCP

1.3.3.1 HACCP científico

Es la forma de HACCP más aceptada hoy en día, es utilizada internacionalmente y se basa en la ciencia de los peligros de origen biológico, químico o físico en los alimentos.

1.3.3.2 HACCP reglamentado

Se considera complemento de un programa preventivo para satisfacer asuntos reglamentarios y no necesariamente de seguridad de producto. Ejemplo, la presencia de material extraño no peligroso. Incorpora el control de peligros relacionados con la seguridad del alimento a sus asuntos reglamentarios históricos.

1.3.3.1 HACCP calidad-cliente

En este tipo de HACCP el cliente tiene alta participación, pues se mezclan puntos de calidad con seguridad del alimento. Usualmente es difícil separar los conceptos de características de calidad y seguridad del alimento.

Los tres tipos de HACCP siguen los siete principios básicos, sin embargo, cada uno es diferente.

1.3.4 Descripción de los puntos críticos en el proceso

Para poder llevar a cabo un seguimiento intensivo de los parámetros a controlar durante la elaboración de galletas dulces es necesario primero: identificar quiénes son los principales enemigos que puedan alterar la formulación del producto conocidos como puntos críticos del proceso, para poder controlarlos y así evitar situaciones de riesgo que puedan llevar a contaminaciones del producto que se está elaborando.

Por lo tanto, se define que el punto crítico de control es un paso del proceso que se debe controlar y es esencial para eliminar un peligro de seguridad del alimento o reducirlo a un nivel no dañino para el consumidor. Éste es controlado por los límites críticos que son los rangos que deben manejarse en los procesos bajo los cuales se pueden evitar o reducir peligros dañinos al consumidor.

1.4 Detector de metales

1.4.1 Definición

El detector de metales es un dispositivo diseñado para detectar dentro del producto un cuerpo distinto al material del cual está fabricado; puede ser originado por desgaste metálico de elementos que forman parte de la línea de producción.

1.4.2 Uso y aplicación

Debido a que el detector de metales es de fácil instalación, sencillo de operar, de bajo costo y alto rendimiento, será utilizado como medida de seguridad con el fin de detectar cualquier desvío ocurrido durante la producción de las galletas, garantizando que el producto no lleve dentro de sus ingredientes elementos metálicos, los cuales pueden ser nocivos para la salud del consumidor.

Su aplicación funge como un sistema de seguridad de alimentos para analizar y controlar los puntos críticos durante el proceso, pues la seguridad del alimento respalda la calidad de las galletas y garantiza la salud del consumidor al ingerirlas.

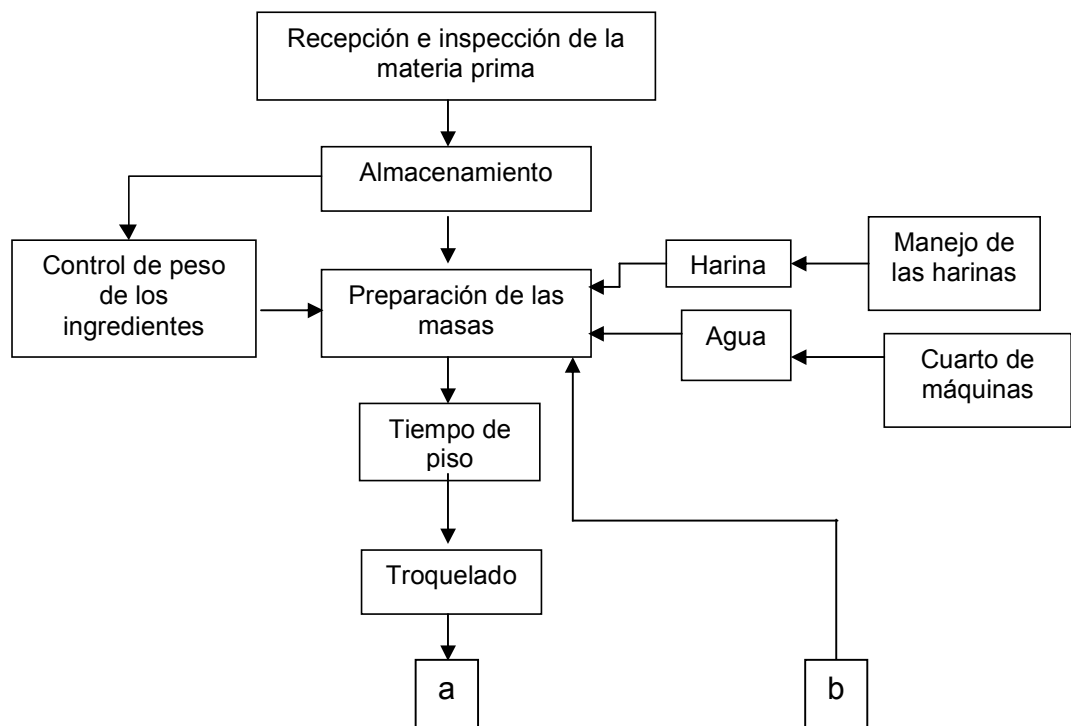
2. SITUACIÓN ACTUAL

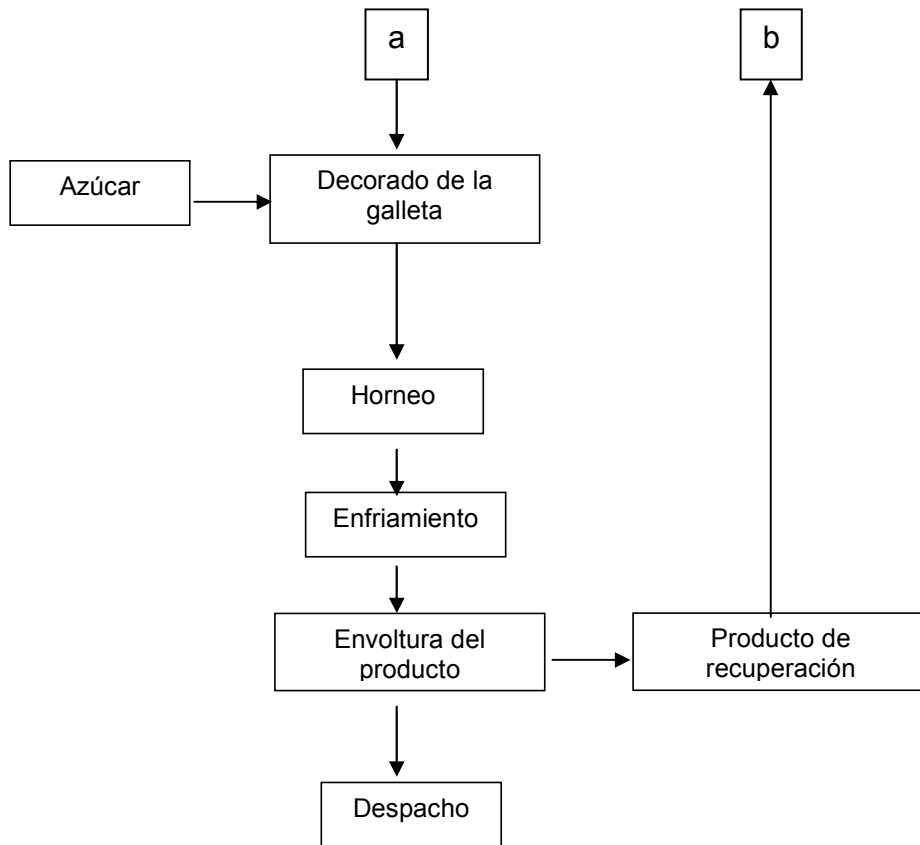
2.1 Proceso actual

2.1.1 Diagrama de flujo de las canelitas y hojaldras

El proceso para la elaboración de galletas tipo canelitas y hojaldras se muestra a continuación (ver figura 1), describiendo el proceso desde la recepción e inspección de materia prima hasta que el producto es terminado.

Figura 1. Diagrama de flujo de las canelitas y hojaldras

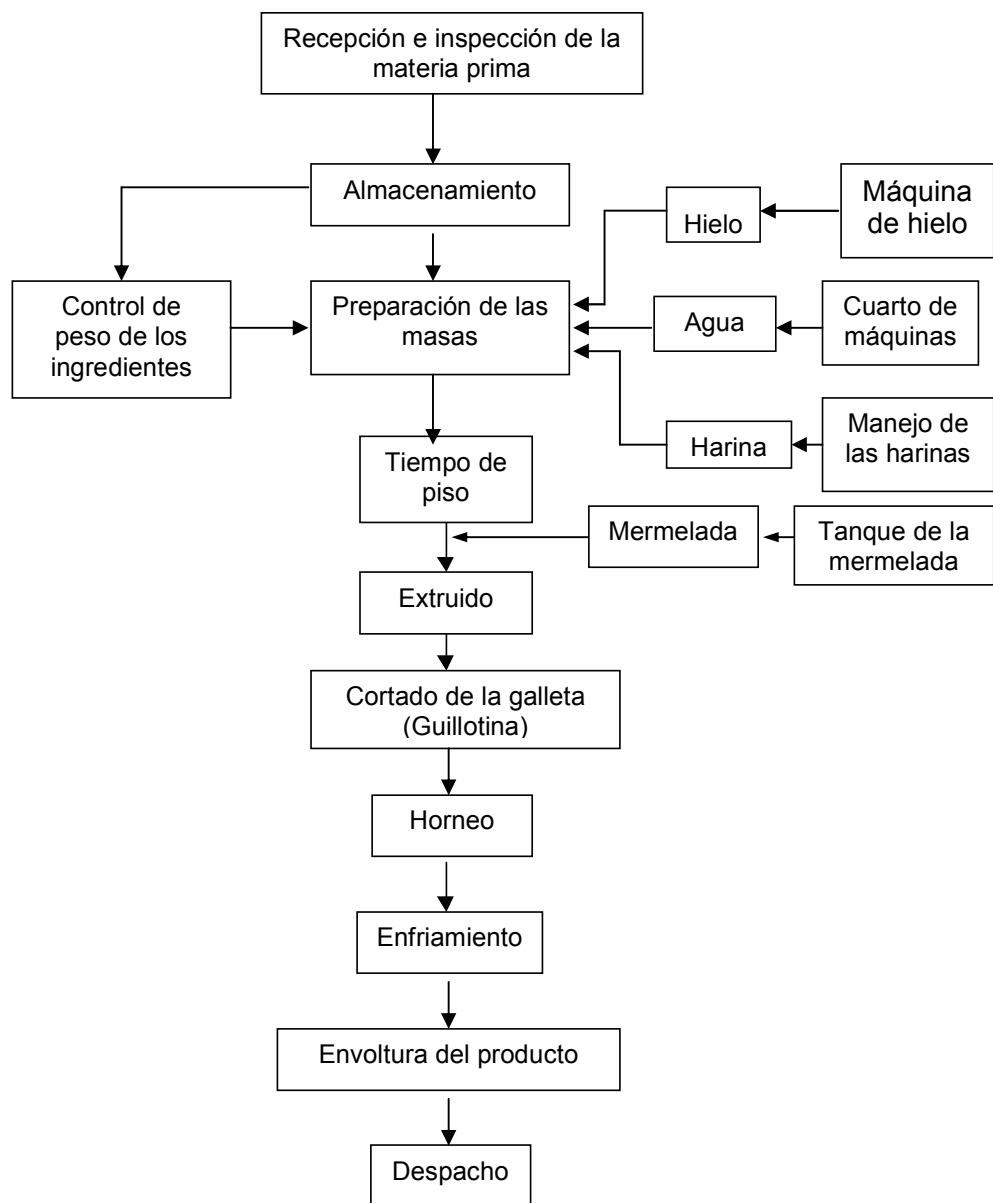




2.1.2 Diagrama de flujo de las barras de piña y fresa

El proceso para la elaboración de galletas tipo barras de piña y fresa se muestra a continuación (ver figura 2), describiendo el proceso desde la recepción e inspección de materia prima hasta que el producto es terminado.

Figura 2. Diagrama de flujo de las barras de piña y fresa



2.1.3 Maquinaria y equipo

Mezcladora. Su función es mezclar los ingredientes para la elaboración de las galletas.

Artesa desmenuzadora. Desintegra la masa en secciones pequeñas para alimentar el extrusor o troqueladora dependiendo del tipo de galleta que se esté elaborando.

Transportadores de alimentación. Transportan la masa al extrusor o troqueladora.

Extrusor. Se usa exclusivamente para la elaboración de las barritas de piña o de fresa, éste es encargado de modelar la galleta junto con la mermelada.

Troqueladora. Es un rodillo encargado de estampar en la banda de alimentación la forma de la galleta, es usado sólo para las canelitas y hojaldras.

Guillotina. Encargada de realizar los cortes en la galleta tipo barrita de piña y fresa.

Azucarador. Aplica azúcar a la galletas tipo canelitas.

Horno. Su función es dar cocción a las galletas.

Banda de enfriamiento. Disminuye la temperatura de la galleta a temperatura ambiente.

Transportador de alimento y empaque. Su función es llevar el producto hacia las envolvedoras.

Envolvedoras. Encargadas de empacar herméticamente la galleta.

Bandejas. Se utilizan para almacenar y distribuir las galletas.

2.1.4 Ingredientes

En las tablas I , II , III y IV se describen los ingredientes y porcentajes necesarios para la elaboración de las masas de galletas canelitas, hojaldras, barritas de piña y fresa.

Tabla I. Ingredientes para la masa de las canelitas

Ingredientes	Porcentaje %
Harina tipo III	100.000
Manteca tipo 6	30.000
Agua	14.500
Azúcar estándar	31.500
Azúcar invertida	4.500
Sal refinada	0.900
Bicarbonato de amonio	1.000
Anioxidante TBC tenox	0.300
Lactipol de sodio	0.450
Polvo de hornear	0.600
Canela polvo sanitizada	0.600
Sabor canela (4)	0.055

Tabla II. Ingredientes para la masa de las hojaldras

Ingredientes	Porcentaje %
Harina de trigo tipo III	100.000
Manteca tipo 6	30.000
Agua	10.000
Sal refinada	1.500
Azúcar estándar	35.000
Bicarbonato de amonio	1.000
Polvo de hornear	0.550
Sabor vainilla 55902-C	0.400
Antioxidante TBC	0.200
Azúcar invertida	15.000
Bicarbonato de sodio	0.300
Lecitina de soya	0.500
Lactipol	0.500
Suero de leche	1.500
Mezcla pan blanco	60.000

Tabla III. Ingredientes para la masa de la barrita de piña

Ingredientes	Porcentaje %
Harina tipo III	100.000
Manteca tipo 6	45.714
Agua	21.714
Azúcar refinada	17.143
Glucosa 43 G. B. E.	17.143
Sabor naranja 940832 (1)	0.500
Color amarillo huevo preparado	0.200
Sal refinada	1.000
Mermelada de piña	2.000

Tabla IV. Ingredientes para la masa de la barrita de fresa

Ingredientes	Porcentaje %
Harina tipo III	100.000
Manteca tipo 6	45.714
Agua	21.714
Azúcar refinada	17.143
Glucosa 43 G. B. E.	17.143
Sabor naranja 940832 (1)	0.500
Color amarillo huevo preparado	0.200
Sal refinada	1.000
Mermelada de fresa	2.000

2.2 Control de seguridad durante el proceso

2.2.1 ¿Qué controles se llevan actualmente?

El único control interno que lleva el departamento de calidad para garantizar que las galletas están siendo producidas sin contaminantes es el que a continuación se describe.

2.2.1.1 Control de la fracción defectuosa

Este tipo de control se hace mediante la toma de muestras al azar extraídas cada 30 minutos durante todo el proceso productivo, está a cargo del departamento de control de calidad y se lleva por medio de un gráfico por atributos tipo "P". Se analiza la muestra y se compara con un patrón ya establecido donde se registran los rangos permitidos de variación de color, olor, sabor, propiedades. Luego se examina detenidamente la galleta para ver si no contiene partículas ajenas a su formulación especialmente partículas ocasionadas por desgaste metálico, luego se realiza un reporte el cual se presenta en las juntas de equipo semanales para poder determinar las posibles causas por las cuales se está contaminando el producto durante la producción.

Este control es muy inexacto e impreciso, pues no garantiza realmente la seguridad del alimento, ya que las muestras son aleatorias y no se realiza constantemente, por lo que este tipo de control se aplica más para mantener y estabilizar las propiedades físicas de la galleta tales como olor, color sabor, formulación, pero no garantiza que el producto esté libre de partículas metálicas en su interior.

2.2.2 ¿Cómo se garantiza la calidad y confiabilidad del producto?

2.2.2.1 Sistema de quejas de los consumidores

Por medio de este sistema el producto se hace cada vez más seguro y confiable para el consumidor, pues éste proporciona los lineamientos para la atención a quejas de clientes y consumidores en relación a características de seguridad de producto propias del sistema HACCP, las cuales se corrigen cuando el cliente se queja, garantizando la calidad y confiabilidad del producto para futuros clientes.

Este sistema tiene un alcance desde que se recibe información de la queja del cliente o consumidor hasta que se concentra en el registro: control de respuestas a quejas del consumidor.

A continuación se describen los elementos y funciones del sistema de quejas de los consumidores.

Centro de Atención a Clientes (CAC). Nombre del área que recibe y envía los reportes generalmente telefónicos provenientes de la línea LADA 800.

Consumidor. Persona usuaria de los productos elaborados por la empresa.

Supervisor de aseguramiento de calidad. Persona encargada del laboratorio de aseguramiento de calidad de la fábrica así como, en este caso de coordinar la respuesta a quejas del consumidor.

Supervisor de línea. Persona encargada de la línea de producción cuyo producto fue objeto de la queja del consumidor.

Supervisor de ventas. Persona encargada del servicio de ventas, en este caso de la zona geográfica en la cual se presentó la queja del consumidor.

Gerencia de ventas. Encargada de dirigir la operación de ventas de la fábrica y zona en la que se presentó la queja del consumidor.

2.2.2.1.1 Desarrollo del procedimiento

La gerencia de ventas informa a la planta los datos de la queja y del consumidor.

Si la queja es sobre calidad o seguridad del producto, el gerente de producción y el supervisor de aseguramiento de calidad informarán al supervisor de la línea que produce el artículo defectuoso al cual está referida la queja.

El supervisor de línea informa al área de aseguramiento de calidad las causa que originaron la falla en el producto y las acciones correctivas que se realizarán para que no se repita.

El supervisor de aseguramiento de calidad realiza un reporte con la información recabada a lo largo del proceso de corrección del problema y respuesta el cual envía a la subdirección de producción y gerencia de operaciones correspondientes. Cada queja es archivada junto con la queja del consumidor recibida por el centro de atención al cliente.

2.3 Consecuencias en las que se incurre debido al control inadecuado de los puntos críticos en el proceso

2.3.1 Proceso inseguro

El proceso actualmente se puede clasificar como inseguro, especialmente para el consumidor, pues no se garantiza una producción libre de partículas metálicas.

Tampoco se tienen parámetros establecidos que indiquen si el producto terminado está libre de contaminantes los cuales alteren el contenido de la galleta y cuyas consecuencias puedan repercutir gravemente en el consumidor y por ende también en la empresa.

2.3.2 Pérdidas del mercado potencial y real

Esta consecuencia se refiere a que los clientes que pueda obtener esta fábrica de galletas en un futuro se podrán perder a causa del control inadecuado de puntos críticos durante el proceso. Por ejemplo, si un consumidor que conforma el mercado real adquiere y consume galletas que contengan partículas metálicas, éstas dañarán su salud, ocasionando que el cliente (mercado real) deje de consumir el producto y también informe a posibles consumidores potenciales (personas que aún no consumen el producto) que no lo consuman pues no garantiza la seguridad del alimento al ingerirlo y puede ser nocivo para su salud y la de su familia.

2.3.3 Desprestigio para la empresa

La empresa podrá desprestigiarse si los consumidores analizan que al consumir el producto se pondrá en riesgo su salud, lo cual será provocado por no tener un control de puntos críticos adecuado. Si se trata de niños sus padres quienes compran el producto y velan por la salud de sus hijos dejarán de comprarlo e informarán a las demás personas y medios de comunicación que este producto pone en peligro la salud de sus hijos y de todas aquellas personas que lo consumen.

Estos riesgos ocasionarán un desprestigio que afectará en gran manera las ventas del producto, y por ende generará a la empresa grandes pérdidas en el mercado nacional y cerrará las puertas de exportación para el producto, por lo que la empresa podrá en el peor de los casos incurrir en la bancarrota.

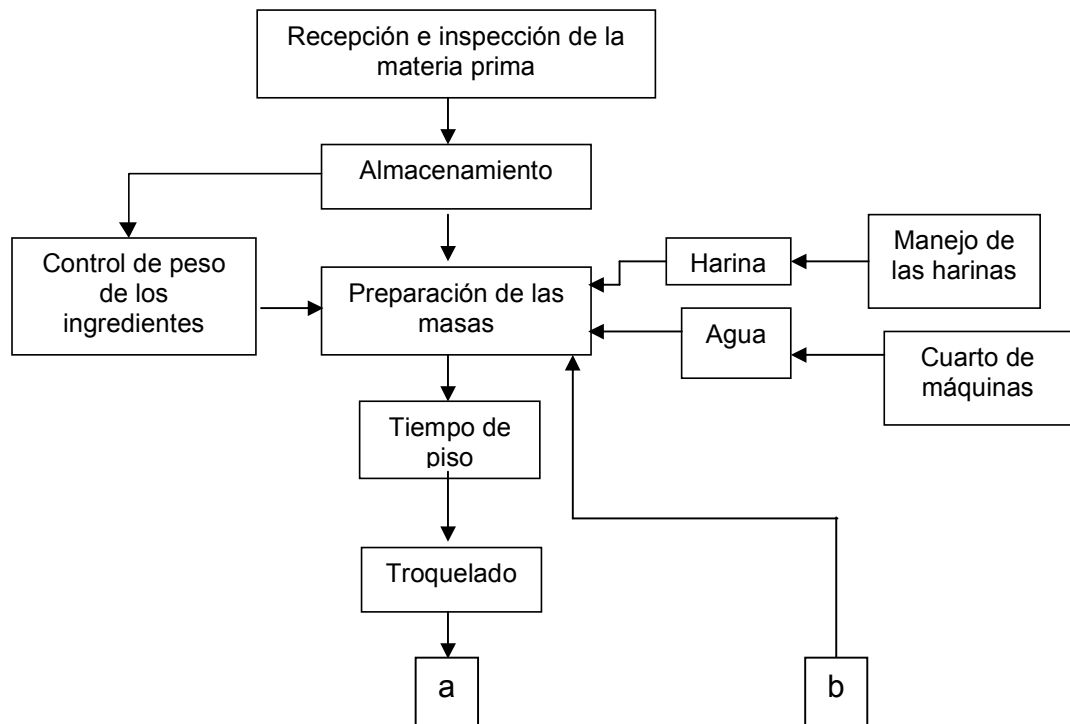
3. SITUACIÓN PROPUESTA

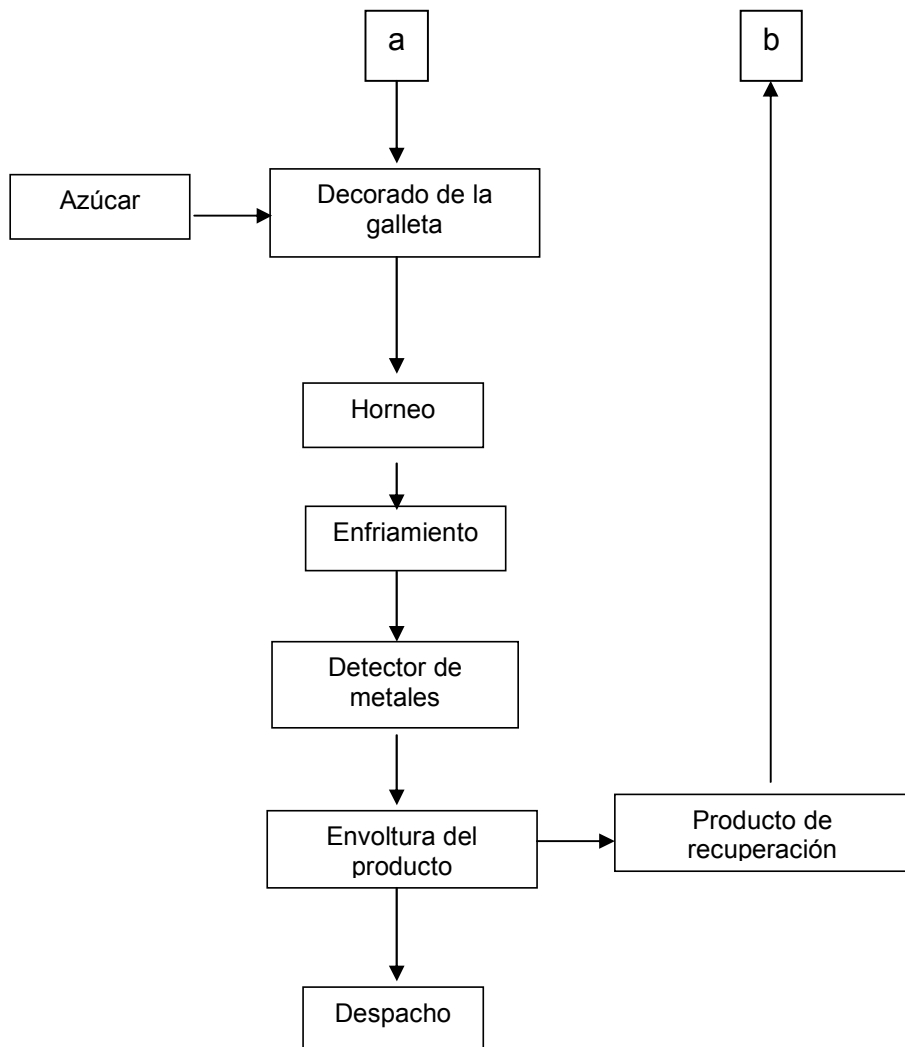
3.1 Proceso con el sistema de seguridad instalado

3.1.1 Diagrama de flujo de las canelitas y hojaldras

En la figura 3 se muestra el diagrama de flujo para las canelitas y hojaldras con el sistema de seguridad, que en este caso es el detector de metales instalado.

Figura 3. Diagrama de flujo de las canelitas y hojaldras con la instalación del detector de metales

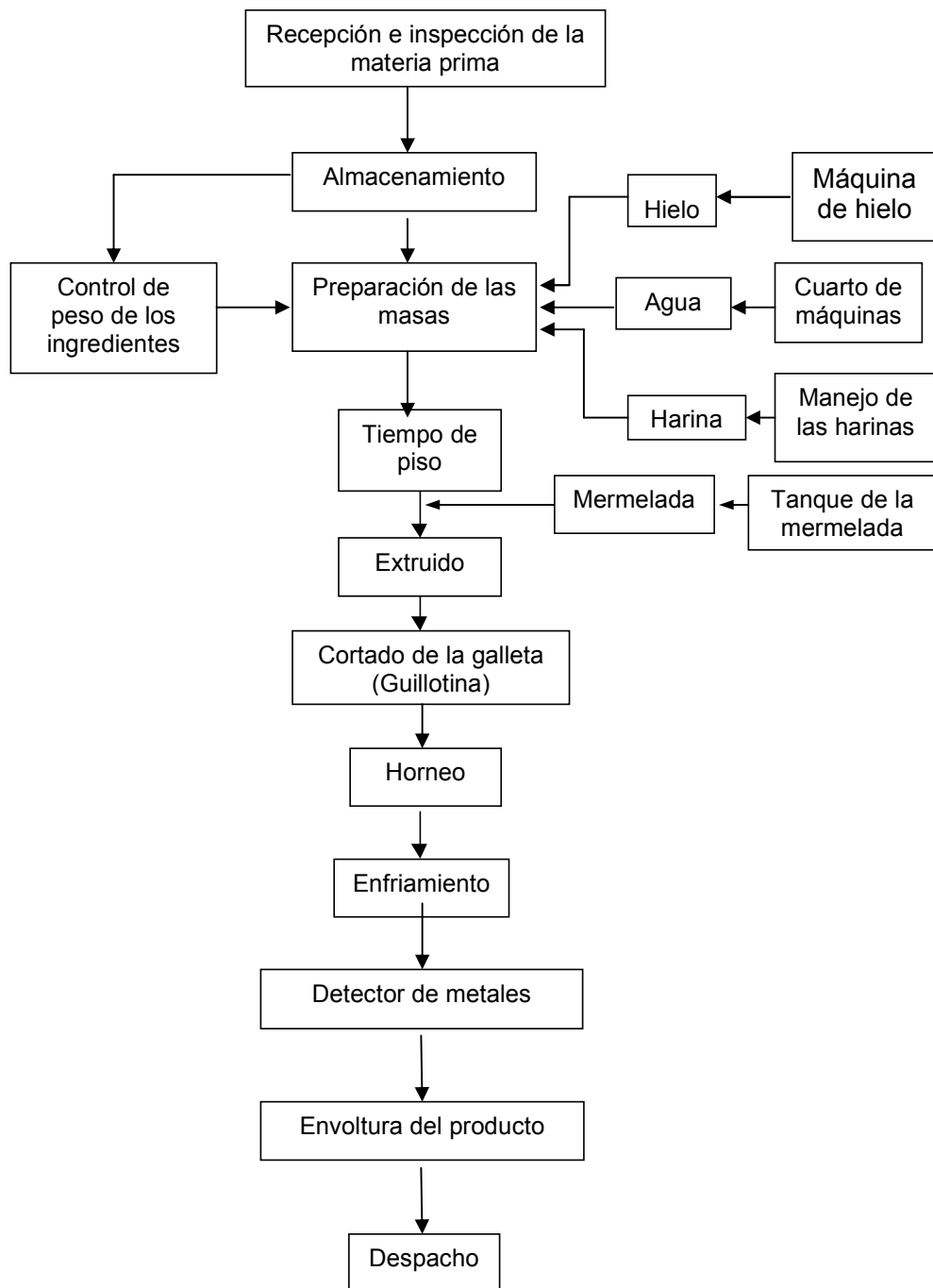




3.1.2 Diagrama de flujo de las barras de piña y fresa

En la figura 4 se muestra el diagrama de flujo para las barras de piña y fresa con el sistema de seguridad, que en este caso es el detector de metales instalado.

Figura 4. Diagrama de flujo de las barras de piña y fresa con la Instalación del detector de metales



3.1.3 Maquinaria y equipo

Mezcladora. Su función es mezclar los ingredientes para la elaboración de las galletas.

Artesa desmenuzadora. Desintegra la masa en secciones pequeñas para alimentar el extrusor o troqueladora dependiendo de el tipo de galleta que se esté elaborando.

Transportadores de alimentación. Transportan la masa al extrusor o troqueladora.

Extrusor. Se usa exclusivamente para la elaboración de las barritas de piña o de fresa, éste es encargado de modelar la galleta junto con la mermelada.

Troqueladora. Es un rodillo encargado de estampar en la banda de alimentación la forma de la galleta, es usado sólo para las canelitas y hojaldras.

Guillotina. Encargada de realizar los cortes en la galleta tipo barrita de piña y fresa.

Azucarador. Aplica azúcar a la galletas tipo canelitas.

Horno. Su función es dar cocción a las galletas.

Banda de enfriamiento. Disminuye la temperatura de la galleta a temperatura ambiente.

Detector de metales. Dispositivo que garantiza la inocuidad de la galleta.

Transportador de alimento y empaque. Su función es llevar el producto hacia las envolvedoras.

Envolvedoras. Encargadas de empacar herméticamente la galleta.

Bandejas. Se utilizan para almacenar y distribuir las galletas.

3.1.4 Ingredientes

En las tablas V , VI , VII y VIII se describen los ingredientes y porcentajes necesarios para la elaboración de las masas de galletas canelitas, hojaldras, barritas de piña y fresa.

Tabla V. Ingredientes para la masa de las canelitas

Ingredientes	Porcentaje %
Harina tipo III	100.000
Manteca tipo 6	30.000
Agua	14.500
Azúcar estándar	31.500
Azúcar invertida	4.500
Sal refinada	0.900
Bicarbonato de amonio	1.000
Anioxidante TBC tenox	0.300
Lactipol de sodio	0.450
Polvo de hornear	0.600
Canela polvo sanitizada	0.600
Sabor canela (4)	0.055

Tabla VI. Ingredientes para la masa de las hojaldras

Ingredientes	Porcentaje %
Harina de trigo tipo III	100.000
Manteca tipo 6	30.000
Agua	10.000
Sal refinada	1.500
Azúcar estándar	35.000
Bicarbonato de amonio	1.000
Polvo de hornear	0.550
Sabor vainilla 55902-C	0.400
Antioxidante TBC	0.200
Azúcar invertida	15.000
Bicarbonato de sodio	0.300
Lecitina de soya	0.500
Lactipol	0.500
Suero de leche	1.500
Mezcla pan blanco	60.000

Tabla VII. Ingredientes para la masa de la barrita de piña

Ingredientes	Porcentaje %
Harina tipo III	100.000
Manteca tipo 6	45.714
Agua	21.714
Azúcar refinada	17.143
Glucosa 43 G. B. E.	17.143
Sabor naranja 940832 (1)	0.500
Color amarillo huevo preparado	0.200
Sal refinada	1.000
Mermelada de piña	2.000

Tabla VIII. Ingredientes para la masa de la barrita de fresa

Ingredientes	Porcentaje %
Harina tipo III	100.000
Manteca tipo 6	45.714
Agua	21.714
Azúcar refinada	17.143
Glucosa 43 G. B. E.	17.143
Sabor naranja 940832 (1)	0.500
Color amarillo huevo preparado	0.200
Sal refinada	1.000
Mermelada de fresa	2.000

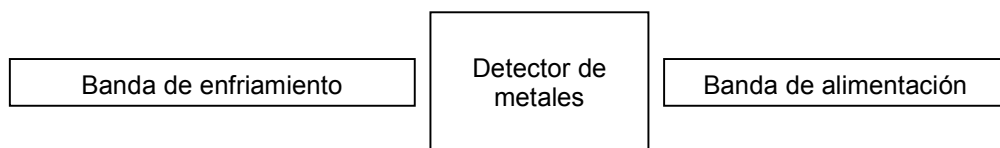
3.2 Análisis de costos y beneficios

3.2.1 Evaluación de alternativas

Para la instalación del detector de metales se proponen dos alternativas las cuales serán descritas a continuación.

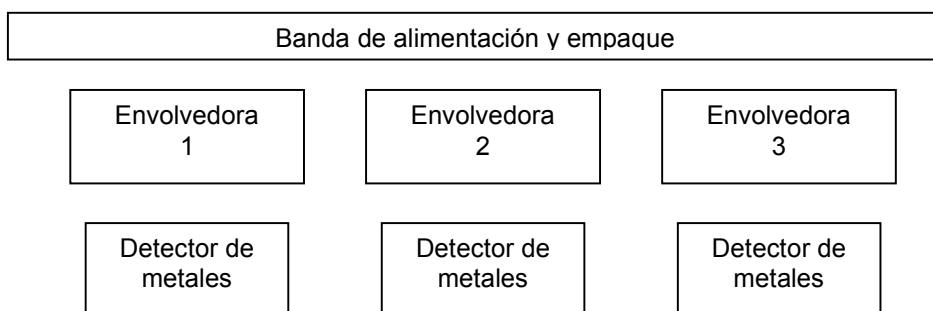
La primera alternativa consiste en instalar un detector tamaño grande al final de la banda de enfriamiento como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Instalación de un solo detector de metales



La segunda alternativa consiste en instalar varios detectores tamaño pequeño después de las envolvedoras, antes de apilar y almacenar el producto terminado, según se muestra en la figura 6.

Figura 6. Instalación de varios detectores de metales



3.2.1.1 Instalación de un detector de metales

Los costos en que se incurren al instalar el detector de metales como se muestra en la figura 5 son los siguientes:

Valor inicial del detector de metales	Q	160, 000. 00
Instalación de los sensores	Q	1, 500. 00
Instalación del sistema eléctrico	Q	29, 000. 00
Instalación del sistema neumático	Q	2, 800. 00
Recorte de la banda de enfriamiento	Q	7, 500. 00
Mantenimiento anual	<u>Q</u>	<u>500. 00</u>
Monto total	Q	201, 300. 00

Por lo tanto el costo total que tendrá la instalación de un detector de metales tamaño grande para la empresa es de Q 201,300.00

3.2.1.2 Instalación de varios detectores de metales

Los costos en que se incurren al instalar varios detectores de metales como se muestra en la figura 6 son los siguientes:

Análisis para un solo detector

Valor inicial del detector de metales	Q	144, 000. 00
Instalación del sistema eléctrico	Q	3, 000. 00
Instalación del sistema neumático	Q	1, 000. 00
Mantenimiento anual	<u>Q</u>	<u>500. 00</u>
Monto total	Q	148, 500. 00

Para los tres detectores

$$3 * (148,500) = 445,500$$

Por lo tanto el costo total que tendrá la instalación de varios detectores de metales tamaño pequeño es de Q 445,500.00 para la empresa.

NOTA

La tasa de cambio bancario hasta el día 22 de octubre de 2003 de Quetzales por US\$ 1.00 es equivalente a Q 8.07880.

3.2.2 Rentabilidad de la inversión

Según el análisis de costos hechos anteriormente se procederá a seleccionar y justificar la rentabilidad de la inversión por medio de la alternativa más conveniente para la empresa

3.2.2.1 Alternativa más rentable

Se concluye que la alternativa más rentable desde el punto de vista económico es la de instalar un detector de metales grande entre la banda de enfriamiento y el transportador de alimentación y empaque, ya que éste genera el menor costo para la empresa. No importando que sus costos de instalación sean mayores al inicio, ya que solamente se requiere la inversión de un solo detector y no de varios, haciendo énfasis que toda empresa siempre busca minimizar costos de cualquier manera, por lo tanto la implementación será realizada en la forma que se indica en la figura 5.

3.2.3 Beneficios que se obtienen al implementar el sistema de seguridad

Entre los principales beneficios que se obtienen con la instalación del detector de metales se pueden mencionar.

- Una producción segura y libre de contaminantes metálicos durante todo el proceso productivo, pues al momento de recibir la señal de alguna partícula metálica que pueda contaminar y afectar el producto, éste lo retiene y elimina inmediatamente
- Se tendrá un control de seguridad del alimento más estable y preciso, proporcionando la oportunidad de actuar en el momento adecuado y tomar la determinación que corresponda al caso cuando se detecte algún elemento ajeno al producto durante la marcha.
- Se estará logrando la calidad y confiabilidad del producto para con los consumidores, pues ahora sí se tendrá una garantía respaldada por normas internacionales como HACCP, la cual protege a la empresa de cualquier demanda por agentes metálicos en el producto y vela por la salud del consumidor al ingerir el mismo.

3.3 Aseguramiento de la calidad

3.3.1 Identificación y análisis de los puntos críticos

Para poder llevar a cabo este seguimiento intensivo de los parámetros a controlar durante la elaboración de galletas dulces es necesario primero:

Identificar las áreas en las cuales el producto está más expuesto a contaminarse, para poder tenerlo bajo control y evitar situaciones de riesgo que puedan llevar a contaminaciones del producto que se está elaborando.

Según el análisis que se realizó para identificar los principales puntos críticos del proceso se llegó a la conclusión que dos lugares son los más vulnerables para contaminar el producto con partículas metálicas.

El primer punto crítico es el área de recepción y manejo de harinas y el segundo punto crítico es al final de la banda de enfriamiento del producto antes de ser empacado.

3.3.2 Control de los puntos críticos

El primer punto crítico se determinó en el área de recepción y manejo de harinas, debido a que la harina muchas veces es suministrada por parte del proveedor con partículas metálicas dentro de su contenido, ocasionando alteraciones en el contenido de las galletas dulces. Para controlar esta fuente de contaminación en el producto se instalaron trampas magnéticas dentro de los silos de harina, logrando con esto que las partículas metálicas que contaminan el producto queden incrustadas en ella.

El segundo punto crítico fue determinado al final de la banda de enfriamiento de las galletas, pues acá es donde prácticamente termina el proceso de la galleta, por lo que se hace necesario instalar el detector de metales al final de esta banda. Con esto se logra controlar y eliminar la contaminación por partículas metálicas en el producto garantizando que la galleta cumple con las normas de seguridad de HACCP para ser empacada, distribuida y consumida.

3.4 Ventajas al implementar el sistema propuesto

3.4.1 Ventajas de seguridad y protección al consumidor

Entre las ventajas de seguridad y protección al consumidor al adquirir este producto se pueden mencionar.

- La empresa garantizará que su producción es limpia y segura, generando un producto de alta calidad y confiabilidad para sus consumidores.
- Dentro del proceso productivo se tendrá un mejor control para garantizar la seguridad del alimento, atacando principalmente las causas y no los efectos que puedan contaminar con partículas metálicas la galleta.
- El sistema de seguridad proporcionará al departamento de control de calidad datos más exactos y confiables con respecto a la contaminación del producto, permitiendo identificar y eliminar al agente generador que alteró el contenido del producto con partículas metálicas.

- El consumidor tendrá la confianza y tranquilidad que el producto que está consumiendo él y su familia es un producto seguro y que no pone en riesgo su salud.

3.4.2 Ventajas económicas

Una ventaja económica se puede definir como el beneficio adicional expresado en quetzales ya sea por medio de ahorro o generación de estos que obtendrá la empresa al percatarse de tomar ciertas medidas dentro de su proceso. Entre las ventajas económicas que obtendrá la empresa con la implementación del sistema de seguridad se pueden mencionar.

- Al brindarle un producto confiable y seguro a los consumidores, la demanda del producto probablemente aumentará, generando mayores ventas, con lo cual se obtendrán mayores ganancias y una expansión de mercado posiblemente más rápida de lo esperado.
- Se obtendrá un aumento en el mercado real, pues las personas que consumen actualmente el producto comentarán sobre su seguridad y calidad a aquellas personas que aún no lo consumen logrando con esto convertir el mercado potencial en un mercado real, generando de esta manera mayores ingresos para la empresa.
- La empresa no tendrá problemas con demandas hechas por consumidores que al ingerir el producto hayan encontrado partículas metálicas dentro de él, ya que estas demandas pueden ser millonarias, ocasionando muchas veces hasta el cierre de la empresa.

- Se evitarán bajas (desperdicios) durante la producción a causa de producto contaminado por partículas metálicas, mejorando así la utilización de tiempo, recursos e insumos y minimizando las pérdidas del producto para la fábrica.

3.4.3 Ventajas competitivas

Una ventaja competitiva es el área donde una empresa sobresale y atrae a sus clientes quedado fuera del alcance de la competencia. Por lo tanto entre las principales ventajas competitivas que obtendrá esta empresa al implementar este sistema de seguridad se pueden mencionar.

- Se estará proporcionando un producto más innovador y con menores costos de reproceso dentro del mercado laboral, con lo cual la empresa podrá expandir su producto de una mejor manera tanto en el ámbito nacional como internacional.
- Se tendrá un ahorro en el tiempo de toma de muestras en el producto, evitando que alguna galleta quede sin ser inspeccionada, pues el detector de metales detecta todas las galletas que se produzcan en la línea de producción.
- A la empresa le será mas fácil implementar las normas ISO 9000 en su proceso pues según HACCP están cumpliendo con una producción segura y libre de contaminantes metálicos durante todo el proceso productivo.

- La empresa tendrá en el mercado un producto altamente competitivo, seguro y de calidad al implementar este sistema, pues no todas las empresas nacionales productoras de galletas dulces poseen este sistema de seguridad en su proceso, convirtiéndola de esta manera en una empresa distintiva en su ramo.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Instalación del detector de metales

4.1.1 Análisis y preparación del sitio para instalar

Es importante establecer un espacio o área de trabajo para poder instalar el detector de metales, considerando no sólo el área ocupada por el equipo sino además un espacio considerablemente amplio a su alrededor necesario para poder operarlo, así como para realizar las tareas de mantenimiento y otros.

La iluminación existente en el área debe ser suficiente para visualizar los interruptores en el tablero de control, así como poder verificar que la operación del equipo es la correcta, además de poder llevar a cabo todos los ajustes necesarios al momento de poner en marcha todo el sistema.

El tipo de terreno preestablecido deberá ser horizontal y mantener la solidez necesaria para soportar sin problema el peso de la máquina. Es importante mencionar que el equipo cuenta con un sistema para el ajuste de alturas con el cual puede ser nivelado y ajustado a la línea de producción en la cual va a trabajar.

Se debe contar con un suministro tanto eléctrico como neumático, adecuado para poner en marcha el sistema. Todos los equipos Loma IQ están diseñados para funcionar en las condiciones propias de una fábrica y han sido sometidos a ensayos de acuerdo con normas internacionales reconocidas por lo que respecta a interferencias procedentes de las redes de suministro de energía eléctrica.

Por lo tanto como se había definido en el inciso 3.2.2 del capítulo 3, el detector de metales será instalado al final de la banda de enfriamiento, pues en este lugar es donde se tiene el punto crítico principal del proceso que se debe controlar y eliminar.

4.1.2 Instalación de sensores para el servicio eléctrico y neumático

Los sensores son utilizados para sostener los ductos de servicios eléctricos y servicios generales (tales como aire, agua, vapor, etc.). Dependiendo de la posición del detector, se ubican los sensores soldándolos a la estructura del techo de la fábrica, utilizando varillas lisas de 5/8" de hierro negro, de 4 m., de longitud para sostener la alimentación del sistema eléctrico y neumático.

4.1.3 Instalación del sistema eléctrico

Es necesario antes de instalar el sistema eléctrico, asegurarse de que el equipo no esté sometido a sobrecargas causadas por la alimentación eléctrica. Para asegurarse de ello se deben seguir las simples normas que a continuación se describen.

- La unidad deberá tener su propia línea de alimentación eléctrica.
- Toda línea de alimentación eléctrica deberá disponer de su propio conducto / canaleta alejado de los de otras alimentaciones con ruido.
- Toda entrada / salida de señal que se conecte en las conexiones auxiliares deberá hacerse con cable blindado, puesto a tierra por uno de sus extremos y que sea mantenido libre de fuentes de ruido eléctrico (como por ejemplo, los de red para grandes máquinas eléctricas).

4.1.3.1 Conexión de las alimentaciones eléctricas

Siempre que se suministra un cabezal de detector de metales como cabezal suelto, éste tiene una caja de conexión impermeable montada en el lado de la unidad de control. Las conexiones eléctricas se efectúan en una regleta de conectores que hay en el interior de la caja de conexiones.

Se recomienda utilizar una fuente de alimentación eléctrica limpia, preferentemente con un disyuntor específico tanto para el suministro principal como para la potencia de rechazo. Es importante que el sistema tenga una buena toma de tierra.

Al efectuar el recorrido de la fuente de alimentación principal en el sistema, debe asegurarse de que el recorrido de cables no pase a través ni circule paralelo a ningún enclavamiento o cable ruidoso eléctricamente. No se deben mezclar cables de alimentación principal con cables sencillos.

Tabla IX . Disposiciones de la conexión para la regleta de conectores

ENTRADA DE LA RED	1	TIERRA
	2	NEUTRO
	3	FASE
COMÚN DEL DISPOSITIVO DE RECHAZO NORMALMENTE CERRADO DEL RECHAZO-COMÚN DE AVERÍA	4	
	5	
	6	
	7	
COMÚN DEL DISPOSITIVO DE RECHAZO AUXILIAR NORMALMENTE ABIERTO DEL RECHAZO AUXILIAR NORMALMENTE CERRADO DEL RECHAZO AUXILIAR	8	
	9	
	10	
COMÚN DE ATENCIÓN	11	
	12	

Fuente: Manual del usuario detector de metales Loma IQ, Pág. 50

En la tabla IX se muestra las disposiciones de conexión en la regleta de conectores. Los terminales 8, 9 y 10 proporcionan un juego completo de contactos de relé del dispositivo de rechazo para fines auxiliares. Los terminales 11 y 12 proporcionan un juego de contactos normalmente abiertos de un relé de atención.

4.1.3.1.1 Pasos para realizar la conexión

- Quitar la tapa de la caja de conexiones.
- La alimentación hasta el transportador debe ser con cable tripolar pasado a través de un tubo flexible para cables eléctricos o bien con un cable tripolar blindado.
- Abrir el cable en el interior de la caja y cortar los conductores a las longitudes adecuadas.
- Consultar la tabla X en lo que respecta a los detalles de conexionado de la regleta de los conectores. Efectuar las conexiones en la regleta de conectores como sigue:

Tabla X. Detalles de conexión de la regleta para conectores

CONDUCTOR	COLOR	TERMINAL
FASE / TENSIÓN	Marrón o negro	3
NEUTRO	Azul o blanco	2
TIERRA / MASA	Amarillo + verde, o verde	1

A efectos de referencia, se facilita en la tabla XI las correspondencias entre los nombres de las conexiones y de los colores en Europa y en Norteamérica.

Tabla XI . Correspondencias de conexiones y colores en Europa y Norteamérica

EUROPEA	NORTEAMERICANA
FASE (marrón o negro)	TENSIÓN (negro)
NEUTRO (azul)	NEUTRO (blanco)
TIERRA (amarillo + verde)	MASA (verde)

- Si se va a utilizar un dispositivo de rechazo, conectar la alimentación del mismo al terminal 4. Para un funcionamiento totalmente a prueba de fallos, conectar el dispositivo de rechazo a la terminal 7.
- Efectuar las restantes conexiones a las terminales de la caja de conexiones según sea necesario (véase tabla IX en lo que respecta a los detalles).
- Comprobar que todas las conexiones sean correctas y estén bien apretadas; a continuación volver a montar de manera segura la tapa de la caja de conexiones.

Remitirse al diagrama de cableado del detector de metales, figura 10, en la sección de anexos para los detalles sobre cómo conectar la confirmación de rechazos, células fotoeléctricas de depósito lleno y registro del producto.

4.1.4 Instalación del sistema neumático

El sistema neumático es el encargado de alimentar aire comprimido al dispositivo de rechazo en el detector de metales, en este caso es un cilindro neumático de doble efecto, que al momento de ser accionado desde el cabezal de búsqueda del detector de metales, se comprime e inmediatamente rechaza la fila completa de producto contaminado, depositándolo en una bandeja de acero inoxidable, regresando luego a su posición original.

La distribución del aire comprimido desde el generador hasta el consumidor no deberá descuidarse nunca, puesto que aquí pueden lograrse grandes ahorros económicos mediante la prevención de pérdidas por fugas. El acumulador principal está conectado directamente al compresor y compensa las variaciones de red entera y contribuye a la refrigeración del aire comprimido, para separar aquí la condensación que hubiese.

La acumulación de aire comprimido sirve para compensar las oscilaciones de la presión de funcionamiento estable, dentro de lo posible. La conexión y desconexión del compresor origina oscilaciones en la presión que influyen negativamente en el funcionamiento de la instalación. Para eliminar estas influencias nocivas deben emplearse en cada mando neumático los aparatos de mantenimiento del aire comprimido.

4.1.4.1 Funcionamiento de las unidades de servicio

Los filtros de aire comprimido purifican el aire de partículas sólidas y gotas de humedad. Las partículas serán retenidas por un filtro sintetizado.

Mediante una instalación especial se separan los líquidos hacia el recipiente del filtro. La condensación acumulada en el recipiente del filtro se vacía cada cierto tiempo, puesto que en caso contrario sería arrastrado por el aire.

Las válvulas reguladoras de presión mantienen la presión de trabajo constante, independientemente de las oscilaciones de la presión en la red y el consumo del aire. La presión de entrada siempre debe ser mayor que la de trabajo.

El lubricador del aire comprimido tiene la misión de proporcionar a los elementos neumático suficiente engrase. El aceite es aspirado del depósito y nebulizado por el contacto con el aire fluyente. El lubricador comienza a trabajar solamente cuando existe suficiente flujo de aire, el aceite se determina por medio del tornillo de regulación. En la práctica son suficientes de 1 a 12 gotas / 100 l. de aire. (por lo regular se usa la media, 6 gotas por 100 l. de aire).

Para la puesta en marcha las presiones recomendables y utilizadas son

Presión máxima de entrada 12 bar

Presión nominal de trabajo 6 bar

Consumo de aire

Para calcular, de manera aproximada, el volumen de aire consumido por minuto para el cilindro, se pueden aplicar las fórmulas siguientes.

Cilindros de efecto simple

$$Q = S \times q \times n \quad (\text{l / min})$$

Donde:

Q = Consumo total, en l / min.

S = Carrera en cm

q = Consumo por cm., de carrera, ver anexos figura 13

. n = Ciclos por minuto.

Cilindros de doble efecto

$$Q = 2 * (S \times q \times n) \quad (\text{l / min})$$

Donde:

Q = Consumo total, en l / min.

S = Carrera en cm

q = Consumo por cm., de carrera, ver anexos figura 13

. n = Ciclos por minuto.

Para cualquier resultado empleando alguna de estas fórmulas se debe ajustar el lubricador para que dosifique 6 gotas por minuto.

No es aconsejable por el gasto innecesario y la contaminación que supone en el ambiente, que el goteo sea excesivo, únicamente debe ser mayor durante un tiempo inicial de rodajes, para luego pasar el mínimo consumo posible.

En las instalaciones cuya presión primaria es baja, es frecuente accionar el tornillo de regulación del reductor de presión hasta el tope del fondo, con la protección de igualar la presión primaria a la secundaria, en estos casos se daña rápidamente la membrana.

Para el buen funcionamiento es preciso que la presión secundaria regulada sea menor a la primaria, para obtener duración y constancia en la salida. Es aconsejable desconectar la instalación para la válvula general, así como la desconexión de la entrada por medio de una conexión rápida.

4.1.5 Instalación del detector de metales

Se debe inspeccionar cuidadosamente el estado general del equipo para verificar que éste no haya sufrido algún daño durante su transportación, de presentarse algún problema comunicarse inmediatamente con el proveedor que proporcionó el transportador, quien tiene la obligación de atenderlo y buscar la mejor solución al problema que se presente.

Después el equipo debe ser colocado sobre el área seleccionada anteriormente, el cabezal de búsqueda y transportador cuentan con una dirección de giro preestablecida que deberá ser respetada, al colocarlos se deben considerar el lado de operación así como la dirección de giro preestablecida en la línea de producción.

Realizar la nivelación del transportador tomando como referencia el nivel existente sobre los demás componentes de la línea a los cuales será acoplado. El equipo cuenta con un sistema de ajuste en los soportes a piso con el objeto de poder hacer pequeñas conexiones.

Al momento de llevar a cabo la nivelación de todo el equipo, auxiliarse con un nivel de gota, para obtener una mayor precisión.

El transportador se debe alinear contra los equipos anteriores y posteriores, revisando la transferencia correcta del producto con que será alimentado y hacia donde será descargado.

Después se deben sujetar los soportes al piso empleando pernos de anclaje expansivos para asegurar una mejor fijación del equipo. Es importante verificar que éstos se encuentren perfectamente apretados para evitar vibraciones al momento de ser operado. También es importante realizar una limpieza general a todo el equipo antes de ponerlo a trabajar en operación normal.

Conectar la entrada eléctrica neumática, así como los elementos de control y comunicación con el PLC, en el caso de que exista, apoyándose en el diagrama eléctrico del equipo y verificar que su secuencia de operación sea la correcta.

Arrancar el equipo en forma momentánea para asegurarse que la máquina esté libre, probar su funcionamiento y observar el consumo del motor en amperes. Asegurarse de que no existen tirones en el avance de la cadena o banda transportadora y que todo marche normalmente.

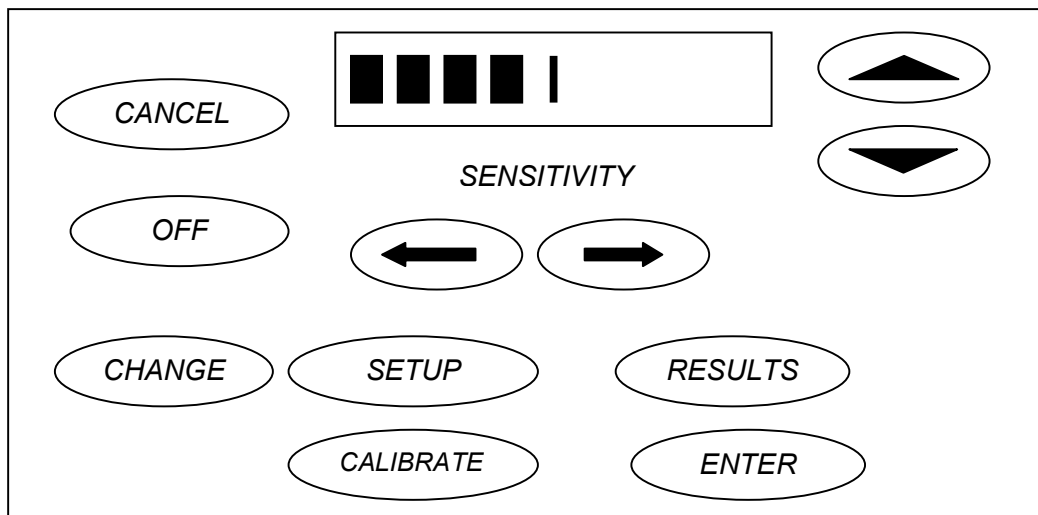
4.2 Puesta en marcha del detector de metales

4.2.1 Encendido del equipo

Cada vez que el detector de metales sea encendido, la versión de *software* que está instalada en el detector va aparecer en la pantalla (ver figura 7) aproximadamente 0.5 segundos. Si esta es la primera vez que se conecta el detector, es necesario configurarlo para la aplicación final.

Esta configuración debe ser realizada por el usuario final, es el procedimiento para la puesta en marcha de la unidad de control, optimizar el funcionamiento de la máquina para la aplicación concreta y activar ciertas funciones que pueda necesitar el usuario.

Figura 7. Pantalla del detector de metales



Fuente: Manual del usuario detector de metales Loma IQ, Pág. 80

4.2.2 Configuración

A continuación se mencionan los pasos a seguir para configurar el detector para metales.

Paso uno

Si la unidad aún no está en la parte superior del menú configuración y no se visualiza el mensaje de aviso +No detecta +, situarse en la posición del menú pulsando la siguiente secuencia de teclas.

- Pulsar una vez la tecla *[SETUP]*.
- Pulsar la tecla [▼] hasta que en la pantalla aparezca Servicio.
- Pulsar una vez la tecla *[ENTER]*.
- Pulsar la tecla [▲] hasta que aparezca la contraseña 76.
- Pulsar una vez la tecla *[ENTER]*. Ahora en pantalla se debe visualizar Opciones usuario.
- Pulsar tres veces la tecla [▼] , de modo que en pantalla se visualice Configuración.
- Pulsar una vez la tecla *[ENTER]*.
- Ahora en pantalla se debe visualizar + Sin detección +.

Paso dos

A continuación, se deben introducir los parámetros correctos en el menú configuración. Para acceder a los parámetros, utilizar las teclas [▼] y [▲] para pasar al parámetro (es decir, para subir o bajar por el menú configuración) y luego pulsar la tecla [ENTER] para que las teclas [▼] y [▲] modifiquen el parámetro (observar como el "*" se desplaza hacia la derecha y se convierte en un [>] o [<] cuando la pantalla está en modo edición de parámetros).

Una vez que se ha introducido el parámetro correcto, simplemente se vuelve a pulsar la tecla [ENTER] para guardar el valor. A continuación se debe bajar por el menú configuración para hacer los ajustes que requiera su aplicación.

Paso tres

Se debe configurar el detector para las opciones deseadas del usuario. Hasta que no se familiarice completamente con el funcionamiento del detector, es recomendable dejar todas las opciones con sus valores por defecto.

Pulsar una vez la tecla [CANCEL] para salir del menú configuración, y luego pulsar varias veces de la tecla [▲] hasta que en la pantalla se visualice Opciones del usuario. Pulsar una vez la tecla [ENTER] para acceder a menú Opciones del usuario y configurar las opciones deseadas (estas opciones se describen y detallan en el manual del usuario del detector). Pulsar una vez la tecla [CANCEL] para salir del menú Opciones del usuario.

Paso cuatro

Pasar al menú Opciones de rechazo y configurar el detector según sea necesario para su aplicación en este caso detección de partículas metálicas para galletas dulces. Pulsar una vez la tecla *[CANCEL]* para salir del menú Opciones de rechazo.

Paso cinco

La máquina comenzará a buscar metales en el producto, aunque la sensibilidad todavía no esté optimizada ya que el detector aún no se ha calibrado para el producto. Antes de poder calibrar cualquier producto, será necesario efectuar un ajuste de la barra de sensibilidad con objeto de minimizar los efectos de las vibraciones durante el funcionamiento con productos.

Hacer el ajuste de la barra de sensibilidad de la siguiente forma:

- Cambiar al producto F (para poder hacerlo, la entrada Acceso a barra de sensibilidad del menú Opciones de usuario se debe ajustar a SI). Para hacer esto, pulsar la tecla *[CHANGE]*, la tecla flecha abajo hasta que se visualice barra de sensibilidad F y finalmente la tecla *[ENTER]*.
- Hacer una calibración total mientras se mueve el extremo de la barra con la muestra dentro y fuera del cabezal de búsqueda. Tener cuidado de no meter la mano en el cabezal de búsqueda, ni de acercarse a relojes o anillos al mismo.
- Después, volver al menú Opciones del usuario y desactivar el acceso al producto F (acceso a barra de sensibilidad).

Con esto se habrá terminado la configuración de la unidad de control para su aplicación.

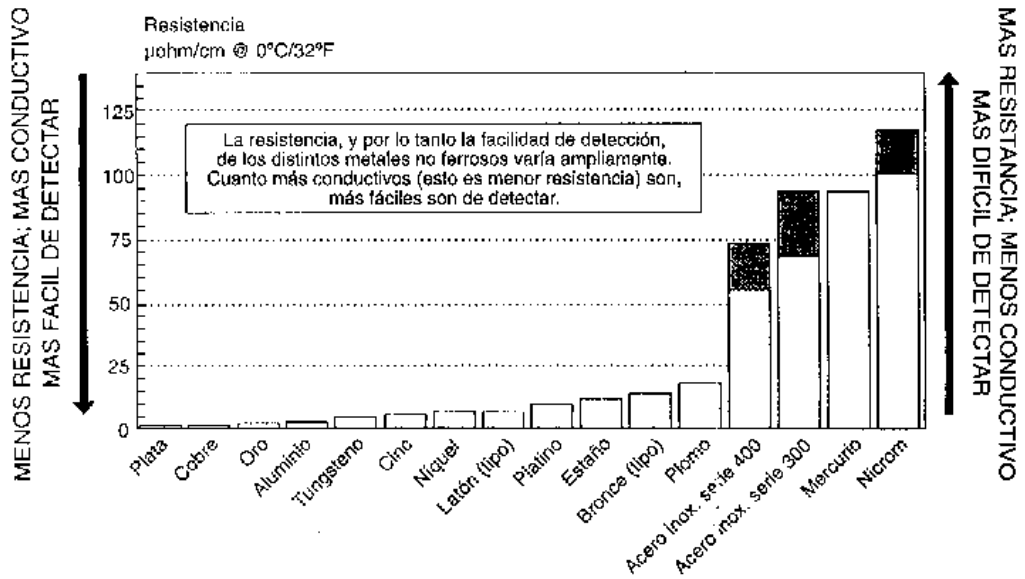
4.2.3 Pruebas de sensibilidad

La sensibilidad de un detector se especifica normalmente como el diámetro de la esfera más pequeña que puede detectarse al pasar por el centro de la abertura (la zona menos sensible). La sensibilidad varía con el tamaño de la abertura, por lo que el ajuste del detector a la altura mínima de la abertura es un factor importante para obtener buenas prestaciones. Por ejemplo, el detector necesario para cajas grandes tendrá una sensibilidad pobre comparado con otro diseño para inspeccionar envases pequeños.

Para otras aplicaciones en las que el efecto del producto puede ser una limitación, la sensibilidad alcanzable depende mucho de la selección del modo y de la frecuencia de funcionamiento.

Es importante mantener una prueba de sensibilidad en línea regular y precisa del detector de metales. Esto es especialmente importante en caso de que se necesite la demostración de diligencia debida. El *software* sistema de validación del funcionamiento PVS que viene con el detector de metales ayudará a conseguir este objetivo. En la figura 8 se presenta una guía sobre el principio de detección de metales para contaminantes no ferrosos.

Figura 8. Principios de sensibilidad para la detección de metales



Fuente: Manual del usuario detector de metales Loma IQ, Pág. 70

5. MEJORA CONTINUA

5.1 Mantenimiento del sistema de seguridad

En esta sección se hace énfasis en toda la información referente a las inspecciones y mantenimiento que requiere cada uno de los componentes que forman parte del equipo del detector de metales. Especialmente se describirá el mantenimiento de los equipos mecánicos, eléctricos y de alimentación, ya que se encuentran en constante trabajo y por lo tanto deben ser limpiados, lubricados o reemplazados periódicamente. Además, algunas recomendaciones en cuanto a los períodos existentes entre cada una de estas actividades y otras.

Respecto al cabezal de búsqueda y componentes electrónicos del detector de metales no se les práctica ningún servicio de mantenimiento, pues estos sólo requieren de programación y calibración, pero si se detecta una falla se comunica de inmediato al fabricante para que la repare.

5.1.1 Transportador

5.1.1.1 Limpieza y verificación física de la banda

Es importante recalcar que en general todo el sistema requiere de esta limpieza lo más perfectamente posible, para poder mantener el equipo en buen estado, evitando con esto fallas por falta de higiene.

La limpieza diaria, debe ser realizada al terminar la jornada de trabajo, una vez que el sistema haya sido desenergizado (sin corriente eléctrica en el sistema).

Se utiliza un paño húmedo, agua y jabón o aire a presión, tanto a todo el exterior de la estructura así como la superficie y en general a todos los distintos componentes del sistema en donde probablemente caiga polvo grasa o residuos orgánicos. Además, debe asearse el piso y las paredes del lugar donde se encuentra operando el detector de metales.

La banda o cadena de transporte debe ser desmontada y limpiada por lo menos cada quince días, sin embargo, la frecuencia con que deba ser realizada esta limpieza puede variar de acuerdo a las condiciones de trabajo particulares. Al mismo tiempo deben ser lavadas la guías de deslizamiento.

5.1.1.2 Inspección y mantenimiento semanal

En el curso de la operación del transportador, se requiere inspección periódica de la cadena, las ruedas dentadas y el sistema para detectar las fallas y hacer reparaciones antes de que ocurran daños serios.

A continuación se menciona la rutina de inspección y mantenimiento que debe realizarse semanalmente para mantener el transportador en óptimas condiciones de funcionamiento.

- Desconectar la corriente eléctrica que alimenta al equipo y asegurarse de que ésta quede totalmente aislada antes de efectuar cualquier mantenimiento.

- Revisar las cadenas de los rodillos y las catarinas (cajas reductoras) por desgaste y tensión propia de la cadena. Ajustar o reemplazar las partes deterioradas o que empiecen a mostrar signos de desgaste.
- Revisar las condiciones de la cadena así como de las guías de deslizamiento.
- Reemplazar o enderezar las guías de deslizamiento para la cadena que se encuentren rotas o desalineadas.
- La tensión de la banda o cadena de transporte debe ser examinada para mantenerla en óptimas condiciones de acuerdo a las recomendaciones hechas por el fabricante.
- Las catarinas deberán ser inspeccionadas por rotura o dientes deteriorados, pernos perdidos o desgaste prematuro, así como cualquier tipo de desalineamiento.
- Inspeccionar las cadenas por desgaste de los eslabones o articulaciones dañadas y condiciones de la cadena.
- Los opresores en chumaceras, catarinas, collarines, etc., deberán ser revisados y apretados.
- Los tornillos, pernos y otros ensambles, serán revisados especialmente en áreas donde puede ocurrir vibración.
- Los ensambles de chumaceras y ejes deberán ser inspeccionados para su libre movimiento de rotación y alineamiento propio de la chumacera.

- Revisar el nivel de lubricante en el reductor. Si hay fugas, éstas deben ser localizadas y reparadas.
- Los intervalos de lubricación deberán estar establecidos en función de las horas y condiciones de trabajo en las que se encuentre operando el equipo, sin embargo se recomienda lubricar semanalmente tanto chumaceras y cualquier tipo de rodamiento que forme parte de equipo y se encuentre fuera del motor, así como la cadena de rodillos y catarinas del sistema de transmisión.
- La lubricación con aceites normales no es recomendable por el tipo de producto que se va a trabajar. Aplicar un aceite mineral leve a las cadenas de flexión lateras antes de la instalación. También aplicar aceite a las cadenas de rodillos periódicamente.
- El nivel de aceite en la caja de engranajes de los motores deberá ser revisado semanalmente y reemplazado anualmente, debe ser drenado semestralmente para sistemas que trabajen más de 40 horas por semana. La cadena de rodillos, catarinas y chumacera deberán ser lubricadas semanalmente.
- Una vez realizadas estas actividades, posicionar y colocar nuevamente la banda o cadena de transporte, ajustar la tensión y verificar la correcta transferencia del producto tanto en la entrada como en la salida.
- Colocar nuevamente cada una de las guardas de seguridad sujetándolas firmemente para evitar ruido excesivo por vibraciones.

- Encender momentáneamente la máquina para realizar pruebas, si existen ruidos no usuales, ubicar la causa y corregirla.

5.1.1.3 Inspección semestral

La rutina que se debe realizar semestralmente al transportador se describe a continuación.

- Examinar en busca de patrones de desgaste poco usuales de la cadena.
- Inspeccionar la cadena en busca de irregularidades en la superficie.
- Examinar en busca de espacio excesivo entre vuelos debido a atoramientos por sobrecarga.
- La operación de la cadena con vibración o con tirones indica lubricación defectuosa o una obstrucción en el transportador.
- Examinar las ruedas dentadas de las transmisiones en busca de señales de acumulación de suciedad en cavidades del diente.
- Examinar las ruedas dentadas en busca de señales de desgaste excesivo.
- Examinar en busca de desgaste en el aro guía de la rueda dentada y posible desalineamiento de la cadena.
- Inspeccionar los listones de desgaste y vías en busca de desgaste excesivo.

- Inspeccionar el sistema de lubricación en busca de operación apropiada.
- Si se usan los rodillos de soporte de regreso, examinarlos para asegurarse que los rodillos rueden libremente.

5.1.2 Motor eléctrico

El motor eléctrico fue seleccionado adecuadamente para mover la unidad sin tener calentamiento excesivo. Si el motor se siente demasiado caliente chequear su temperatura con un termómetro y compararla con la placa del motor en la cual está grabado el rango de temperatura que el motor no debe rebasar cuando trabaja su carga nominal.

5.1.2.1 Limpieza

- Mantener los controles así como el interior y exterior del motor libre de impurezas, agua o aceite.
- Los motores que operan en ambientes sucios o polvorientos deben ser desarmados y limpiados profundamente en forma periódica.
- Se recomienda limpiar cada semana con aire mediante un fuelle, o aplicar vacío, para evitar la excesiva acumulación de polvo sobre las aletas de enfriamiento.

5.1.2.2 Inspección y mantenimiento semanal

- Realizar análisis de vibraciones al eje y base del motor, por medio de un sensor de vibración, con esto se evitará el desgaste no uniforme del eje y se mantendrá balanceada la carga de trabajo del motor.
- Revisar e inspeccionar líneas de alimentación de energía eléctrica del motor, verificar que el voltaje y los hertz suministrados sean los indicados según se indique en la placa de especificaciones del motor.
- Inspeccionar auditivamente o con el tacto y lubricar los rodamientos de la transmisión del motor.
- Un punto importante para un buen mantenimiento en un motor es determinar cuál es la correcta cantidad de lubricante en los rodamientos. Una vez que el rodamiento ha sido engrasado, trabajar con el motor por varios minutos con el orificio de lubricación destapado para expeler el exceso de grasa.

5.1.2.3 Inspección semestral

- Revisar y analizar las propiedades internas del devanado del motor, para corroborar si la corriente está fluyendo adecuadamente en el motor.
- Revisar y medir las RPM de salida del motor y compararlas con la placa de especificaciones.

5.1.3 Cadenas de transmisión

5.1.3.1 Lubricación

La lubricación es esencial para la vida máxima de la cadena y la catarina. Las cadenas conductoras pueden y deben de ser lubricadas. La efectividad de la lubricación varía con la cantidad de lubricante usado y la frecuencia de aplicación. Idealmente, una película lubricante deberá ser mantenida constantemente entre las partes de trabajo.

Si es posible hay que lubricar manualmente la cadena una vez a la semana cuando la cadena no esté bajo carga. A continuación se describen los lineamientos para una lubricación adecuada.

- Es importante conseguir la lubricación entre el perno y el buje, y entre el rodillo y el buje. La cadena esta bajo carga mínima después de pasar la catarina conductora. Esta es el área en donde podría aplicarse lubricación manual.
- Asegurase de que los ejes están colocados paralelos y nivelados en los cojinetes rígidamente soportados.
- Las catarinas deben estar montadas a escuadra y aseguradas en sus ejes.
- Nunca correr cadenas nuevas sobre catarinas con desgaste o dientes con ganchos. Esta práctica reduce la vida de la cadena rápidamente por incrementar las cargas internas de la cadena, resultado: excesivo desgaste y roturas.

- Nunca correr las cadenas desgastadas sobre catarinas nuevas. En este caso, el paso de las cadenas desgastadas es mayor que el paso de los dientes de las catarinas nuevas, por lo que al correr las cadenas desgastadas sobre éstas, provocarán el desgaste prematuro y reducirán su vida útil.
- Las cadenas que operan a velocidades relativamente altas podrían ser lubricadas completamente en una caja (cárter) con aceite. Manténgase el nivel de aceite apropiado. El exceso de aceite causa escurrimiento y calor.

5.1.3.2 Limpieza de las cadenas

La limpieza periódica de las cadenas y catarinas para remover lubricante apelmazado, fragmentos de tierra, desechos orgánicos, etc., incrementará substancialmente la vida de las mismas. El método de limpieza dependerá de la aplicación del medio ambiente, pero entre los más comunes y sugeridos están.

Limpieza por solución adecuada o vapor

- Lavado de cadenas y catarinas en una solución adecuada.
- Cepillar cadenas y catarinas manualmente o con equipos automáticos para quitar fragmentos de tierra y desechos orgánicos.
- Después del lavado dejar secar o secar con aire a presión la cadena. La frecuencia de limpieza dependerá de las condiciones de operación.

- Siempre que se limpie comprobar signos de desgaste y corrosión en la cadena y las catarinas.

Precaución

Se deben instalar guardas u otras protecciones donde las cadenas estén expuestas a polvo, fragmentos de tierra, desechos orgánicos, abrasivos, corrosión o elevadas temperaturas.

5.1.4 Sistema de alimentación neumática

5.1.4.1 Inspecciones y mantenimiento preventivo general

Inspección diaria

Vaciar el condensado de los filtros que no lleven purga automática incorporada. Es recomendable utilizar una purga automática.

Inspección semanal

- Revisar los emisores de señal, respecto a posibles depósitos de suciedad o virutas.
- Comprobar los manómetros de los reductores de presión.
- Comprobar el funcionamiento correcto de los lubricantes.
- Comprobar la presencia de fugas en las juntas de los racores, reapretarlos si es preciso y en los orificios de escape de las válvulas.

- Reemplazar las posibles tuberías sometidas a movimientos.
- Limpiar los cartuchos de los filtros con agua jabonosa o petróleo (no con productos disolventes) y soplarlos en sentido contrario.
- Comprobar el funcionamiento de las válvulas de purga automática.

Inspección semestral

- Comprobar en los cilindros el desgaste de las guías de vástago y en caso de ser necesario reemplazarlos, así como juntas rascadores y obturadores, hacerlos funcionar a mano, sin aire, para comprobar las alineaciones mecánicas.
- Revisión y cambio de electroválvulas, manguera, unidad de mantenimiento y manómetros, si es necesario.

5.2 Calibración del detector de metales

La calibración del detector de metales es el proceso por el cual se programa el equipo para que realice una operación de detección con base en parámetros que automáticamente hallará el detector. Esto para que se gradúe la emisión y recepción de umbral automáticamente, posteriormente se debe ajustar la sensibilidad al mínimo aceptable por producto que se hará manualmente al pasar las barras por el cabezal del detector.

La calibración del detector de metales se aplica desde el encendido, comprobación y calibración del detector de metales instalado en la línea de producción de la planta de producción.

5.2.1 Encendido del equipo

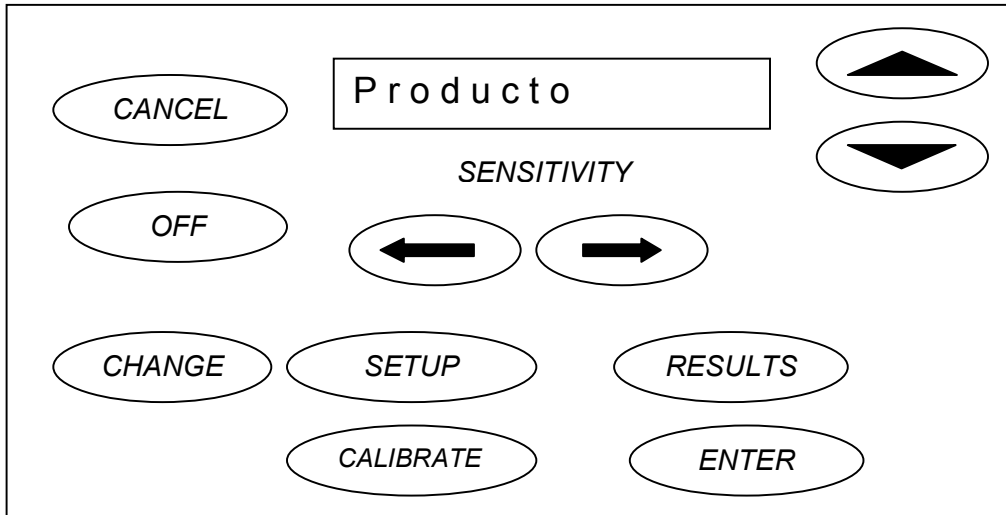
Inicialmente se enciende el mecanismo del cabezal del detector, activando el interruptor de encendido del equipo, se presiona el botón verde de arranque de transportador, luego se coloca la válvula de aire en posición de abierta para dejar pasar a través de ella el aire que servirá para activar los sistemas neumáticos del equipo.

5.2.2 Programación del menú de productos a detectar

Para iniciar este procedimiento se selecciona el tipo de producto a pasar por el detector de metales, en este caso serán galletas como se muestra en la figura 9 presionando la tecla de cambio de producto *[CHANGE]*. Después se presiona la tecla que está en el extremo derecho hacia arriba [▲] o hacia abajo [▼] hasta llegar al producto a trabajar, luego se presiona la tecla de aceptación *[ENTER]*, sale en pantalla el mensaje Ya en marcha.

En esta posición automáticamente se graduará el umbral con las condiciones específicas para poder trabajar con el producto a pasar, en este caso galletas.

Figura 9. Selección del producto a detectar



Fuente: Manual del usuario detector de metales Loma IQ, Pág. 80

5.2.3 Detección de los metales

5.2.3.1 Prueba con varillas metálicas

Se deberá comprobar el perfecto funcionamiento del equipo cada 30 minutos, para ello se deben colocar individualmente las barras de prueba (ferroso y acero inoxidable), sobre el transportador de alimentación. Éste debe retraerse o desechar el producto en la bandeja de rechazo y en caso contrario debe de reportarse al metrólogo (departamento de calidad) para que revise el equipo.

Las comprobaciones deberán ser registradas en el formato de revisión del funcionamiento de detector de metales , en este formato se presentan escritos los horarios para anotar cada 30 minutos durante las 24 horas del día.

Cuando la comprobación del equipo es satisfactoria se anota el horario que corresponde a una lista de verificación, si la comprobación es insatisfactoria ese anota una **x** en el horario que corresponda y en observaciones se deberá anotar el horario en que el equipo evidenció ineficiencia. Estos registros una vez llenos son entregados al área de aseguramiento de calidad para su respectiva revisión y archivo.

Las barritas que están al alcance son 2: de 2.5 mm en material ferroso y 4 mm en acero inoxidable.

5.3 Capacitación

5.3.1 Jefes y mecánicos de línea

Después de haber realizado la instalación del detector para metales, se le debe brindar mantenimiento y servicio según el numeral 5.1 de este capítulo.

Los encargados de dar esta capacitación y seguimiento son los jefes de mecánicos para con sus subordinados (mecánicos de línea) quienes deben trabajar juntos para velar y mantener las condiciones de funcionamiento óptimas del equipo.

Los jefes de mecánicos tienen la obligación de leer, estudiar y explicar todo el material que se obtenga del sistema de seguridad como: especificaciones del equipo y medidas de seguridad, inspecciones y cuidados a seguir, etc.

El mismo deberá de transmitirse en una manera sencilla y práctica a sus subordinados quienes son los encargados de realizar las labores de mantenimiento e inspección del equipo según las hayan programado sus jefes, logrando con esto disminución de problemas y fallas que pueda generar el equipo durante su funcionamiento.

5.3.2 Supervisores y maestros de producción

Los supervisores de producción tiene la obligación de proporcionar conocimientos técnicos y desarrollar habilidades y destrezas específicas para la ejecución de una tarea con el objetivo de que los maestros de línea y operarios sepan y puedan hacer mejor su trabajo. En este caso en particular aprendan a utilizar correctamente el sistema de seguridad implementado en la línea de producción.

5.3.2.1 Funciones del maestro de línea

Al maestro de línea debe de capacitársele para que pueda realizar las labores que se describen a continuación.

- Encender el detector de metales y programarlo según el producto a trabajar durante su turno.
- Comprobar el perfecto funcionamiento del equipo cada 30 minutos, para ello el maestro deberá utilizar las barras de prueba.
- Registrar las comprobaciones en el formato de revisión de funcionamiento del detector para metales durante las 24 horas del día y anotar las desviaciones que éste presente.

- Cuando el detector de metales se desajuste reportarlo en el departamento de control de calidad y avisar al departamento de mantenimiento si ocurrieron desperfectos mecánicos, eléctricos o neumáticos en el equipo.

Cada semana los jefes de mecánicos y supervisores de producción realizan juntas de equipo para evaluar a corto plazo el efecto y desarrollo que esté generando el sistema de seguridad implementado, con el fin de velar que el equipo cumpla su función en óptimas condiciones, y sugiriendo mejoras continuas al sistema siempre que sean factibles de realizar.

CONCLUSIONES

1. Con la implementación del sistema de seguridad por medio del detector de metales, la empresa posee un sistema adecuado para monitorear, registrar y controlar los puntos críticos, ya que al mismo tiempo este dispositivo otorga al consumidor una producción limpia y libre de contaminantes metálicos durante todo el proceso, protegiendo su salud sin ponerla en riesgo.
2. Por medio del análisis de costos y beneficios se determinó que el sistema que se adoptó en la línea de producción fue el detector de metales grande instalado entre la banda de enfriamiento y el transportador de alimentación y empaque. Con esta opción se obtienen costos más bajos sin alterar los beneficios para la empresa .
3. La empresa obtendrá grandes beneficios al implementar este sistema de seguridad, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: la tasa de reclamos hechas por consumidores disminuirá, manteniendo de esta manera el prestigio de la empresa, el consumo del producto y probablemente un aumento en la demanda del producto. Al implementar este sistema de seguridad del alimento la empresa automáticamente queda exenta de riesgos ocasionados por demandas económicas que podrían efectuar futuros clientes por consumir productos contaminados por elementos metálicos.

4. Este trabajo contiene los lineamientos básicos que se deben seguir para la instalación de detectores de metales en cualquier industria alimenticia, el cual puede ser de mucha utilidad para todas aquellas empresas que deseen implementar este tipo de sistema de seguridad dentro de su proceso productivo.
5. Con el diseño del instructivo para la calibración del detector de metales, se tiene una guía del procedimiento que debe seguir el maestro de línea para encender, cambiar producto, comprobar y calibrar el detector para metales cuando lo requiera.
6. El departamento de mantenimiento cuenta con un programa de mantenimiento preventivo e inspecciones que deben realizar periódicamente a todos los elementos que conforman el sistema de seguridad, con el fin de mantenerlo en óptimas condiciones de funcionamiento para que cumpla su objetivo.
7. Con la capacitación que deben realizar los jefes de mecánicos y supervisores de producción a sus subordinados, se estará finalizando este proyecto, pues es obligación de éstos proporcionar los conocimientos técnicos para el manejo y uso adecuado de este sistema cumpliendo siempre con el objetivo para el cual fue implementado.

RECOMENDACIONES

1. Analizar los productos que sean rechazados por el detector de metales, con lo cual se podrá definir la causa que originó el rechazo del producto y se informará de inmediato al departamento responsable de la línea para poder controlar y eliminar la causa. El encargado de efectuar este análisis es el departamento de control de calidad.
2. Realizar la calibración del detector de metales cada vez que el dispositivo se desajuste o por lo menos una vez a la semana para comprobar que el funcionamiento del equipo se mantenga en perfectas condiciones y que cumpla con los parámetros establecidos.
3. Comprobar el perfecto funcionamiento del equipo cada 30 minutos, colocando individualmente las barras de prueba sobre el transportador de alimentación. Éste debe de retraerse o desechar el producto en la bandeja de rechazo en caso contrario el maestro de la línea debe reportarlo al metrólogo para que revise el equipo.
4. Programar el mantenimiento en forma semanal, mensual , semestral, anual y debe realizarse en el equipo por los mecánicos de línea. La programación de las rutinas corresponde a los jefes de mecánicos, pues su departamento es el encargado de mantener los elementos mecánicos, eléctricos y neumáticos del sistema en perfectas condiciones.

5. Reportar cualquier falla en el sistema electrónico en el cabezal de búsqueda del detector de metales al fabricante del detector, pues éste equipo tiene garantía de 10 años.

6. Velar porque se mantenga un sistema altamente efectivo dentro de la línea de producción, con lo cual se logrará un producto inocuo, de fácil exportación, distribución y que exceda las expectativas de su consumo.

BIBLIOGRAFÍA

BCA. **Análisis de peligros y puntos críticos de control.** México: Marínela de Occidente S.A., 2001. 178 pp.

Chapman, Stephen. **Máquinas eléctricas.** 3ra. Edición. México: McGraw Hill Interamericana, 2000. 768 pp.

LOMA, Systems. **Manual del usuario del detector de metales IQ.** Inglaterra: Loma Systems, Editores, 2000. 299 pp.

Nivel, Benjamín y Andris Freivalds. **Ingeniería industrial.** 10a. Edición. México: Alfa y Omega, 2001. 728 pp.

Sanidad Corporativa. **Reglamento interno de normas de seguridad en alimentos GB.** Guatemala: Imprenta Molina S.A., 1999. 180 pp.

ANEXOS

ANEXOS

Figura 10. Detector de metales instalado en la línea de producción.



Figura 11. Diagrama eléctrico del detector de metales

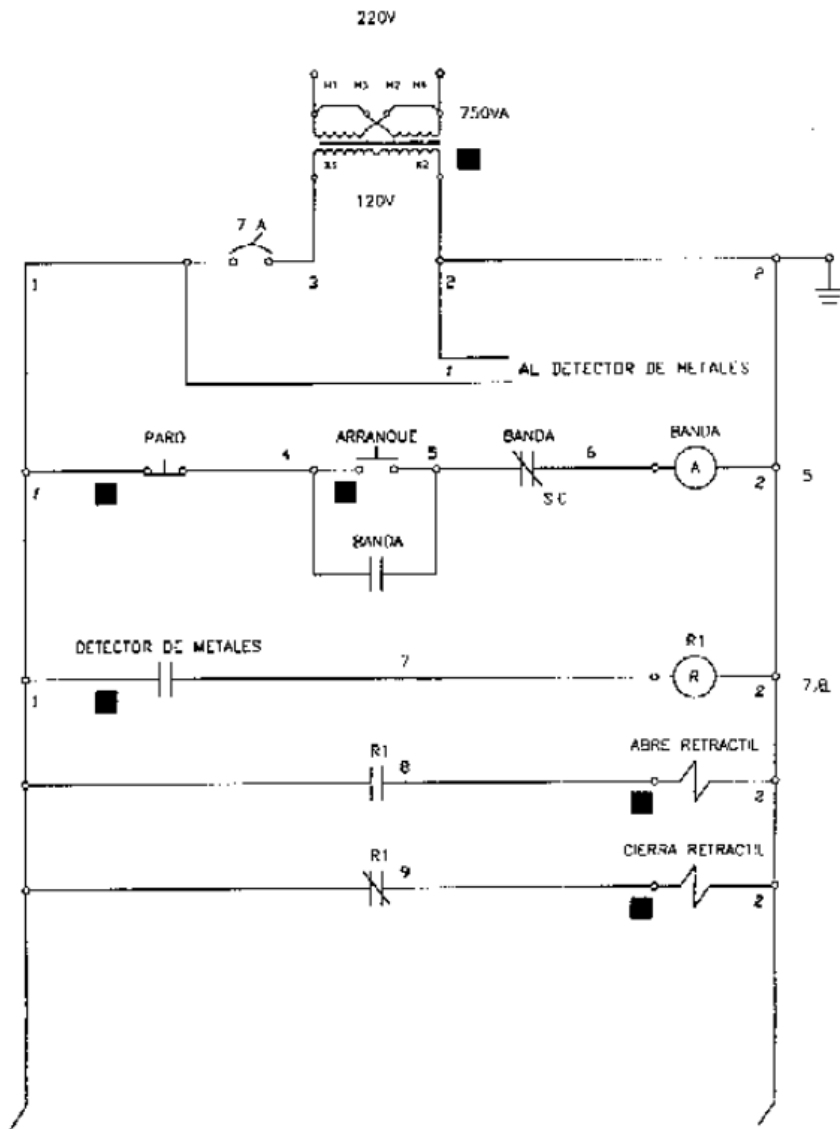


Figura 12. Diagrama de cableado del detector de metales

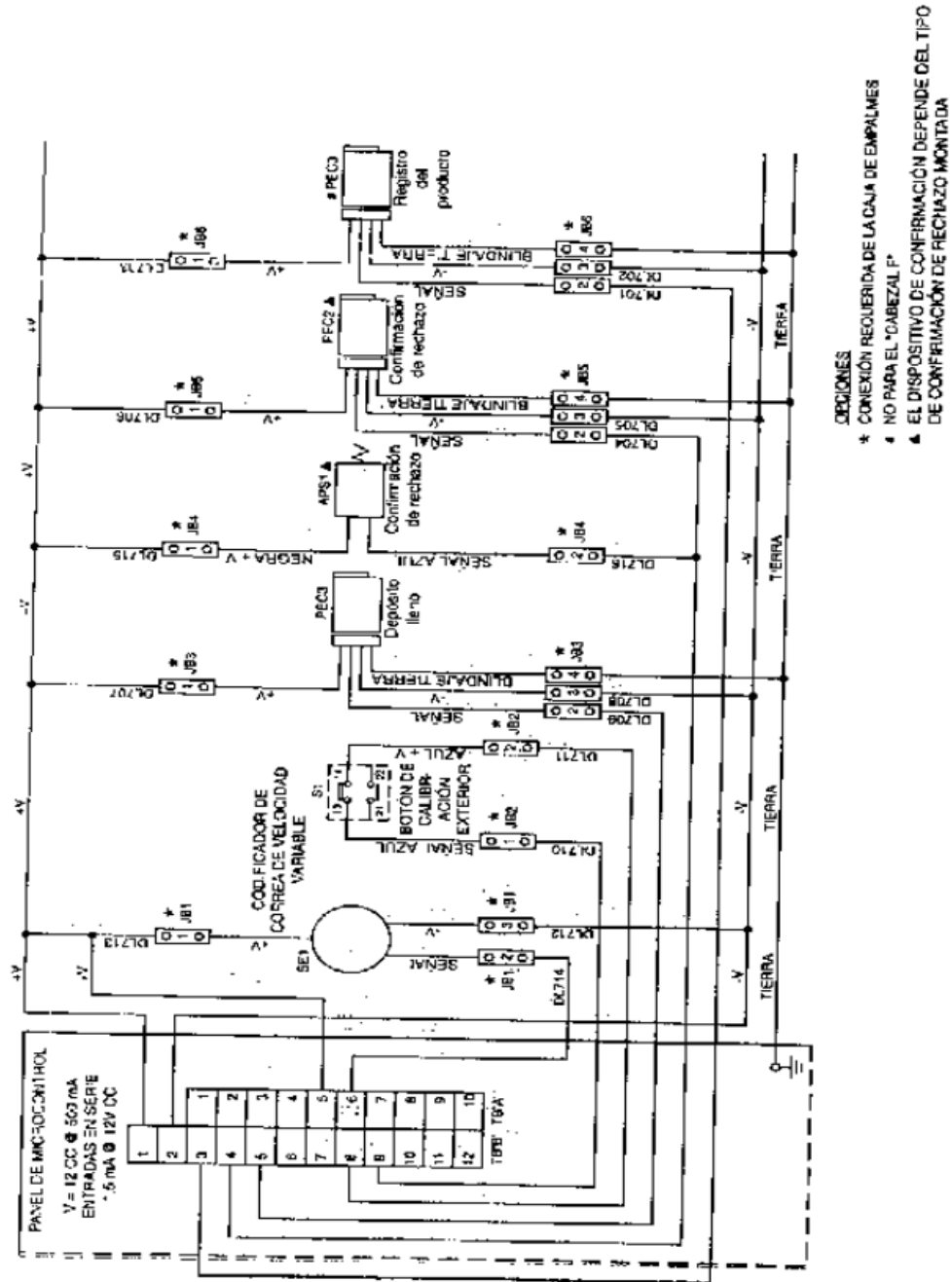
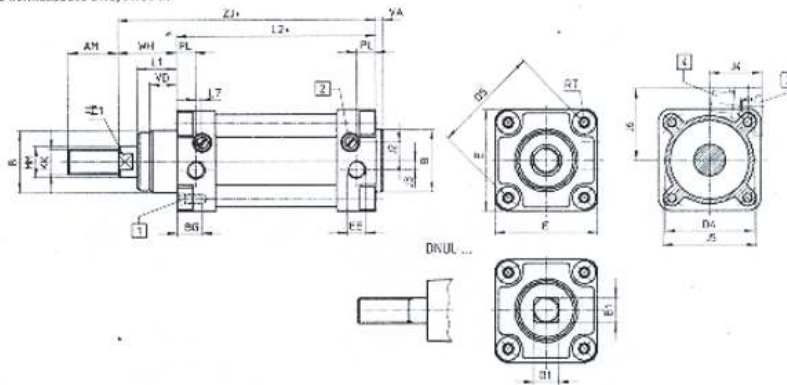


Figura 13. Cilindros normalizados de simple y doble efecto Festo.

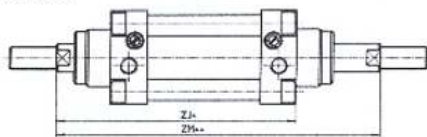
Cilindros normalizados y estándar

Dimensiones

Cilindros normalizados DNU/DNUL...



Variantes S2/S26



- 1 Tornillo con hexágono y rosca interiores.
- 2 Tornillo para regular la amortiguación en las posiciones finales.
- 3 Conjunto SMBU...8 para montaje de detectores.
- 4 Detectores SMEO-1/SMIO-1/SMPO-1
- + = añadir carrera
- ++ = añadir 2 veces la carrera

∅	AM	B	B1	BG	D4	D5	E	EE	J2	J3	J4	J5	J6
[mm]		∅ f8	f8		∅	∅							
32	22	30	10	13	37	46	45	G3/8	7	-	25	43,7	37
40	24	35	12	13	46	56	54	G1/2	9	4,5	29	50,6	41
50	32	40	16	16	56	68	65	G3/4	11,5	5,5	33,5	59,1	45,5
63	32	45	16	19	70	84	80	G3/8	13	11,5	42	72,7	53
80	40	48	21	20	87	100	96	G1/2	17	16	49	84,1	60
100	40	52	21	20	107	132	126	G3/2	17,5	18	57,5	106,7	68,5

∅	KK	L1	L2	L7	MM	PL	RT	WA	VD	WH	Z1	ZM	±0.1
[mm]					∅ f8								
32	M10x1,25	16	94	9,5	12	9	M5	4	16	28	120	146	10
40	M12x1,25	20	105	6	16	12	M5	5,5	20	30	135	165	13
50	M14x1,5	25	106	4	20	12	M6	5	17	37	143	180	17
63	M16x1,5	28	115	-	20	14,5	M6	6	28	40	155	195	17
80	M20x1,5	34	124	-	25	14	M8	6	23	48	172	220	22
100	M20x1,5	40	134	-	25	16	M8	7	23	53	187	240	22