



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE
EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA, BASADO EN CONFIABILIDAD Y GESTIONADO POR LA
NORMA FSSC 22 000 APLICADO A UNA LÍNEA DE PASTA CORTA**

Henry Geovany Chanta Carrillo

Asesorado por la MSc. Inga. Jacqueline Rosicela de León García

Guatemala, abril de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA, BASADO EN CONFIABILIDAD Y GESTIONADO POR LA NORMA FSSC 22 000 APLICADO A UNA LÍNEA DE PASTA CORTA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HENRY GEOVANY CHANTA CARRILLO

ASESORADO POR LA MSC. INGA. JACQUELINE ROSICELA DE LEÓN
GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ABRIL DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Ing. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Ismael Véliz Padilla
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Milton Alexander Fuentes Orozco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA, BASADO EN CONFIABILIDAD Y GESTIONADO POR LA NORMA FSSC 22 000 APLICADO A UNA LÍNEA DE PASTA CORTA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha febrero de 2017.



Henry Geovany Chanta Carrillo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / Ext. 86226



AGS-MIMPP-001-2017

Guatemala, 11 de febrero de 2017.

Director
Roberto Guzmán Ortíz
Escuela de Ingeniería Mecánica
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Henry Geovany Chanta Carrillo** con carné número **2009-15101**, quien opto la modalidad del **"PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO"**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Ingeniería en Mantenimiento**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

Ing. Jacqueline Rosicela de León García
Ingeniera Química Industrial
Colegiada No. 739

"Id y Enseñad a todos"

ALBA MARITZA GUERRERO DE LOPEZ
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 4611

MSc. Inga. Jacqueline Rosicela de León García Asesor (a)
Dra. Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola
Coordinadora de Área
Gestión y Servicios

MSc. Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo/la

RESOLUCIÓN DE JUNTA DIRECTIVA: Proceso de Graduación Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011.

Ref.E.I.M.106.2017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación de la Coordinadora del Área de Gestión y Servicios de la Escuela de Estudios de Postgrado, modalidad Pregrado-Postgrado, del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA BASADO EN CONFIABILIDAD Y GESTIONADO POR LA NORMA FSSC 22000 APLICADO A UNA LÍNEA DE PASTA CORTA** del estudiante **Henry Geovany Chanta Carrillo**, CUI **1898-91556-0301**, Registro Académico No. **200915101** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzman Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, marzo de 2017
/aej

Universidad de San Carlos
de Guatemala

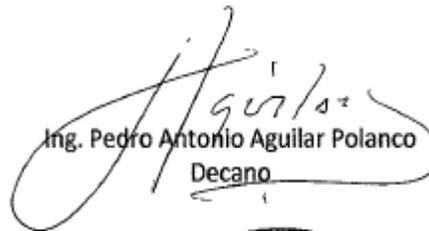


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 168.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA, BASADO EN CONFIABILIDAD Y GESTIONADO POR LA NORMA FSSC 22 000 APLICADO A UNA LÍNEA DE PASTA CORTA**, presentado por el estudiante universitario: **Henry Geovany Chanta Carrillo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, abril de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Mis padres	Modesto Chanta y Florinda Carrillo de Chanta. Su amor será siempre mi inspiración.
Mis hermanos	Mayra, Estuardo y Williams Chanta, por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Señorita	Liliana Méndez. Por su apoyo en todo momento, su confianza y por ser parte importante de mi vida.
Mis amigos	Por todos los buenos momentos compartidos en la Facultad de Ingeniería.
Inga. Jacqueline de León	Por su amistad y ayuda prestada para la realización de este trabajo.
Ing. Fabio Ordoñez	Por su ayuda en todo momento, su ética, humildad, compañerismo y sobre todo su don de gente.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.

Facultad de Ingeniería Por colaborar y apoyar la formación de ingenieros en el área mecánica.

Mis amigos de la Facultad Elmer Gálvez, Fidel Gálvez, Rony de León y Aurora Villalta.

Ing. Roberto Guzmán Por compartir todo su conocimiento con nosotros y hacer las clases de mecánica, algo especial.

Ing. Carlos Pérez Por su dedicación a la escuela de ingeniería mecánica, sus consejos y conocimiento compartido para cada uno de los estudiantes.

Ing. Hugo Ramírez Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
INTRODUCCIÓN.....	V
ANTECEDENTES.....	IX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIII
JUSTIFICACIÓN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIONES.....	XXI
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Plan de mantenimiento.....	1
1.1.1. Mantenimiento preventivo.....	1
1.1.2. Mantenimiento correctivo.....	2
1.1.3. Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC).....	2
1.1.4. Mantenimiento de infraestructura.....	3
1.1.5. Jerarquización de equipos según su criticidad.....	4
1.2. Norma FSSC 22000.....	6
1.2.1. Aplicación de la norma a industrias alimenticias.....	7
1.2.2. Gestión del mantenimiento, según la norma.....	7
1.3. Industrias alimenticias.....	9
1.3.1. Procesos de producción de pastas.....	9
1.3.2. Líneas de producción de pastas largas.....	10
1.3.3. Líneas de producción de pastas cortas.....	11
1.4. Kpi o indicadores de mantenimiento.....	11
1.4.1. Conceptos relacionados al análisis de indicadores de confiabilidad.....	12

2.	ÍNDICE PROPUESTO	15
3.	METODOLOGÍA	17
4.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	21
5.	CRONOGRAMA	23
6.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	25
	BIBLIOGRAFÍA.....	27

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

TABLAS

I.	Esquema de soluciones	XXII
II.	Cronograma de actividades	23
III.	Presupuesto.	26

INTRODUCCIÓN

Como parte de la gestión del departamento de mantenimiento de una empresa, el plan preventivo de equipos e infraestructura es pieza fundamental en su implementación. Es por ello que el presente trabajo de investigación brindara una perspectiva de carácter innovativo, debido a que se desarrollará un plan de mantenimiento preventivo para los equipos e infraestructura de una planta de productos alimenticios dedicada a la fabricación de pastas secas.

Hoy en día, las expectativas de los clientes y exigencias del mercado crecen continuamente, por lo que se hace necesario que las empresas implementen estándares mundiales de desempeño, como lo son las normas de gestión de inocuidad, como FSSC 22 000 y estándares de gestión del mantenimiento, como el mantenimiento centrado en confiabilidad (M.C.C). Al realizar el análisis del problema de la empresa de estudio, se observa que carece de un plan de mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura, el cual se encuentre centrado en confiabilidad y, al mismo tiempo, se gestione bajo una norma internacional que en este caso es FSSC 22 000, ya que por la falta del mismo crea discrepancia en la expectativas de los clientes y exigencias del mercado.

Como respuesta a estas demandas, la alta gerencia ha solicitado al área de mantenimiento que cuente con un plan de mantenimiento preventivo, Indicadores de gestión de mantenimiento, procedimientos y lineamientos que cumplan con normas internacionales. Por lo tanto, la importancia de la solución se enfoca a mantener la satisfacción de la empresa hacia sus clientes y mantener su calidad en todos los mercados a nivel mundial.

Durante el desarrollo del tema de investigación se aplicarán prerrequisitos que establecen los planes centrados en la confiabilidad M.C.C, con el fin de obtener indicadores de gestión de clase mundial. Se establecerá cuáles son los requisitos que necesita la norma FSSC 22 000 para un plan de mantenimiento preventivo. Como prueba piloto se implementará a una línea de pasta corta, buscando obtener como resultado, un modelo de un plan de mantenimiento preventivo que cumpla con los objetivos propuestos dentro del tema de investigación y así satisfacer la necesidad que se requiere.

El presente trabajo constituye un aporte significativo a la industria alimenticia, al aplicar un plan totalmente diferente a los planes que hoy en día circulan en la fuentes de información, debido a que se propone un plan que esté basado en M.C.C. y regido por una norma internacional como la norma FSSC 22 000 y dirigido, además a una línea de pasta corta, beneficiando como primera instancia a la empresa de estudio, con el alcance de sus objetivos deseados y, como segunda instancia, a las industrias que deseen tomar como referencia el documento, para la implementación en su empresa.

El esquema principal de la solución del problema, se basa principalmente en las siguientes etapas: clasificación de los equipos y la infraestructura de una línea de pasta corta; creación de la matriz de criticidad de los equipos según requisitos de M.C.C; creación de rutinas y frecuencias según sea la necesidad de la línea de producción; interpretación de prerrequisitos y realización de procedimientos que requiere la norma FSSC 22 000 para el cumplimiento y ejecución del plan; creación de indicadores para la gestión del mantenimiento, obteniendo como recurso principal para la aplicación y estudio del plan, una línea de producción de pasta corta, como prueba para el funcionamiento y gestión.

Así mismo, el desarrollo del trabajo de estudio se fraccionará en cuatro capítulos:

- Marco teórico: está centrado en la investigación e interpretación de la información que se obtiene de otros investigadores, con el fin de obtener y mostrar conceptos sobre el tema a desarrollar.
- Desarrollo de la investigación: está enfocado al desarrollo del diseño del plan de mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura, basado en confiabilidad y gestionado por la norma FSSC 22 000; en él se encontrará, a detalle, la metodología y herramientas que se utilizarán para la ejecución del tema central y, con ello, obtener resultados.
- Presentación y discusión de resultados: se presentarán los resultados obtenidos del capítulo anterior con el fin de ser objeto de verificación y discusión de resultados del diseño del plan.
- Propuesta de trabajo: se desarrollará y aplicará la propuesta de trabajo a la empresa de estudio, sobre una línea de pasta corta.

ANTECEDENTES

Como parte del desarrollo del proyecto, se trata de buscar resultados realizados por otros investigadores, con el fin de ser utilizados como apoyo en el análisis de los resultados.

Entre los investigadores consultados puede citarse a Moreno (2012), quien creó la propuesta para un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos e infraestructura, aplicado a una línea de pasta corta ubicada en la empresa Capri S.A, en Caracas Colombia. Moreno (2012), planteó la creación de un plan de mantenimiento proactivo de una línea de pasta corta basado en confiabilidad de los equipos y su análisis de criticidad, obteniendo como resultado que, al tener un plan de mantenimiento preventivo y no proactivo, se alarga la vida útil de los equipos; sin embargo, Moreno (2012), no incluyó los lineamientos de la norma FSSC 22 000 en el diseño del plan de mantenimiento de equipos e infraestructura, que es primordial para una industria alimenticia como Capri, S.A.

Por otra parte, Obregón (2014), realizó el diseño del cumplimiento de prerrequisitos de un sistema de gestión integral en el departamento de mantenimiento de una planta de embotellado de bebidas carbonatadas, tomando como referencia los requisitos de la Norma FSSC 22 000 y haciendo referencia, dentro de sus resultados, a la importancia que tiene un sistema de gestión de un plan de mantenimiento basado en una norma internacional, debido a que con ello se tiene una mejor gestión sobre la vida útil de los activos fijos, a pesar de que el diseño propuesto no está enfocado a una industria de pastas en específico. Se siguieron los lineamientos generales que cualquier departamento de

mantenimiento de una empresa alimenticia debe cumplir para una certificación FSSC 22 000.

Sin embargo, ni Moreno (2012), ni Obregón (2014), relacionan la confiabilidad de los equipos y los indicadores de gestión como parte importante en el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura.

Por otra parte, Fabián (2001), realizó el diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble. El objetivo general de este estudio es crear un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para la maquinaria y equipos críticos pertenecientes a la empresa, colocando como objetivo el concepto de confiabilidad de los equipos y qué variables son las que los afectan, para que tenga un rendimiento óptimo de operación, creando indicadores para la gestión del mantenimiento. Cabe recalcar que dentro de sus resultados hace referencia de la importancia que juegan los indicadores de gestión de mantenimiento si se quiere tener una gestión eficiente sobre la confiabilidad de estos, con ello se logra observar que se tiene un aporte a los indicadores de gestión de mantenimiento de una planta alimenticia y que se ha creado un plan de mantenimiento basado en M.C.C con sus indicadores de gestión.

Sin embargo, en las anteriores referencias no, se tiene una contribución sobre la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura, a una línea de pastas.

Rodríguez (2005), define un plan de mantenimiento de la infraestructura de una industria dedicada a la fabricación de pastas alimenticias, largas y cortas, desde la perspectiva de las buenas prácticas de manufactura. Con ello se obtiene

un significativo aporte al trabajo de investigación, debido a que dentro de sus resultados se obtiene una gran contribución en la realización y ejecución de un plan de infraestructura, enfocado a una planta de producción de pastas y que, además genera buen aporte al saber que el trabajo fue viable en la aplicación de la industria de estudio y, con ello, la existencia de un plan de infraestructura autónomo para cualquier línea de pasta, el cual, por otra parte, puede ayudar a ser base al fundamental estudio a realizar.

En los antecedentes antes expuestos, no se tiene un aporte claro sobre los requisitos o lineamientos de gestión que requiere la norma FSSC 22 000, sin embargo FSSC 22 000 (2008), explica que es hasta el lanzamiento de la norma ISO 22 002-1 en el 2009 que se aclara que para el cumplimiento de la norma FSSC 22 000 se debe de contar con un plan de mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura y se detallan los requisitos y procesos que se deben cumplir para la gestión del plan, obteniendo una buena base para el logro de los objetivos del trabajo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Descripción del problema

La empresa en estudio es una industria alimenticia de capital nacional dedicada a la producción de pastas cortas y pastas largas. Los equipos utilizados en producción son equipos de alta tecnología Italiana.

Al hacer el análisis de la empresa, se ha encontrado que la falta de un programa de mantenimiento preventivo o la inconsistencia en el mismo, genera conflicto en la vida útil de los equipos y trae como consecuencia la falta de cumplimiento del objetivo de la empresa. La falta de un plan de mantenimiento preventivo repercute en paradas no previstas de los equipos y falta de indicadores, tales como: historial de mantenimiento preventivo, historial de análisis de fallas, historial de cambio de repuestos, entre otros indicadores; lo cual genera la falta de alcance de la meta de producción y el análisis de costos de mantenimiento por equipos; dos puntos importantes para la gestión del departamento de mantenimiento.

Dentro de la problemática antes expuesta, al carecer de un plan de mantenimiento preventivo, las fallas de los equipos han sido recurrentes hasta obtener en promedio cuatro fallas al día del mismo equipo, lo cual implica que se ha dejado de cumplir con el plan de producción, en promedio, hasta un 30 % de su meta mensual que significa 1 000 toneladas de producción faltantes al mes.

Al tener incumplimientos al plan de producción, se cuestiona al departamento de mantenimiento la justificación del detalle de los gastos de la

inversión del mantenimiento preventivo y del mantenimiento correctivo. La no existencia de un plan de mantenimiento preventivo y de los registros de mantenimientos realizados por equipos, no permite tener una separación de rubros y, en consecuencia, se adjudica que el departamento mantiene la vida útil de los equipos de forma reactiva, acortando la vida útil de la maquinaria y cuestionando la confiabilidad de los equipos, debido a que el departamento de producción está otorgando los tiempos necesarios para la ejecución del mantenimiento preventivo.

Adicional a los cuestionamientos al departamento de mantenimiento, la problemática se agudiza al tomar en cuenta los estándares de gestión que rigen a la empresa, debido a que cuenta con la certificación ISO 22 000 e ISO 9 001. Estas certificaciones solicitan tener un plan de mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura dentro de sus auditorías, presentado un plan de mantenimiento reactivo que hasta el momento se ha tomado como válido; sin embargo, la empresa de estudio busca la certificación FSSC 22 000 y, al no contar con un plan de mantenimiento preventivo, creará conflictos en el departamento de mantenimiento debido a que la norma exige la existencia del mismo.

Delimitación del problema

Así mismo dentro del análisis del problema, a pesar de que en la empresa de pastas existen siete líneas de producción que tienden a tener un efecto de deterioro en su vida útil, debido a la falta de un plan de mantenimiento preventivo, el estudio, dentro de las instalaciones de la empresa de pastas, está enfocando sobre una línea de pasta corta, como prueba piloto de la ejecución del plan.

No obstante, al saber que la falta de un plan de mantenimiento preventivo es fundamental en una planta, se tiende a iniciar la ejecución de la investigación en el año 2016 y se finalice la implementación del plan sobre la línea en el año 2017, esto con el objetivo de cumplir con las exigencias expuestas por la alta gerencia.

Por lo tanto, para que la elaboración y ejecución del plan se lleve a cabo según lo descrito, se necesitará el apoyo, tanto del fabricante italiano del equipo, como del operador de la línea, de los supervisores de producción, supervisores de mantenimiento, jefe de mantenimiento, departamento de calidad, departamento de inocuidad y gerente de planta, aportando los conocimientos así como el funcionamiento de la línea de producción y los procedimientos que se deben de tomar en cuenta al momento de ejecutar el plan, según la interpretación de la norma; tomando en consideración el acceso a la información que se requiera para obtener detalles de la línea de producción de la empresa de estudio.

Pregunta general

¿Cómo realizar un plan de mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura, basado en confiabilidad, siendo gestionado bajo los lineamientos de la norma FSSC 22 000 y que se aplique a una línea de pasta corta?

Preguntas específicas

- ¿Qué especificaciones y análisis se necesitan para crear un plan de mantenimiento preventivo, basado en confiabilidad, aplicado a equipos de pasta corta e infraestructura?

- ¿Qué procedimientos y requisitos de gestión se deben de implementar para crear un plan de mantenimiento preventivo que cumpla con la norma FSSC 22 000?
- ¿Qué indicadores de gestión de mantenimiento se pueden obtener con un plan de mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura, basado en confiabilidad, gestionado bajo los lineamientos de la norma FSSC 22 000?

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del siguiente proyecto tiene como justificación principal, la innovación en el planteamiento y ejecución de un programa de mantenimiento preventivo enfocado a la administración y a las normas internacionales que lo rigen, debido a que se trata de unificar los conceptos de una norma internacional como es la FSSC 22 000, la aplicación de confiabilidad de los equipos M.C.C, la extracción de indicadores de gestión de clase mundial y la aplicación de este plan a una línea de pasta larga o corta.

El documento responde a la necesidad del diseño de un plan de mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura basado en confiabilidad y gestionado por los lineamientos establecidos por la norma FSSC 22 000 aplicado a una línea de pasta corta, como respuesta a los requisitos que la gerencia de la industria en estudio requiere al departamento de mantenimiento.

El presente trabajo constituye un fundamental aporte para la industria, al aplicar un plan totalmente diferente a los que hoy en día circulan en las fuentes de información, ya que se propone uno que esté basado en M.C.C. y regido por una norma internacional como la norma FSSC 22 000; dirigido a una línea de pasta corta. Hoy en día, estos temas son comunes en la industria y su aplicación se hace cada vez más necesaria, pero se cuenta con poca información accesible para los lectores.

El beneficio que aportará al lector será de tipo científico, debido a que el investigador tomará como guía el presente documento para generar un plan de mantenimiento preventivo, gestionado por una norma de aplicación internacional

que esté enfocada a una industria alimenticia, manteniendo la confiabilidad de los equipos y obteniendo indicadores de gestión de clase mundial, con el fin de alcanzar los objetivos de productividad de la empresa.

OBJETIVOS

General

Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura, basado en confiabilidad y gestionado por los lineamientos establecidos por la norma FSSC 22 000 aplicado a una línea de pasta corta.

Específicos

1. Analizar e integrar especificaciones necesarias para crear un plan de mantenimiento preventivo basado en confiabilidad y aplicarlo a los equipos de una línea de fabricación de pasta corta.
2. Interpretar y generar procedimientos y requisitos establecidos por la norma FSSC 22 000 aplicados a la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo para su gestión.
3. Diseñar Indicadores de gestión de mantenimiento preventivo, basado en confiabilidad de los equipos y regidos por la norma FSSC 22 000.

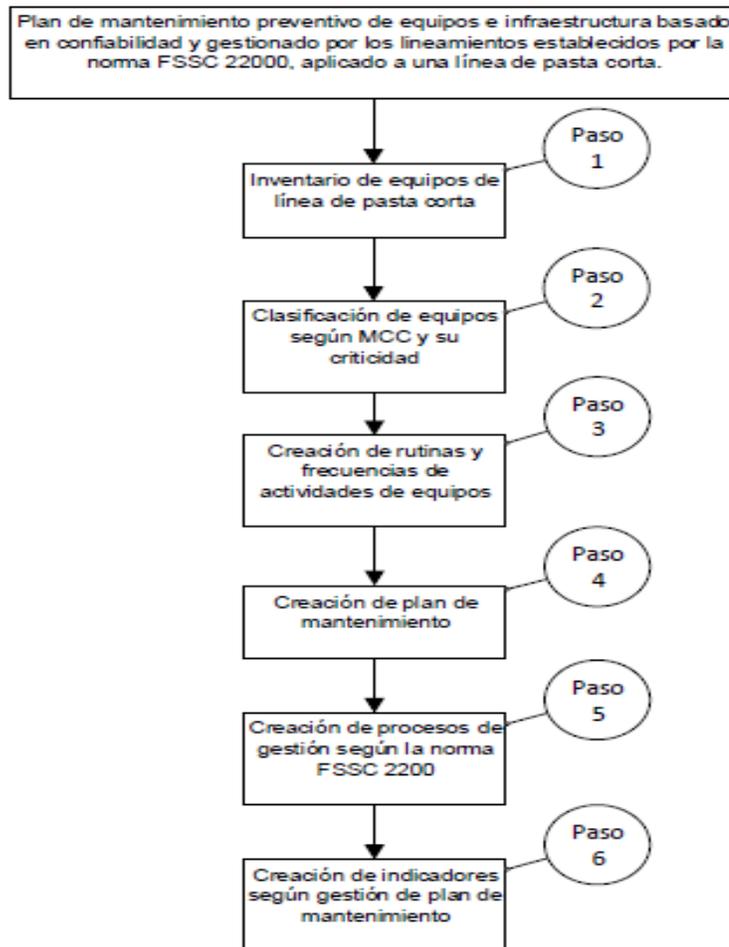
NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIONES

Las necesidades que el trabajo pretende cumplir en el desarrollo del tema obedecen a:

- Crear un plan de mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura.
- Enfocar el plan de mantenimiento a la confiabilidad de los equipos e infraestructura.
- Basar el plan de mantenimiento bajo los lineamientos que establece la norma FSSC 22 000.
- Aplicar el plan de mantenimiento a una línea de pasta corta.
- Extraer de la gestión del plan de mantenimiento, indicadores de clase mundial.

Estas necesidades se pretenden cumplir en el entorno regional de una industria alimenticia de producción de pastas, con el siguiente esquema de solución:

Tabla I. **Esquema de soluciones**



Fuente: elaboración propia.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento preventivo tiene como finalidad el análisis y gestión de los problemas que tienden a generar fallas en los equipos de proceso de una línea de producción; para lo cual se basa en el ciclo de Deming: planear, hacer, verificar y actuar (Sima, 2012). Este plan está basado en el mantenimiento preventivo que es definido como la lista de actividades y rutinas, que son ejecutadas desde el departamento productivo hasta el departamento de mantenimiento, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de plantas de producción y sus derivados. (Pérez, 2006)

1.1.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo, como su nombre lo indica, comprende procedimientos que se realizan con el fin de prever o anticipar fallas que se den en máquinas o equipos que estén diseñados para efectuar un proceso, utilizando como base distintos datos que sirven como referencia al análisis y creación de un programa con frecuencias y rutinas, basado en tiempos definidos según el uso de los equipos, con el fin de realizar inspecciones, ajustes o cambios de piezas en los equipos (Sima, 2012). Así mismo, el mantenimiento preventivo es aplicado a instalaciones e infraestructura donde se encuentran instalados los equipos (Gómez, 1998). Es importante trazar la estructura del diseño del mantenimiento preventivo, incluyendo en ello los componentes de conservación, confiabilidad, mantenibilidad y la creación de un plan que sea fácil de gestionar y que cada

uno de los resultados sea fácil de visualizar para verificar responsabilidades que aseguren el cumplimiento. (Gómez, 1998)

1.1.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es conocido como el mantenimiento a realizar en el cambio de piezas de un equipo cuando ha ocurrido la falla del componente; obteniendo como consecuencia, el paro en la producción del equipo (Carrasco, 2014). Implica una actitud pasiva frente al estado de los equipos, debido a una avería o falla del mismo. A pesar que la definición pueda parecer una actitud despreocupada de atención a los equipos, este tipo de mantenimiento es el que se aplica en una gran cantidad de industrias. (Carrasco, 2014)

1.1.3. Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)

El mantenimiento centrado en confiabilidad, conocido como MCC, fue desarrollado bajo la necesidad de la industria de aviación con cargamento civil. Este tipo de mantenimiento es el que permite determinar cuáles son las rutinas y frecuencias para ser aplicados a cualquier tipo de activo fijo físico para obtener su óptimo desempeño (Acuña, 2013). A medida que se ha utilizado el concepto de MCC, este ha sido aplicado a las industrias o empresas de diferentes países, desde industrias petroleras, hasta industrias desarrolladoras de armas del mundo, incluyendo las industrias de minería y generación eléctrica, formando rutinas y tareas para ser aplicadas y alcanzar, así, los objetivos establecidos por MCC. (Análisis de criticidad y estudio RCC, 2012)

Según Acuña (2003), la norma SAE JA1011 especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado como tal. Según esta norma, las siete preguntas básicas del proceso MCC son:

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
2. ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
3. ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
4. ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

1.1.4. Mantenimiento de infraestructura

El mantenimiento preventivo de infraestructura tiene como objetivo, contar con instalaciones en óptimas condiciones en todo momento, con el fin de asegurar la confiabilidad total del sistema y su entorno, centrando la falta de fallas o errores en su infraestructura (Pérez, 2016). Como parte de la mantenibilidad de los equipos, la mantenibilidad de la infraestructura juega un papel importante para conservar un desempeño continuo bajo las condiciones técnicas aceptables, sin importar las condiciones externas que se den en su entorno. (Pérez, 2016)

En muchas industrias se ha centrado el mantenimiento preventivo en equipos, descuidando rotundamente la infraestructura donde estos se encuentran (Sima 2012). La falta de mantenimiento de la infraestructura ha ocasionado que las condiciones externas variables, por ejemplo el clima, la afecten directamente, lo cual conlleva a una falla que puede afectar el desempeño de los equipos y con ello obtener un paro no deseado de la maquinaria. (Fabián, 2013)

La falta de mantenimiento preventivo de la infraestructura ocasiona que esta se vea drásticamente afectada, por lo que deben ejecutarse reparaciones correctivas con elevados costos, lo cual afecta directamente al presupuesto de mantenimiento. (Fabián, 2013)

1.1.5. Jerarquización de equipos según su criticidad

Para crear una matriz de criticidad y su respectivo análisis se debe de tener como referencia los siguientes conceptos:

- Análisis de criticidad: Es la metodología que establece jerarquías entre equipos, elementos de un equipo y sus instalaciones. El impacto total sobre la unidad de negocio o empresa, se obtiene del producto de la frecuencia de fallas o probabilidad por la severidad de la ocurrencia (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005). A ello deben añadirse los efectos que ocurren en la población, como daños personales, pérdida de producción, impacto ambiental y daños a las instalaciones o infraestructura. Este tipo de análisis genera la toma de decisiones en la gestión de mantenimiento, proyectos de mejora o reingenierías, con base a la confiabilidad actual sobre los equipos. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
- Dentro de los conceptos de confiabilidad se tienen los siguientes:
 - Defecto: causa que se puede dar por fallas ocultas en los sistemas de seguridad, desalineación, mal ajuste, entre otros. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
 - Efecto de falla: es el efecto o impacto de una falla. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)

- Falla: es cuando ocurre un paro que no permite realizar una función requerida. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
- Falla funcional: es cuando ocurre la finalización de la función requerida de un componente; sin embargo se puede proceder a la ejecución de la tarea con parámetros diferentes. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
- Jerarquización: es el ordenamiento de ciertos *ítems* o tareas según la prioridad del caso. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
- Modo de falla: es el proceso de estudio de la falla con el fin de buscar cual fue la causa de que ocurriera. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
- Mecanismo de falla: proceso que ha conducido al deterioro de un equipo hasta la ocurrencia de fallar. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
- Prioridad: escalonamiento o importancia de tareas con respecto a otras. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
- Riesgo: probabilidad de obtener una pérdida. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
- Activo: es un término contable asignado a cualquier recurso; tiene valor contable y cumple con un ciclo de vida generando flujo de caja. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
- Acciones: concepto relacionado con la resolución de un hallazgo encontrado en la investigación de una falla o problema según la matriz de confiabilidad. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
- Causa de falla: hecho que relaciona la conclusión de una falla debido a mantenimiento, instalaciones, diseño o manufactura. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)

- Confiabilidad operacional: es la capacidad de un activo, proceso, persona o tecnología para cumplir los procesos que se le asignan. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
- Consecuencias: efecto que se da al realizarse un evento, pueden obtenerse una o más. Para calcular las consecuencias se debe de tomar en cuenta el ambiente producción, ambiente de seguridad, ambiente de higiene y costos de reparación. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
- Consecuencia a fallar: es el impacto de una falla. Está inclinada a la operación, por ejemplo: económico, ambiental y de seguridad. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)
- Criticidad: Es la medida indicativa para establecer jerarquía dentro de los procesos de mayor prioridad, tales como equipos, procesos y sistema, creando una matriz para ubicar los esfuerzos y recursos para obtener la confiabilidad. (Mantenimiento centrado en confiabilidad, 2005)

1.2. Norma FSSC 22000

FSSC 22000 (2005) es una certificación de aplicación mundial, desarrollada con el fin de mantener una gestión de los riesgos de inocuidad de cualquier industria de la cadena alimentaria. La certificación FSSC 22000 es una de las pocas certificaciones reconocidas por la iniciativa mundial de seguridad alimentaria conocida como GFSI por sus siglas en inglés y por la cooperación europea para su acreditación, EA. (*Info Food*, 2014)

La fundación para la certificación de seguridad alimentaria es una organización de carácter independiente, sin incidencias o tendencias de lucro sobre las empresas. El único fin es la gestión y aseguramiento de la inocuidad

de los alimentos. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, 2011)

1.2.1. Aplicación de la norma a industrias alimenticias

FSSC 22000 (2008), tiene como objetivo, mantener la aceptación internacional y tener una relación adicional entre organizaciones que tengan la certificación de industrias enfocadas en la producción alimentaria. Toda aquella empresa que cumpla con la norma y esté certificada, tiene una ventaja dentro de la cadena alimentaria, con clientes, proveedores e identidades gubernativas, debido a que la especificación de la norma se encuentra integrada como parte del consejo de representantes del comercio y empresas dedicadas a la industria alimentaria.

Es por ello que el enfoque de la norma es directamente a las industrias alimenticias, debido a que va directamente a la forma de gestión desde el inicio de la transformación de la materia prima, hasta la exportación del producto alimenticio. (FSSC 22000, 2008)

1.2.2. Gestión del mantenimiento, según la norma

Según los requisitos de la norma FSSC 22000, los equipos que entren en contacto con alimentos deben diseñarse para una adecuada limpieza, desinfección y mantenimiento (FSSC 22000, 2008), Los requisitos específicos son:

- Las superficies de contacto deben construirse de materiales resistentes.
- El equipo debe tener un diseño higiénico.

- Los conductos y tuberías deben permitir una adecuada limpieza y secado, sin puntos muertos.
- El equipo debe de estar diseñado para minimizar el contacto entre las manos del operario y el producto.
- Las superficies que entren en contacto con el producto, deben estar construidas de materiales adecuados.
- El equipo debe permitir mantener el control y monitorización de las temperaturas cuando aplique.
- Deben existir procedimientos documentados para las operaciones de limpieza (seca y húmeda).

Los programas de limpieza deben definir qué es lo que se debe limpiar, el responsable, el método, requerimientos de enjuague y métodos para verificar la efectividad de las operaciones de limpieza. (FSSC 22000, 2008)

- Debe existir un programa de mantenimiento preventivo.
- Las actividades de mantenimiento correctivo deben realizarse de tal manera que las actividades de producción cercanas o los equipos no corran el riesgo de contaminarse.
- Los lubricantes y fluidos de transferencia térmica deben ser de grado alimentario.
- El procedimiento para la liberación de los equipos del mantenimiento a producción, debe incluir operaciones de limpieza e inspecciones antes de su uso.
- Deben existir programas de prerrequisitos específicos para el área de mantenimiento y las actividades de mantenimiento en áreas de procesado.
- El personal de mantenimiento debe de estar formado en los riesgos, para el producto asociado a sus actividades.

1.3. Industrias alimenticias

La industria alimenticia es la que se encarga de la producción de alimentos a gran escala, en cualquiera de las etapas de la cadena alimentaria; incluye alimentos de consumo humano y animal (Pastas Roma, 2015). Dentro de sus procesos se detallan las fases tales como: transporte, recepción, almacenamiento, procesamiento y conservación del alimento, almacenamiento final, distribución y reparto. (Pastas Roma, 2015)

La materia prima de la industria alimentaria se deriva de los productos naturales, tales como los vegetales, animales y lo relativo a los hongos. El auge de la industria alimentaria se ha centrado básicamente en la producción de alimentos para consumo humano, por lo que se ha creado una vigilancia progresiva en los términos de higiene y leyes alimentarias, con el fin de regular y unificar internacionalmente sus procesos. (Pastas Roma, 2015)

1.3.1. Procesos de producción de pastas

El proceso de la elaboración de pastas inicia con la exportación y recepción de materia prima, en este caso la materia prima de la pasta es el trigo Durum (Pastas Roma, 2015). En el proceso de recepción, previo a la molienda del trigo, el departamento de calidad, es el encargado de realizar análisis tales como; determinación de la humedad, granulometría, proteínas y cenizas, con el fin de obtener y almacenar materia prima de alta calidad. (Pastas Roma, 2015)

Con la aprobación de la materia prima por parte del departamento de calidad, el trigo se almacena en silos, donde queda a la espera de ser utilizado en la molienda con el fin de producir sémola Durum, que luego será utilizada para la producción de pasta. (Pastas Roma, 2015)

El proceso de la elaboración de la pasta inicia con el traslado de la sémola Durum, por medio de vacío, hacia el área de mezcla (Pastas Roma, 2015). En esta área se mezcla la sémola con agua y se realiza una mezcla (amasado), con el fin de obtener la masa para la fabricación de la pasta. (Pastas Roma, 2015)

Posteriormente, la masa pasa por medio de tornillos de extrusión que empujan dentro de sus hilos la masa, con el fin de hacerlo pasar sobre moldes los cuales le da forma a la pasta, en sus diferentes variedades. (Pastas Roma, 2015)

La pasta húmeda entra a un proceso de secado, con temperaturas y humedades controladas, hasta obtener una humedad máxima de 12,50 %. Una vez la pasta cumple su proceso de secado y se encuentra lista en la línea de producción, se procede a realizar el empaque, en máquinas automatizadas de alta velocidad. (Pastas Roma, 2015)

1.3.2. Líneas de producción de pastas largas

El proceso de producción de pasta larga se genera al forzar la masa a través de los tornillos de extrusión que, a su vez, empujan la masa sobre moldes donde se manejan presiones altas y se producen diferentes formas de pastas. Los tornillos poseen un diseño que permite disipar el calor que se genera por la fricción debido a la alta presión que se da por la extrusión. Con el fin de prevenir que la pasta se pegue en el proceso de tallado en los moldes, la pasta larga es sometida a una rápida corriente de aire que se da inmediatamente después de la extrusión, para reducir su temperatura y su humedad. (Pastas Roma, 2015)

1.3.3. Líneas de producción de pastas cortas

El proceso de producción de pasta corta se genera al forzar la masa a través de los tornillos de extrusión, los cuáles empujan la masa sobre moldes donde se manejan presiones altas, produciendo diferentes formas de pastas. Los tornillos poseen un diseño que permite disipar el calor que se genera por la fricción debido a la alta presión que se da por la extrusión. Con el fin de prevenir que la pasta se pegue en el proceso de tallado en los moldes, la pasta corta, a diferencia de la pasta larga, se envía a un presecado que por medio de agitación separa las propiedades inherentes a la pasta. (Pastas Roma, 2015)

1.4. Kpi o indicadores de mantenimiento

A medida que ha evolucionado el mantenimiento, se han sustituido valores que en una época fueron paradigmas, sustituyendo estos con nuevos valores de mayor nivel. El concepto de mantenimiento centrado en confiabilidad ha alcanzado el nivel de tener gestión de activos, disponibilidad de equipos, indicadores de gestión y reducción de costos de mantenimiento, que son los objetivos a gestionar por la alta gerencia de las empresas de hoy en día. (Smith, 2001)

Los indicadores de mantenimiento centrados en confiabilidad son aquellos que permiten evaluar la tendencia de los equipos e instalaciones según la disponibilidad que presenten, con el fin de elaborar un plan de mantenimiento gestionado en base a la confiabilidad de los equipos. (Smith, 2001)

Carrasco (2014), sostiene que los indicadores de gestión según M.C.C son:

- Disponibilidad

- Utilización
- Confiabilidad
- Tiempo promedio para fallar TPPF
- Tiempo promedio para reparar TPRR
- Tiempo promedio entre fallos TMEF
- Eficiencia general de los equipos OEE

1.4.1. Conceptos relacionados al análisis de indicadores de confiabilidad

- Tiempo promedio para fallar (TPPF): este indicador mide el tiempo que un equipo cuenta con capacidad para realizar una actividad o proceso, sin afección de falla o interrupción dentro de un periodo establecido. (Smith, 2001)
- Tiempo promedio para reparar (TPRR): este indicador mide la distribución de tiempo y recurso para reparación de un equipo y que este equipo se encuentre en condiciones óptimas de trabajo. (Smith, 2001)
- Tiempo promedio entre fallos (TMEF): el tiempo promedio entre fallos mide el tiempo que se toma dentro del arranque de un equipo y la aparición de la falla del mismo, o el tiempo que transcurre en un equipo hasta que exista el evento falla. (Smith, 2001)
- Disponibilidad: es el indicador que permite evaluar u obtener el porcentaje de tiempo que un equipo puede ofrecer para realizar una función o proceso, la cual fuese asignada. (Smith, 2001)
- Utilización: la utilización es conocida como el indicador de factor de servicio, este indicador mide el tiempo efectivo de un activo sobre una operación asignada durante un periodo. (Smith, 2001)

- Confiabilidad: este indicador mide la probabilidad de que un equipo cumpla con un objetivo específico bajo las condiciones de uso, según sea determinado durante un tiempo. (Smith, 2001)
- OEE: La OEE o más conocida como eficiencia general de los equipos, es el indicador que mide la razón porcentual de la eficiencia productiva de un equipo enlazando los factores tales como; disponibilidad, rendimiento y calidad. (Belohlavek, 2006)

2. ÍNDICE PROPUESTO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
INTRODUCCIÓN.....	V
ANTECEDENTES.....	IX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIII
JUSTIFICACIÓN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIONES.....	XXI
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Plan de mantenimiento.....	1
1.1.1. Mantenimiento preventivo.....	1
1.1.2. Mantenimiento correctivo.....	2
1.1.3. Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC).....	2
1.1.4. Mantenimiento de infraestructura.....	3
1.1.5. Jerarquización de equipos según su criticidad.....	4
1.2. Norma FSSC 22000.....	6
1.2.1. Aplicación de la norma a industrias alimenticias.....	7
1.2.2. Gestión del mantenimiento, según la norma.....	7
1.3. Industrias alimenticias.....	9
1.3.1. Procesos de producción de pastas.....	9
1.3.2. Líneas de producción de pastas largas.....	10
1.3.3. Líneas de producción de pastas cortas.....	11
1.4. Kpi o indicadores de mantenimiento.....	11
1.4.1. Conceptos relacionados al análisis de indicadores de confiabilidad.....	12
2. ÍNDICE PROPUESTO.....	15

3.	METODOLOGÍA	17
4.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	21
5.	CRONOGRAMA	23
6.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	25
	BIBLIOGRAFÍA.....	27

3. METODOLOGÍA

El diseño del siguiente proyecto se basa en el no experimental, debido a que se realizará un plan de mantenimiento preventivo y se aplicará a la industria de pastas y como prueba piloto en una línea de pasta corta. Por otra parte, el proyecto se basa directamente en el trabajo de campo, interactuando diariamente con los equipos de la línea de pasta corta, para obtener las características y especificaciones necesarias para la creación del plan, con el fin de desarrollar un plan adecuado al proceso de la línea.

Por otra parte, con base en lo antes expuesto, se define que el estudio a realizar es de tipo descriptivo, debido a que, al efectuar el desarrollo de la investigación, generará una indagación donde se encontrará un plan de mantenimiento preventivo basado en confiabilidad y gestionado por la norma FSSC 22000, siendo aplicado a una línea de pasta corta, que no es común en diferentes textos que se encuentran en la actualidad, siendo el documento una guía para ser aplicada a industrias alimenticias que así lo deseen. El diseño de la investigación se basa en variables cuantitativas y cualitativas, tales como: contar, verificar y describir los procesos que se realizan dentro de la línea de producción con el fin de ejecutar un plan de mantenimiento preventivo, acorde a la necesidad y requerimiento que se necesita para la implementación del mismo, cubriendo la necesidad de obtener la información exacta e impredecible al momento de su aplicación.

Los alcances esperados con respecto a la investigación, son enfocados a las necesidades que se requieren de parte de la empresa de estudio; siendo el principal, el diseño de un plan de mantenimiento preventivo que esté basado en

confiabilidad de equipos y gestionado por la norma FSSC 22000, debido a que es la necesidad primordial que tiene el objeto de estudio; así mismo, en segundo plano, se tiene el alcance del plan de indicadores, que es decir sea de gestión para el departamento de mantenimiento y así mismo que el plan sea aplicado a una línea de pasta corta.

No obstante, se cuenta con variables tales como: la falta de información de los equipos, los cuales se han modificado y no son de diseño de la máquina; falta de manuales de fabricante; acceso complicado a los equipos para toma de datos; variables importantes que se toman en cuenta en el desarrollo del tema para su ejecución.

La ejecución del plan de mantenimiento se deriva de las siguientes fases:

- Recolección de información del inventario físico de los equipos de la línea de pasta corta, con el fin de obtener una matriz donde se encuentre la información de especificaciones del equipo, según la placa de fabricante.
- Tabular los datos de los equipos en una matriz de excel donde se colocará el nombre del equipo, descripción de funcionamiento y serie.
- Con los datos de los equipos se procederá a realizar una separación de jerarquía, tanto de infraestructura como equipos padres e hijos.
- Se procederá a realizar la matriz de criticidad y severidad según los datos que se establecen por M.C.C, que toma como metodología la probabilidad que presenta un equipo de fallar y cuáles son sus consecuencias en la confiabilidad del equipo.
- Se verificará e interpretará cuáles son los prerrequisitos que solicita la norma FSSC 22000 para la ejecución del mantenimiento preventivo. Se identificarán los prerrequisitos y se realizarán manuales de procesos para la ejecución y gestión del plan de mantenimiento.

- Con el plan de mantenimiento basado en confiabilidad y regido por la norma FSSC 22000 se buscará la gestión de los siguientes indicadores: disponibilidad de los equipos, confiabilidad de los equipos, costos de mantenimiento, órdenes de trabajo y su gestión, gestión de materiales, rendimiento del personal, cumplimiento del plan preventivo, paradas no previstas por fallas internas o externas, entre otros.

Por otra parte, los resultados a esperar serán; ejecución del plan de mantenimiento preventivo de equipos e infraestructura, gestionados por la norma FSSC 22000 sobre una línea de pasta corta, indicadores de gestión de clase mundial, procesos que gestione la integridad del cumplimiento de la norma FSSC 22000, alcance de los objetivos establecidos por la empresa sobre el plan.

4. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Las técnicas a utilizar para el desarrollo del tema de investigación de forma descriptiva serán: gráficos, tablas, tabulación de datos y comparación de cada uno de ellos con lo real en campo, para evaluar la veracidad de los datos. Se utilizarán como recurso, tres computadoras, dos digitadores y un planificador.

Los datos serán tabulados por los digitadores dentro de las tablas modelos creadas por el planificador, debido a que las tablas poseerán ecuaciones para obtener gráficos de interpretación de resultados, si fuese necesario. Los datos de los equipos serán supervisados por el planificador, con toma de fotos para mantener una memoria de información sobre los equipos, con el fin de prevenir cambios que se realicen a futuro.

Los gráficos de muestra serán de los indicadores a utilizar para la gestión del mantenimiento y serán comparados directamente con la rentabilidad que presente la empresa por línea, con el fin de lograr obtener indicadores con veracidad.

Esta comparación será directamente evaluada por el planificador, por lo tanto el será el encargado de crear las tablas y sus ecuaciones para realizar tablas dinámicas que muestren datos utilizables para indicadores y que sean de confiabilidad para cumplir con los objetivos del tema.

Se realizará una búsqueda de los manuales del fabricante de los equipos para realizar una evaluación del equipo y su estado según el fabricante y la comparación de cómo se encuentra en la actualidad, con el fin de lograr

concatenar las rutinas del mantenimiento preventivo que exige el fabricante sobre el equipo.

Lo expuesto se realizará para obtener un panorama más exacto a la variable que se puede tener al inicio del desarrollo del trabajo. Dado que es fundamental tener los datos de los inventarios, lo más certeros posibles, la técnica para realizar esta búsqueda será: solicitar información sobre los manuales de partes existentes de la línea de pasta corta al proveedor de Italia; realizar una comparación con los datos tomados de forma experimental y verificar si existe concordancia en las rutinas de mantenimiento según los manuales del fabricante. Si no existiese coherencia se procederá a realizar las rutinas del mantenimiento del equipo bajo el método experimental de los supervisores de mantenimiento.

5. CRONOGRAMA

Tabla II. Cronograma de actividades

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	1er trimestre		2º trimestre			3er trimestre			4º trimestre			1er trimestre			2º trimestre			
					may	jun	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	
1	ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	1 día	mié 9/08/17	mié 9/08/17																		
2	ÍNDICE DE TABLAS	1 día	jue 10/08/17	jue 10/08/17																		
3	LISTA DE SÍMBOLOS	1 día	vie 11/08/17	vie 11/08/17																		
4	GLOSARIO	1 día	sáb 12/08/17	sáb 12/08/17																		
5	RESUMEN	1 día	lun 14/08/17	lun 14/08/17																		
6	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5 días	vie 1/07/16	jue 7/07/16																		
7	OBJETIVOS	1 día	lun 11/07/16	lun 11/07/16																		
8	RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO	2 días	mar 15/08/17	mié 16/08/17																		
9	INTRODUCCIÓN	1 día	mié 20/07/16	mié 20/07/16																		
10	MARCO TEÓRICO	15 días	lun 19/09/16	vie 7/10/16																		
11	Plan de mantenimiento	1 día	lun 19/09/16	lun 19/09/16																		
12	Mantenimiento preventivo	1 día	mar 20/09/16	mar 20/09/16																		
13	Mantenimiento correctivo	1 día	mié 21/09/16	mié 21/09/16																		
14	Mantenimiento centrado en confiabilidad	1 día	jue 22/09/16	jue 22/09/16																		
15	Mantenimiento de infraestructura	1 día	vie 23/09/16	vie 23/09/16																		
16	Jerarquización de equipos según prioridad	1 día	sáb 24/09/16	sáb 24/09/16																		
17	Norma FSSC 22000	1 día	dom 25/09/16	dom 25/09/16																		
18	Aplicación de la norma a industria	1 día	lun 26/09/16	lun 26/09/16																		
19	Gestión del mantenimiento según norma	1 día	mar 27/09/16	mar 27/09/16																		
20	Industrias alimenticias	1 día	mié 28/09/16	mié 28/09/16																		
21	Proceso de producción de pastas	1 día	jue 29/09/16	jue 29/09/16																		
22	Línea de producción de pasta larga	1 día	vie 30/09/16	vie 30/09/16																		
23	Línea de producción de pasta corta	1 día	sáb 1/10/16	sáb 1/10/16																		
24	Kpi o indicadores de mantenimiento	1 día	dom 2/10/16	dom 2/10/16																		
25	Conceptos relacionados al análisis de causa raíz	1 día	lun 3/10/16	lun 3/10/16																		
26	DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN	60 días	mié 1/02/17	mar 25/04/17																		
27	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN	30 días	lun 27/03/17	vie 5/05/17																		
28	PROPUESTA DE TRABAJO	60 días	lun 8/05/17	vie 28/07/17																		
29	CONCLUSIONES	1 día	lun 31/07/17	lun 31/07/17																		
30	RECOMENDACIONES	1 día	mar 1/08/17	mar 1/08/17																		
31	REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA	1 día	jue 3/08/17	jue 3/08/17																		
32	ANEXOS	2 días	lun 7/08/17	mar 8/08/17																		

Fuente: elaboración propia.

6. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Dentro del siguiente proyecto la factibilidad del estudio solicita como recursos necesarios:

- **Recurso humano:** dos digitadores y un planificador. Dentro de la empresa en mutuo acuerdo con gerencia ya han dado el visto bueno para autorizar digitadores temporales, ya se cuenta con un planificador, esto con el fin de avanzar lo antes posible con el modelo del proyecto.
- **Recursos financieros:** dentro de los recursos financieros no se ha encontrado mayor dificultad ya que este es un proyecto dirigido directamente a una empresa privada que tiene interés sobre el proyecto.
- **Recursos tecnológicos:** se requieren tres computadoras que contengan los paquetes de office, Autocad y acceso al *software* de mantenimiento de la línea de pasta corta. El planificador ya cuenta con acceso y la solicitud de los digitadores temporales será con equipos de trabajo.
- **Recursos de acceso a la información:** en este punto se debe recalcar que el acceso a la información será directamente con el planificador, aunque la presentación de la información será limitada por la alta gerencia.
- **Recursos de permisos:** cada uno de los permisos que se requieran serán gestionados directamente con gerencia general para obtener acceso a la información. Por otra parte, los permisos que se soliciten por medio de seguridad industrial, inocuidad, calidad o producción, serán gestionados por el planificador de mantenimiento.
- **Recurso de Infraestructura:** se solicitará una oficina dentro de la empresa que cuente con ambiente agradable de trabajo.

Tabla III. **Presupuesto**

PRESUPUESTO GLOBAL	
RUBROS	Monto
GASTOS DE PERSONAL	Q 8 000,00
GASTOS DE VIAJE	Q 6 000,00
INVERSIONES	Q 2 000,00
GASTOS GENERALES	Q 1 500,00
SERVICIOS TÉCNICOS	Q 5 000,00
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	Q 8 000,00
RENTA DE EQUIPOS DE TRABAJO	Q 3 000,00
USO DE RECURSOS NATURALES	Q 2 000,00
TOTAL	Q35 500,00

Fuente: elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña, J. (2003). *Ingeniería de Confiabilidad*, Costa Rica. Tecnología de Costa Rica.
2. *Análisis de criticidad y estudio RCC*. (2012). Recuperado de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5311/fichero/5+Analisis+de+criticida.pdf>.
3. Belohlavek, P. (2006). *OEE Overall Equipment Effectiveness*. Argentina Buenos Aires. Blue Eagle Group.
4. Carrasco, J. (2014). *La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento industrial*. España. Omnia Science.
5. Certification, F. (2005). *FSSC 22000*, 5(5), pp 10-5. Recuperado de http://www.fssc22000.com/documents/pdf/flyers/flyerfssc22000_espanol.pdf.
6. Fabián, W. (2003). *Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble*. Tesis de pregrado. Universidad de San Carlos de Guatemala.
7. *FSSC 22000*, (2008). *Upgrading de la norma ISO 22000 para la industria alimentaria*. Recuperado de <http://www.bureauveritas.es>.

8. Gómez, F. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*, España, Murcia.
9. Info, Food. (2014). *La producción industrial de la pasta*, 1(1), pp 1-1. Recuperado de <http://www.food-info.net/es/products/pasta/production.htm>.
10. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, 2011, *Norma ISO 22002-1*.
11. *Mantenimiento centrado en confiabilidad*, (2005). Recuperado de http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos_rcm_archivos/ariel%20ZYLBERBERG/RCM_Scorecard_overview.pdf.
12. Moreno, E. (2012). *Propuesta de un plan de mantenimiento proactivo caso empresa manufacturera de alimentos*, Tesis de pregrado. Universidad Metropolitana de Caracas.
13. Obregón, G. (2014). *Diseño de investigación del cumplimiento de prerrequisitos de un sistema de gestión integral con referencia en normas fssc 22000, iso 14001:2004 y ohsas 18001:2007 en el departamento de mantenimiento de una planta de embotellado de bebidas carbonatadas*. Tesis de pregrado. Universidad de San Carlos de Guatemala.
14. Pastas, Roma. (2015). *El proceso de elaboración de pastas alimenticias*. Recuperado de <http://www.pastasroma.com/proceso.htm>.

15. Pérez, C. (2006). *Sistema de administración de mantenimiento del hospital del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social -IGSS- en Escuintla*, Tesis de pregrado. Universidad de San Carlos de Guatemala.
16. Rodríguez, C. (2005). *Buenas prácticas de manufactura aplicadas en la industria de fabricación de pastas alimenticias*, Tesis de pregrado. Universidad de San Carlos de Guatemala.
17. Sima. (2012). *Mantenimiento preventivo*. Artículos para mantenimiento.
18. Smith, D. (2001). *Indicadores de Confiabilidad Propulsores en la Gestión del Mantenimiento*. Recuperado de <http://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/indicadores-de-confiabilidad-propulsores-en-la-gestión-del-mantenimiento>.

