



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN ADECUADO PARA EL ÁREA
DE COCINADOS DE LA EMPRESA FRIGORÍFICOS DE GUATEMALA, S.A.**

Carlos Eduardo Paniagua Valenzuela

Asesorado por la Inga. María del Rosario Colmenares Samayoa

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN ADECUADO PARA EL ÁREA
DE COCINADOS DE LA EMPRESA FRIGORÍFICOS DE GUATEMALA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS EDUARDO PANIAGUA VALENZUELA
ASESORADO POR LA INGA. MARÍA DEL ROSARIO COLMENARES
SAMAYOA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE 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. Jurgén Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

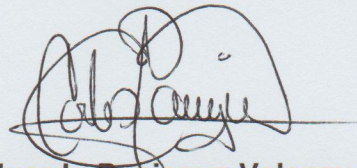
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 UN SISTEMA DE VENTILACIÓN ADECUADO PARA EL ÁREA DE COCINADOS DE LA EMPRESA FRIGORÍFICOS DE GUATEMALA, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 24 de noviembre de 2014.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Paniagua', with a horizontal line extending to the right from the end of the signature.

Carlos Eduardo Paniagua Valenzuela

Guatemala 09 de noviembre 2015.

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

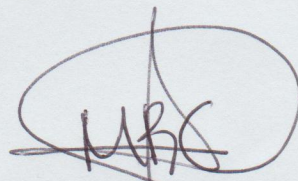
Ingeniero Urquizú:

Cordialmente me dirijo a usted con el propósito de presentarle el trabajo de graduación titulado "DISEÑO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN ADECUADO PARA EL ÁREA DE COCINADOS DE LA EMPRESA FRIGORÍFICOS DE GUATEMALA, S.A." elaborado por el estudiante Carlos Eduardo Paniagua Valenzuela y asesorado por mi persona.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con lo establecido y reconociendo la importancia del tema. Doy mi respectiva autorización, por lo que ruego a usted sirva dar visto bueno para que el presente trabajo sea presentado ante las máximas autoridades de la Facultad.

Sin otro particular, me suscribo a usted.

Atentamente,



Inga. María del Rosario Colmenares

Colegiado No. 2706

INGENIERIA
INGENIERA CIVIL E INDUSTRIAL
INGENIERA DEL ROSARIO COLMENARES SAMAYTA
COLEGIADO 2706



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN ADECUADO PARA EL ÁREA DE COCINADOS DE LA EMPRESA FRIGORIFICOS DE GUATEMALA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Eduardo Paniagua Valenzuela**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Julio O. Rojas Argueta
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado 10,870

Guatemala, agosto de 2017.

/mgp



REF.DIR.EMI.173.017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN ADECUADO PARA EL ÁREA DE COCINADOS DE LA EMPRESA FRIGORÍFICOS DE GUATEMALA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Eduardo Paniagua Valenzuela**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2017.

/mgp

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.504-2017

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 Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN ADECUADO PARA EL ÁREA DE COCINADOS DE LA EMPRESA FRIGORÍFICOS DE GUATEMALA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Eduardo Paniagua Valenzuela**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, octubre de 2017

/c c

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por su infinita misericordia y la sabiduría que derramó sobre mi persona, permitiéndome alcanzar esta meta profesional.
- Mis padres** Que con todo su esfuerzo y apoyo me dieron la oportunidad de estudiar, gracias padres. Este logro es de ustedes.
- Mi esposa** Sofía Obregón, por estar siempre a mi lado en el cumplimiento de esta meta.
- Mis hijos** Sebastián y Adrián Paniagua. Estos ángeles que Dios me envió para seguir luchando por ser mejor cada día.
- Mis tíos** Jaime Valenzuela, por darme el ejemplo de lucha constante para mejorar profesionalmente. Dora y Jorge Paniagua. Ejemplo de responsabilidad y carácter ante los momentos difíciles.

AGRADECIMIENTOS A:

- | | |
|---|---|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Nuestra <i>alma mater</i> , que nos preparó paso a paso para enfrentar los desafíos como profesionales. |
| Mis compañeros de la Facultad | Por el apoyo en los diferentes cursos de la carrera. Esas palabras de aliento que nunca hicieron falta para seguir adelante en los peores momentos. |
| Inga. María Colmenares | Por el apoyo en el tramo final de la carrera, sin su ayuda esto no hubiera sido posible. |

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Planeación estratégica	2
1.1.1.1. Misión	2
1.1.1.2. Visión.....	2
1.1.1.3. Política de calidad.....	2
1.1.1.4. Valores	3
1.1.2. Estructura organizacional de planta.....	3
1.1.2.1. Organigrama.....	4
1.1.2.2. Descripción de puestos	4
1.2. Clasificación de empresa.....	5
1.2.1. Industria de alimentos.....	6
1.2.2. Materias primas	7
1.2.2.1. Carnes	7
1.2.2.2. Condimentos de marinado.....	8
1.2.2.3. Aceites.....	9
1.3. Proceso de producción	9
1.3.1. Proceso de marinado.....	9
1.3.2. Proceso de frituras.....	10

1.3.3.	Proceso de horneado	10
1.3.4.	Proceso de congelado	11
1.4.	Responsabilidad ambiental.....	11
2.	ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL.....	13
2.1.	Análisis de infraestructura	13
2.2.	Distribución de planta	14
2.2.1.	Equipo involucrado en el proceso.....	15
2.2.1.1.	Freidora	15
2.2.1.2.	Horno.....	17
2.2.1.3.	Túnel de congelado	18
2.2.1.4.	Bandas de transporte	19
2.2.1.5.	Equipo para controlar la contaminación ambiental	20
2.3.	Condición actual del ambiente laboral.....	22
2.3.1.	Agentes de contaminantes	22
2.3.2.	Temperatura ambiente	22
2.3.3.	Clasificación del trabajo en el área de cocinados ...	26
2.3.3.1.	Definición de temperatura óptima	28
2.4.	Planteamiento del problema	29
2.4.1.	Modelo de ventilación actual.....	30
2.4.2.	Problemas del sistema actual.....	31
3.	PROPUESTAS DE MEJORA.....	33
3.1.	Propuesta 1: cambios en el programa de producción	33
3.1.1.	Análisis técnico	33
3.1.1.1.	Características del proyecto	33
3.1.1.2.	Ingeniería del proyecto	34
3.1.1.3.	Cumplimiento de objetivos.....	36

3.1.2.	Análisis económico	37
3.2.	Propuesta 2: modificación de campanas de extracción.....	37
3.2.1.	Análisis técnico	37
3.2.1.1.	Características del proyecto	37
3.2.1.2.	Ingeniería del proyecto	38
3.2.1.3.	Cumplimiento de objetivos.....	40
3.2.2.	Análisis económico	41
3.2.2.1.	Inversión inicial	41
3.2.2.2.	Análisis VAN.....	42
3.3.	Propuesta 3: instalación de sistema de ventilación completo..	43
3.3.1.	Análisis técnico	43
3.3.1.1.	Principios del diseño.....	44
3.3.1.2.	Definición de parámetros del nuevo sistema de ventilación	44
3.3.1.3.	Definición de número de extractores y fuentes de aire	48
3.3.1.4.	Funcionamiento del sistema de ventilación.....	52
3.3.1.5.	Equipo para el nuevo sistema.....	53
3.3.2.	Cumplimiento de objetivos.....	55
3.3.3.	Análisis económico	56
3.3.3.1.	Inversión inicial	56
3.3.3.2.	Costos de mantenimiento	58
3.3.3.3.	Análisis VAN.....	59
3.4.	Comparación de las propuestas	61
3.4.1.	Conclusión	63

4.	IMPLEMENTACIÓN	65
4.1.	Proceso de instalación del sistema de ventilación.....	65
4.1.1.	Modificaciones a la estructura	66
4.1.2.	Montaje de equipo	67
4.1.3.	Prueba de funcionamiento	68
4.2.	Capacitación del personal	68
4.2.1.	Manejo del equipo	69
4.3.	Diagrama de Gantt	70
4.4.	Mantenimiento preventivo.....	71
4.4.1.	Frecuencia del mantenimiento preventivo	71
4.4.2.	Descripción de tareas	72
4.4.3.	Cronograma mensual de tareas	74
4.5.	Mantenimiento correctivo.....	74
5.	MEJORA CONTINUA.....	77
5.1.	Evaluación del rendimiento del equipo de ventilación	77
5.1.1.	Cambios en el área de proceso	77
5.1.1.1.	Lista de chequeo anual.....	77
5.1.2.	Historial de evaluaciones del equipo	78
5.2.	Control de registros para el equipo de purificación de vapores.....	79
5.2.1.	Historial de vapor purificado	80
5.2.2.	Análisis de captación de partículas.....	81
5.3.	Mantenimiento del equipo de purificación.....	83
5.3.1.	Historial de mantenimientos.....	83
5.4.	Procesos para el control de ambientes calurosos	84
5.4.1.	Norma ISO 7243:1989: ambientes calurosos	85
5.4.2.	Norma ISO 7933:1989: determinación analítica e interpretación del estrés térmico.....	86

5.5. Manejo adecuado de desperdicios	86
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXOS	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Logo de la empresa.....	2
2.	Organigrama planta especialidades	4
3.	Pollo entero	7
4.	Piezas de pollo	8
5.	Tumbler	10
6.	Distribución de planta.....	15
7.	Freidora industrial.....	16
8.	Horno lineal	18
9.	Túnel de congelado.....	19
10.	Banda transportadora.....	20
11.	Funcionamiento del ciclón colector de partículas	21
12.	Ciclón planta especialidades FRISA	21
13.	Comparación de temperaturas ambientes del área de cocinados	25
14.	Modelo de ventilación actual	31
15.	Diagrama causa y efecto del ambiente en planta	32
16.	Colocación actual de extractores	38
17.	Modificación de campanas de extracción de vapores	39
18.	Especificación de campanas de extracción.....	40
19.	Detalle del equipo y valor de instalación	41
20.	Plano exterior	47
21.	Instalación de extractores	51
22.	Funcionamiento de sistema de ventilación.....	52
23.	Extractor eólico	53

24.	Ventilador industrial axial	54
25.	Termostato digital	54
26.	Ventana entrada de aire	55
27.	Cartas de Ringelmann	80
28.	Porcentaje de opacidad por tarjeta de ringelmann.....	80

TABLAS

I.	Correlación entre rendimiento y aumento de temperatura.....	23
II.	Monitoreo de temperatura ambiental área de cocinados	24
III.	Valores límites admisibles de exposición al calor según el régimen de trabajo de acuerdo a la Norma ISO742 (1982)....	28
IV.	Incremento porcentual de temperatura ambiente	30
V.	Comparación temperaturas ambiente de los procesos.....	34
VI.	Esquema base para programación de producción.....	36
VII.	Flujo de efectivo propuesta 2.....	42
VIII.	Determinación del VAN y TIR propuesta 2	43
IX.	Velocidad promedio del aire en Villa Nueva	45
X.	Renovación del aire en número de veces / hora.....	46
XI.	Costo del equipo propuesta 3	57
XII.	Costo de instalación propuesta 3.....	58
XIII.	Costos variables propuesta 3	59
XIV.	Flujo de efectivo propuesta 3.....	60
XV.	Determinación del VAN y TIR propuesta 3	60
XVI.	Resumen análisis técnico y económico de las propuesta.....	62
XVII.	Cumplimiento de objetivos.....	63
XVIII.	Diagrama de Gantt de procedimientos	70
XIX.	Frecuencia de mantenimientos preventivos.....	71
XX.	Cronograma mensual de mantenimientos preventivos	74
XXI.	Mantenimiento correctivo	75

XXII.	<i>Check list</i> de los cambios en el área de cocinados	78
XXIII.	Historial de evaluaciones de equipo de ventilación	79
XXIV.	Historial de vapor purificado	81
XXV.	Control de captación de partículas	82
XXVI.	Análisis de partículas retenidas por ciclones.....	82
XXVII.	Historial de mantenimientos de ciclones	84

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
°C	Grado centígrado
°F	Grado Farenheit
Km / h	Kilómetro por hora
m	Metro
m³	Metro cúbico
m³ / h	Metro cúbico por hora
mm	Milímetro
"	Pulgada

GLOSARIO

Aire viciado	Es aquel aire que se mantiene dentro de un área, acumulando cualquier tipo de contaminación en el ambiente.
Amoníaco	Compuesto químico utilizado para generar temperaturas bajas en los equipos industriales de congelado.
Beneficio de pollo	Término utilizado para referirse a la matanza de pollo.
Caldera	Equipo utilizado en las industrias para generar vapor.
Catalogar	Clasificar a un objeto en una categoría específica.
Cocción	Proceso durante el cual el alimento es cocinado a vapor.
Entumecimiento	Falta de movilidad o flexibilidad de cualquier parte del cuerpo.
Fatiga	Cansancio que experimenta el cuerpo después de cualquier esfuerzo físico o mental.

Fuerza centrífuga	Es la producida por un cuerpo al dar vueltas sobre su eje central.
Industria	Es un conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar materias primas en productos que satisfagan las necesidades del consumidor.
Industria alimentaria	Rama de la industria encargada de procesar productos provenientes de la agricultura y la ganadería.
Inercia	Propiedad que tienen los cuerpos de mantenerse en estado de reposo o movimiento.
Inocuidad	Es la garantía de que los alimentos no causarán ningún daño al consumidor.
ISO	Organización internacional de normalización
Organigrama	Representación gráfica de la estructura de una empresa o institución.
Partículas	Término que se utiliza para designar a la mezcla de partículas sólidas y pequeñas gotas de líquidos.
Ploriferación de bacterias	Crecimiento desmedido de bacterias en un objeto.

Producto perecedero	Todo aquel producto que con el tiempo pierde la calidad e inocuidad del mismo.
Transpiración	Es el mecanismo que el cuerpo utiliza para mantener el cuerpo fresco y evitar el sobrecalentamiento del mismo.

RESUMEN

En el capítulo uno se da a conocer la planeación estratégica de Frigoríficos de Guatemala S.A., su misión, visión, valores y políticas, se describe el tipo de empresa y la estructura organizacional de planta. El perfil del recurso humano y las atribuciones de cada puesto jerárquico.

Por último detalla cada etapa del proceso de producción, las materias primas y los insumos que utiliza. Así como la responsabilidad que tiene la empresa con el cuidado del medio ambiente.

El análisis situacional corresponde al capítulo dos y en él se hace un análisis de la situación actual de la planta. Que incluye la infraestructura, la distribución, el equipo involucrado en los procesos y el recurso humano afectado.

Se da a conocer el sistema actual de ventilación y los equipos utilizados para la purificación de vapores que son emanados por el equipo industrial. Se analiza el proceso de deshielo de los equipos de congelado, para medir el consumo de agua que se utiliza para dicho proceso.

La propuesta de mejora se detalla en el capítulo tres y es allí donde se evidencia el trabajo de campo determinando los parámetros necesarios. Se lleva un control de las velocidades del viento y temperatura del mismo a diferentes horas del día. Con esto se puede definir dónde se aprovechará mejor el recurso natural para poder ventilar.

Asimismo, se dará conocer el tipo de ventilación seleccionado. El equipo óptimo para el nuevo sistema de ventilación. Y la inversión inicial que incluye el costo de adquisición del equipo y su mantenimiento.

El capítulo cuatro o de implementación describe el proceso de instalación. Que incluye las modificaciones a la infraestructura de la planta, el montaje del equipo y las pruebas de rendimiento del sistema.

Qué procesos de capacitación al personal se va a implementar haciendo énfasis en el manejo del equipo y el monitoreo para su correcto funcionamiento.

Por último todas las operaciones estarán plasmadas en un diagrama gantt de operaciones de instalación. Delimitando el tiempo de cada actividad a realizar para poder cumplir con el plan de implementación establecido.

Se crearán los planes de mantenimiento preventivo y la frecuencia con que estos se harán, además de un plan de mantenimiento correctivo. Describe cada tarea a realizar y el tiempo que debe tardar cada actividad. Esto para cumplir con el plan de mantenimiento establecido.

Adicionalmente se establece una evaluación del rendimiento del sistema de ventilación. Con el fin de evidenciar si en un futuro es necesario algún cambio o actualización del mismo.

En el capítulo cinco se plasma la mejora continua debido a que el sistema no cuenta con ningún tipo de registros que definan su correcto funcionamiento y tampoco se ha realizado ningún plan de mantenimiento. Analizando la situación se sugiere un plan de mantenimiento y registros de las evaluaciones continuas del equipo de ventilación.

Se sugiere un control más especializado, según normas ISO. Respecto al trabajo en ambientes calurosos. Con el fin de proteger la integridad del trabajador y evitar costos innecesarios.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de ventilación del área de cocinados de la empresa Frigoríficos de Guatemala, S.A.

Específicos

1. Evaluar el sistema de ventilación actual que consiste en un sistema localizado para los equipos de cocimiento. Así como un sistema de tratamiento de vapores.
2. Diagnosticar los efectos que se producen en el cuerpo al estar expuesto a temperaturas altas.
3. Establecer el sistema de ventilación adecuado para esta planta.
4. Establecer los costos de inversión del equipo necesario para el nuevo sistema de ventilación.
5. Proponer un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para el sistema de ventilación.
6. Establecer un plan de mejora continua para el sistema de purificación de vapores que consiste en registros y evaluaciones de los vapores emanados.

INTRODUCCIÓN

En planta especialidades de Frigoríficos de Guatemala S.A. se adquirió equipo de cocinado industrial de mayor capacidad, aumentando su producción de 1 000 a 2 100 libras por hora. Debido a la capacidad de los equipos, el calor que emana es mucho mayor al anterior. Provocando un aumento en la temperatura ambiente del 12,9 %.

Para controlar la extracción adecuada del aire viciado, se debe utilizar un sistema de ventilación que se ajuste a las necesidades del proceso y que no contamine el ambiente natural. Por lo tanto se propone un sistema de ventilación general forzado que consiste en instalar una serie de extractores eléctricos y eólicos, capaces de renovar el aire dentro de la planta.

Como primer punto se describe la estructura organizacional de Frigoríficos de Guatemala S.A. y el proceso productivo. Información básica que servirá para ver cuáles son las oportunidades de mejora.

Seguidamente se muestra la situación actual de la infraestructura y la distribución de planta, para definir las fuentes de contaminación del área. Además se analiza el sistema de ventilación actual, delimitando sus fallos y debilidades. Se da a conocer las debilidades del mismo y la manera en que afectan las altas temperaturas al personal de planta.

En base a la información recopilada, se presenta la propuesta del nuevo sistema de ventilación con la capacidad suficiente para renovar el aire y

mantener una temperatura promedio de 25 °C (77 °F) aceptable para que los trabajadores puedan desempeñar sus labores diarias sin ningún problema.

Se necesitará una inversión para la adquisición del equipo necesario, detallándose los costos de compra. Teniendo en cuenta la capacitación del personal que va a llevar a cabo el mantenimiento y las personas encargadas de operar el sistema de ventilación.

Para que el proyecto tenga un impacto positivo, es necesario darle el seguimiento continuo, a través de los controles y registros sugeridos dentro de este material.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Descripción de la empresa

Frigoríficos de Guatemala (FRISA), se dedica a la producción y venta de alimentos derivados del pollo. Proceso de producción que interviene desde la crianza de los animales hasta el beneficio y preparación del pollo según especificaciones del cliente.

La organización fue fundada a principios de 1972 cuando inicia la construcción de la Planta Modelo en el municipio de Villa Nueva. Fue nombrada como Planta Modelo debido a que fue la primera industria de producción en línea para el beneficio del pollo.

En 1996 fue fundada la planta de especialidades, con el objetivo de proporcionar al consumidor pollo saborizado. Colocándose como líder en el mercado nacional. Actualmente la planta de especialidades produce una gran variedad de productos que son reconocidos en el mercado nacional y salvadoreño, bajo el nombre de Pio-Lindo. Además de proveer de alimentos de primera calidad, a clientes de prestigio en el mercado de alimentos como: Pizza Hut, Kentucky Fried Chicken, Mc Donald's, Burger King, Wall Mart, Wendys, Price Smart, entre otros.

Figura 1. **Logo de la empresa**



Fuente: <https://www.facebook.com/piolindogt?fref=ts>. Consulta: agosto 2014.

1.1.1. Planeación estratégica

FRISA cuenta con una planeación estratégica, que define la proyección a futuro de lo que la organización quiere lograr. Estableciendo reglas, lineamientos y procesos que lleven al personal a lograr los objetivos marcados en un plazo determinado de tiempo.

1.1.1.1. Misión

“Proveemos alimentación nutritiva de calidad”¹.

1.1.1.2. Visión

“Crecer inteligentemente consolidarnos y diversificarnos”².

1.1.1.3. Política de calidad

“Trabajamos comprometidos con nuestro Sistema de Gestión de Calidad SQF-PAF, para asegurar la calidad, la inocuidad y la seguridad alimentaria de los productos y servicios que brindamos a nuestros clientes, proporcionando bienestar a nuestros colaboradores y operando responsablemente con el medio

¹ Manual de inducción Recursos Humanos Grupo PAF.

² Ibíd.

ambiente, la sociedad y su entorno, así como la seguridad biológica y el bienestar de los animales”³.

1.1.1.4. Valores

La organización cuenta con un código de valores aplicables a todo el personal sin ninguna excepción. Los que a continuación se definen:

- “Respeto: guardamos la más alta consideración a nuestros colaboradores, clientes, consumidores, proveedores, y legislaciones.
- Responsabilidad: respondemos por el impacto de las decisiones que adoptamos tanto individuales y como empresa.
- Agilidad: somos proactivos para enfrentar los retos en la empresa.
- Calidad: buscamos satisfacer las necesidades reales de nuestros clientes por medio de productos y servicios de excelencia.
- Accesibilidad: proveemos una política de puertas abiertas, que permite a nuestros colaboradores aportar ideas a todo nivel.
- Desarrollo humano: propiciamos un ambiente que ofrece oportunidades para los colaboradores y para la comunidad donde laboramos.”⁴

1.1.2. Estructura organizacional de planta

En Frigoríficos de Guatemala la estructura organizacional de planta especialidades está compuesta por tres niveles jerárquicos: jefatura de planta, supervisión nivel medio y personal operativo.

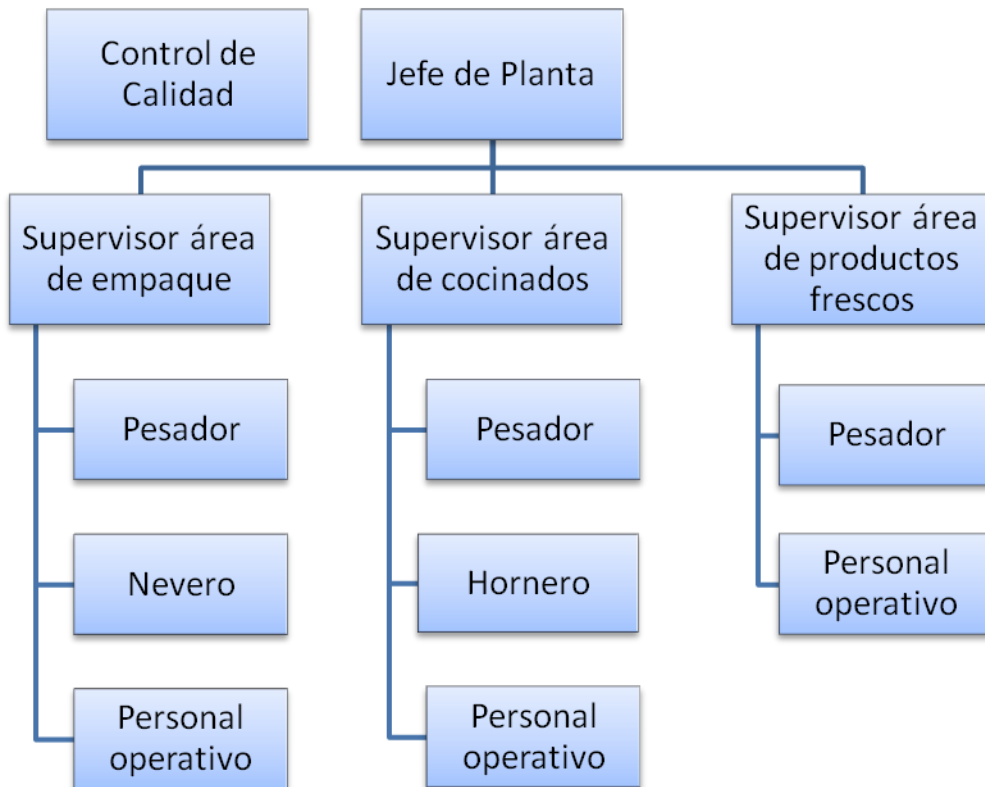
³ Manual de inducción Recursos Humanos Grupo PAF.

⁴ Ibíd.

1.1.2.1. Organigrama

A continuación se presenta de manera gráfica:

Figura 2. Organigrama planta especialidades



Fuente: Planta especialidades (FRISA).

1.1.2.2. Descripción de puestos

- Jefe de planta: es la persona encargada de velar por la planificación de producción semanal, y de establecer objetivos y metas a los supervisores de producción. Así mismo mide y evalúa el rendimiento del área de supervisión.

- Control de calidad: es el departamento encargado de asesorar y contribuir con la validación de los distintos procesos de producción. Para cumplir con las especificaciones demandadas por los clientes.
- Supervisores de producción: es la persona que se encarga de ejecutar y velar por el cumplimiento del programa de producción. Lleva los controles necesarios para mantener la inocuidad de los alimentos y evalúa el rendimiento del personal operativo.
- Pesador: es el encargado de llevar el control del peso de las materias primas utilizadas en el proceso productivo. Además hay personas que pesan el producto final que va a los clientes.
- Nevero: persona que realiza la labor de recibir todo el producto final en las neveras de congelado. Neveras que se utilizan para almacenaje y poder mantener el producto a una temperatura fría adecuada.
- Hornero: persona encargada de manejar el proceso de inyectado y cocinado de pollo en el horno de vapor.
- Operario: todas aquellas personas que realizan actividades manuales, como: empaque, transporte, estibado de tarimas, entre otros.

1.2. Clasificación de empresa

Según la finalidad de la empresa se puede clasificar en: privada y pública.

- Empresa privada: busca obtener un beneficio económico a través de la prestación de un servicio o venta de algún insumo.

- Empresa pública: tiene la finalidad de satisfacer una necesidad de origen social, sin buscar necesariamente un beneficio propio.

En Guatemala la otra clasificación que se maneja para catalogar a una empresa son:

- Empresas del sector primario: también conocidas como extractivas. Son las empresas dedicadas a la agricultura, ganadería, caza, pesca, extracción de áridos (arena, ripio, grava), petróleo, entre otros.
- Empresas del sector secundario: comúnmente conocidas como sector industrial. Son aquellas empresas que se dedican a transformar una materia prima a un producto final que satisfaga alguna necesidad popular. Por ejemplo los procesos de la madera, de alimentos preparados, de los textiles, entre otros.
- Empresas del sector terciario: son las empresas dedicadas a prestar un servicio. Su principal recurso es el capital humano. Algunos ejemplos son las que prestan servicios como transporte, telefonía, mudanzas, limpieza, entre otros.

1.2.1. Industria de alimentos

La industria alimentaria en Guatemala ha crecido considerablemente en los últimos años. Este sector industrial ha abierto puertas de comercio con otros países, dando la oportunidad de que haya un crecimiento económico en el país.

La industrial de alimentos está formada por seis subsectores: bebidas (20 %), conservas (20 %), panificación (15 %), confitería (10 %), lácteos (8 %)

y otros alimentos procesados (27 %). En conjunto, el sector genera alrededor de 15 mil empleos directos, de los cuales poco más de 3 000 son mujeres.

FRISA tiene un papel importante en el sector alimenticio guatemalteco. Debido a que es uno de los principales proveedores de pollo en todo el país. Siempre buscando mantener la seguridad alimentaria para todos, y con el objetivo de expandir sus horizontes a otros países.

1.2.2. Materias primas

En la industria de alimentos se utilizan insumos como: carnes de diferente tipo, saborizantes y colorantes. Estos a través de recetas permiten dar el sabor y apariencia adecuada a los productos cocinados.

1.2.2.1. Carnes

La materia prima utilizada para todo producto procesado en Frigoríficos de Guatemala proviene del pollo. Se utiliza pollos enteros y en piezas, según el requerimiento del cliente.

Figura 3. **Pollo entero**



Fuente: http://www.radiogourmet.es/_n36259_1670_pollo-guisado.html. Consulta: agosto de 2014.

Figura 4. **Piezas de pollo**



Fuente: http://www.natureduca.com/coc_carnes_aves02.php. Consulta: septiembre de 2014.

1.2.2.2. Condimentos de marinado

Para poder dar el sabor característico de cada producto, se utilizan diferentes condimentos. Comúnmente los condimentos más utilizados son:

- Sazonadores de carne
- Ajo
- Pimienta
- Chile en polvo
- Mostaza
- Salsa inglesa
- Sal y azúcar
- Conservantes

1.2.2.3. Aceites

Para el proceso de los diferentes productos, se utiliza aceite 100 % vegetal, derivado del maíz y girasol. Con esto se le da fritura y la textura crujiente a la carne de pollo.

1.3. Proceso de producción

El proceso de cocinado de pollo cuenta con cuatro etapas: etapa de marinado, fritura, cocimiento y congelado.

Para poder mantener la inocuidad de los alimentos se manejan 3 puntos críticos de control. Los puntos de control son: temperatura de cocimiento, de congelado y control de detección de metales en el empaque final.

1.3.1. Proceso de marinado

El pollo y las fórmulas de condimento ingresan a un equipo de marinado llamado *Tumbler*, que es un sistema al vacío que permite inyectar el condimento a la carne, mediante un movimiento giratorio, de una manera más eficiente.

Figura 5. **Tumbler**



Fuente: Planta especialidades FRISA.

1.3.2. Proceso de frituras

Para que el producto tenga la apariencia dorada y crujiente, es necesario que sea sumergido en aceite vegetal durante un tiempo aproximado de 1 minuto. En este proceso se utilizan freidoras a nivel industrial, que cuentan con un sistema de calderas para calentar el aceite a la temperatura adecuada.

1.3.3. Proceso de horneado

Hay varias formas de poder cocinar un producto. La más utilizada es por medio de cocción al vapor. En este tipo de sistemas se utilizan equipos de horneado lineal. El producto es transportado en una banda y es expuesto a temperaturas igual o mayores a 330 grados Centígrados de 6 a 15 minutos, dependiendo del grosor de la materia prima.

1.3.4. Proceso de congelado

En la industria de productos perecederos, es necesario controlar el tiempo durante el cual el producto pueda ser consumido. Para poder garantizar su calidad, es necesario que el producto sea congelado a una temperatura no mayor a 5 °C.

Los equipos utilizados en estos procesos, se les conocen comúnmente como túneles de congelado y funcionan a base de amoníaco. El producto ingresa a estos sistemas que mantienen una temperatura ambiente promedio de -37 °C. El producto está expuesto a esta temperatura de 45 a 1 hora, dependiendo del tamaño de la materia prima.

1.4. Responsabilidad ambiental

FRISA se ha mantenido al margen para el cuidado del ambiente. Tratando de que los procesos no impacten de manera negativa al ecosistema.

Algunas de las estrategias que la organización ha tomado son las siguientes:

- Utilizar equipos para el control de emanaciones de vapores contaminados al medio ambiente.
- Cambio de tecnología en calderas. Ya no se utilizan calderas que funcionaban con bunker, ahora existen calderas a base de viruta de madera.
- Reciclaje del cartón que la empresa antes desechaba, ahora se utiliza para combustión en calderas.

- Se realizan campañas de reforestación en granjas, que se hacen por departamentos.

2. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Análisis de infraestructura

La planta está clasificada como edificio de primera categoría. Dentro de esta categoría están los edificios con estructuras formadas por vigas y columnas rígidas de hierro armado y rellenos de hormigón. Los muros exteriores como interiores son de ladrillo o block, con acabados lisos y fáciles de limpiar. Sus techos y entrepisos pueden ser de losas de hormigón sobre vigas o columnas del mismo material.

Actualmente la estructura del departamento de cocina está conformada por marcos rígidos de concreto y sus paredes exteriores son de ladrillo con cernido liso. En el interior, las paredes tienen acabado de azulejo blanco para una mejor limpieza y presentación.

El área de cocina está compuesta por tres áreas: el área de elaboración de pastas, área de cocinados y área de marinado. Estas áreas cuentan con iluminación artificial, y están separadas por muros herméticos que aíslan la temperatura.

El techo tiene una cubierta de lámina galvanizada, con revestimiento para aislar la temperatura. Está clasificado como techo de dos aguas.

Debido al equipo industrial que se tiene, el piso es de concreto armado sin alisar de alta resistencia. Cada área de precaución está señalizada así como las rutas de evacuación.

Por la estructura y los acabados que tiene la construcción de la planta, el edificio entra en la clasificación de primera categoría.

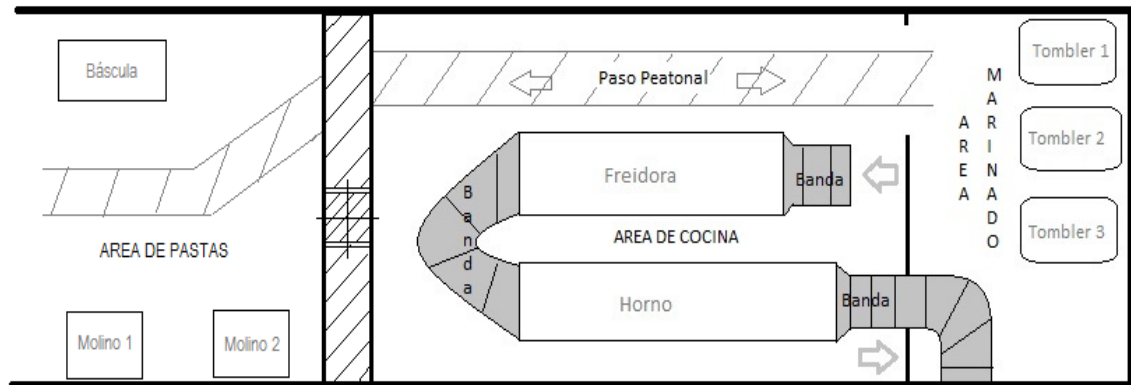
2.2. Distribución de planta

Dentro del área de cocinados se encuentran los equipos utilizados para el proceso de producción. Ambos equipos trabajan con presión a vapor y de manera lineal. En ésta área se encuentra un paso peatonal que conecta el área de marinado con el área de elaboración de pastas y báscula. Este paso sirve para movilizar la materia prima para el área de marinado y cocina.

Como se observa en el *layout* de planta (figura 6), las altas temperaturas de los equipos de cocina afectan el área de elaboración pastas y marinado.

Por la distribución de los equipos de cocina, los vapores emanados por estos equipos crean condiciones calurosas que ponen en riesgo la cadena de frío de las materias primas. Según reglamentaciones nacionales de la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) e internacionales como *Food Safety and Inspection Service* (FSIS). La cadena de frío consiste en mantener los alimentos a un rango de -2 a 4 °C, temperatura a la cual los microorganismos dañinos a la salud no logran reproducirse en las materias primas cárnicas.

Figura 6. **Distribución de planta**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

2.2.1. **Equipo involucrado en el proceso**

En el proceso de producción de Planta Especialidades de FRISA, se utiliza una freidora de tipo industrial, un horno industrial a vapor y un túnel de congelado.

2.2.1.1. **Freidora**

Equipo utilizado para dar la fritura al producto, es una fuente de calor y olor que contamina el ambiente de la planta. Es el equipo utilizado para la primera fase del proceso de producción.

Especificaciones:

- Marca y modelo: freidora *Koppens* BR6000/1000

- Material: está elaborada en acero inoxidable con paredes aislantes de temperatura.
- Medidas: tiene un ancho de 1.38 m x 8.22 m de largo.
- Energía eléctrica: 415 V – conexión trifásica – 50 Hz.
- Fuente de energía: funciona a base de tuberías de vapor que calientan el aceite a temperaturas desde 50 a 200 °C. La fuente de energía es una caldera que funciona a base de bunker, que mantiene una presión de 60 a 80 PSI de vapor.
- Medidas de banda de transporte: su funcionamiento es lineal, y transporta el producto en una banda de acero inoxidable. Con medidas de 1 metro de ancho x 8,0 metros de recorrido para freír.
- Volumen de aceite necesario: para un funcionamiento óptimo, necesita aproximadamente 1975 litros de aceite.
- Capacidad de producción: tiene una capacidad total de 1 500 lb/hora a velocidad máxima de la banda (tiempo de residencia del producto en el aceite es de 3 minutos).

Figura 7. Freidora industrial



Fuente: Planta especialidades.

2.2.1.2. Horno

Equipo utilizado para el cocimiento del producto, funciona a base de vapor. Es la segunda fuente de calor en el área de cocinados, y constituye la segunda etapa en el proceso de producción.

Especificaciones:

- Marca y modelo: horno *Stork* THS 630
- Material: está elaborado en acero inoxidable, con paredes aislantes y un elevador para modo de limpieza.
- Medidas: tiene un ancho de 1,6 m x 11,2 m de largo.
- Energía eléctrica: 400 V – conexión trifásica – 50/60 Hz.
- Fuente de energía: funciona a base de vapor que cocinan el producto a temperaturas de 150 – 200 °C. La fuente de energía es una caldera que funciona por combustión de madera, que mantiene una presión de 70 a 90 PSI de vapor.
- Medidas de banda de transporte: su funcionamiento es lineal y transporta el producto en una banda de acero inoxidable. Con medidas de 1,5 metro de ancho x 10,1 metros de recorrido de cocimiento.
- Capacidad de producción: tiene una capacidad de producción total de 1 800 lb/hora a velocidad máxima de la banda teniendo una residencia dentro del horno de 7 minutos.

Figura 8. Horno lineal



Fuente: Planta especialidades.

2.2.1.3. Túnel de congelado

Es utilizado para congelar el producto cocinado. Es la última etapa del proceso de producción. No es considerado un equipo que afecte las condiciones ambientales de la planta. Por lo que no será tomado en cuenta para el diseño del sistema de ventilación.

Especificaciones:

- Marca y modelo: túnel de congelado Frigoscandia Gyrocompact.
- Material: las paredes están compuestas por paneles de pvc reforzadas en su interior con esponja, capaces de mantener temperaturas bajas en el interior. En su interior es de acero inoxidable.
- Energía eléctrica: 400 V – conexión trifásica.
- Fuente de energía: funciona con refrigerante a base de NH₃ Amoníaco. Maneja temperaturas de congelado de -35 a -40 °C.

- Medidas de banda de transporte: su funcionamiento es espiral ascendente y transporta el producto en una banda de acero inoxidable. Con medidas de 0,70 metros de ancho x 520 metros de recorrido de congelado.
- Capacidad de producción: tiene una capacidad de cocinado total de 4 000 lb/hora.

Figura 9. **Túnel de congelado**



Fuente: Planta especialidades.

2.2.1.4. Bandas de transporte

Estas bandas son las encargadas de transportar el producto de un equipo a otro.

Especificaciones:

- Material: tiene un bastidor de chapa de acero inoxidable de 3mm.

- Banda transportadora: está elaborada con eslabones de plástico a base de polietileno de fácil limpieza. Material que evita la acumulación de bacterias que puedan afectar a los alimentos.
- Medidas: tiene un ancho de 1,5 m. Conformados por dos carriles de 0.75 m cada uno.
- Velocidad: puede ser regulable y maneja velocidades de 0,5 a 3 metros/min.

Figura 10. **Banda transportadora**



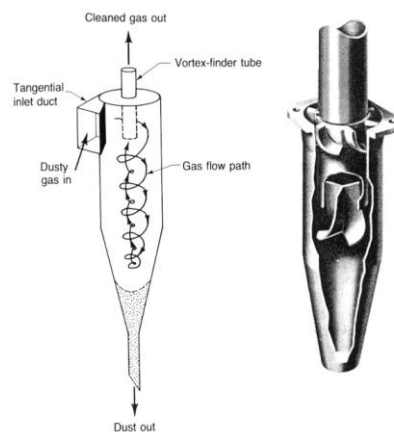
Fuente: Planta especialidades.

2.2.1.5. Equipo para controlar la contaminación ambiental

Actualmente únicamente existe un sistema de evacuación de vapores. Este consiste en dos chimeneas propias de la freidora que se encargan de expulsar el vapor a un sistema de captación inercial ciclón, encargado de controlar la contaminación que sale hacia el ambiente.

Los ciclones están formados por un recipiente cilíndrico vertical, en donde el vapor o gas ingresa y por medio de una fuerza centrífuga empuja toda partícula contaminante a las paredes del mismo, donde caerán a un depósito que se encuentra en la parte inferior del cuerpo.

Figura 11. **Funcionamiento del ciclón colector de partículas**



Fuente: http://solucionesindustrialesmetal.blogspot.com/2010_11_01_archive.html.

Consulta: septiembre de 2014.

Figura 12. **Ciclón planta especialidades FRISA**



Fuente: Planta especialidades.

2.3. Condición actual del ambiente laboral

En los siguientes subtítulos se detalla la condición actual del recurso humano dentro de la organización.

2.3.1. Agentes de contaminantes

Los agentes de contaminación involucrados en el proceso de producción son de tipo químico gaseosos, debido a que en su mayoría son vapores con grasa y olor ofensivo. Las fuentes de contaminación son las siguientes:

- Freidora y horno: por el vapor generado por los equipos.
- Materia prima y producto terminado: por el olor excesivo a los condimentos de los productos cocinados.
- Tuberías de vapor: por el calor emanado por las tuberías que conducen el vapor a los equipos de cocina.

2.3.2. Temperatura ambiente

Actualmente en el área de cocinados se mantiene con temperatura ambiente alta de 26 a 36 °C o 78,8 a 96,8 °F, (ver tabla II). El trabajar bajo calor intenso resulta incómodo y puede llegar a afectar la salud y rendimiento del personal operativo ver tabla I.

Según estudios del científico Grandjean, definió tres tipos de trastornos que sufre una persona al estar en ambientes calurosos según la tabla I.

Tabla I. **Correlación entre rendimiento y aumento de temperatura**

20 °C	Tª confortable	Capacidad rendimiento plena
25 °C	Malestar Irritabilidad Dificultad de concentración	Trastornos Psíquicos Reducción del rendimiento del 5 al 10%
	Disminución rendimiento intelectual	
30 °C	Aumento fallos en trabajo Dismu. rend. trabajos de destreza Mayor nº accidentes	Trastornos Psicofisiológicos Reducción del rendimiento del 10 al 20%
	Disminu. rend. trabajos pesados Perturbación metab. hidro-salino Sobrecarga sist. cardiovascular. Fuerte fatiga, riesgo de agotamiento	Trastornos Fisiológicos Reducción del rendimiento del 20 al 30%
35-40 °C	Limite de la máxima temperatura tolerable	

Fuente: http://www.ingenieroambiental.com/4012/LSI_Cap10.pdf. Consulta: octubre de 2015.

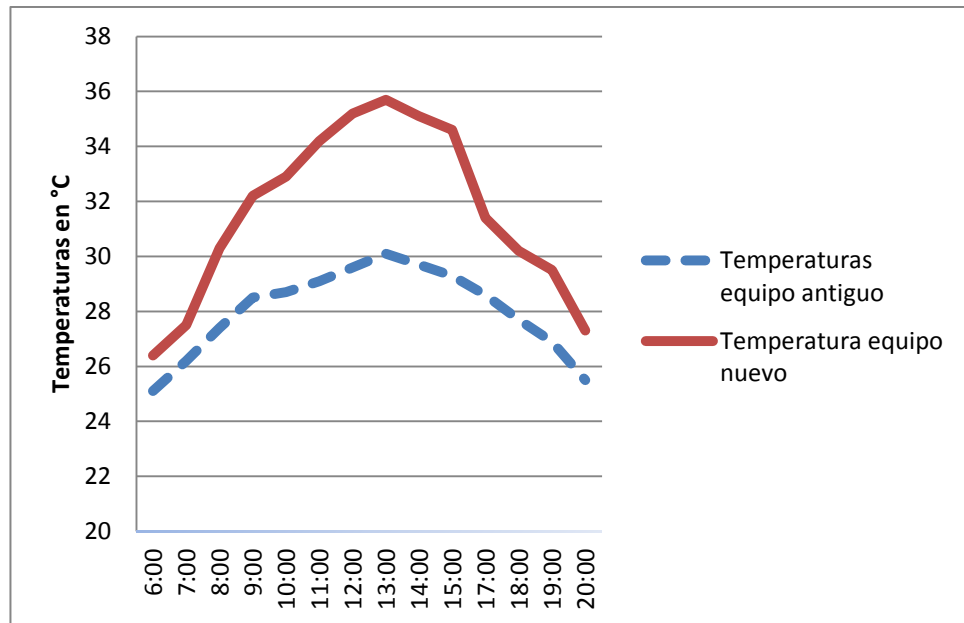
La temperatura interna de la planta va cambiando dependiendo de la hora del día. En la tabla I de monitoreo de temperatura, se define un rango de temperatura ambiente para la planta de 26 a 36 °C o 78,8 a 96,8 °F.

Tabla II. **Monitoreo de temperatura ambiental área de cocinados**

Hora	Temperatura °C	Ponderación	Media Ponderada
6:00	26,4	0,047	1,23
7:00	27,5	0,047	1,28
8:00	30,3	0,047	1,41
9:00	32,2	0,08	2,58
10:00	32,9	0,08	2,63
11:00	34,2	0,08	2,74
12:00	35,2	0,08	2,82
13:00	35,7	0,08	2,86
14:00	35,1	0,08	2,81
15:00	34,6	0,08	2,77
16:00	28,9	0,08	2,31
17:00	31,4	0,08	2,51
18:00	30,2	0,047	1,41
19:00	29,5	0,047	1,38
20:00	27,3	0,047	1,27
Media Aritmética	31,4	Media Pond	32,4

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Comparación de temperaturas ambientes del área de cocinados**



Fuente: elaboración propia.

- **Análisis**

Para tener un resultado más acertado al comportamiento de la temperatura. Se trabajará en base a la media ponderada de 32,4 °C (90,1 °F). Asignando una ponderación mayor, a las temperaturas que sobrepasan la media aritmética, debido a que son las que presentan el problema dentro de la planta.

Tomando en cuenta 32,4 °C (90,1 °F) como la temperatura promedio de la planta, se puede definir según la Tabla I del científico Grandjean, que el rendimiento del personal operativo se ve afectado en un rango del 20 al 30 %, y las causas pueden ser las siguientes:

- Trastornos psíquicos
 - Malestar
 - Irritabilidad
 - Dificultad de concentración
 - Disminución rendimiento intelectual

- Trastornos psicofisiológicos
 - Aumento en fallos de trabajo
 - Disminución rendimiento de trabajos de destreza
 - Mayor número de accidentes

2.3.3. Clasificación del trabajo en el área de cocinados

De acuerdo a la Norma ISO 7243 de 1982: ambientes calurosos. Se debe clasificar las actividades que realizan los trabajadores del área en estudio, en régimen de un porcentaje de tiempo trabajado y un porcentaje de tiempo de descanso.

Para los trabajadores sometidos a estudio en este proyecto, se establece de la siguiente manera:

- El turno tiene un total de 8 horas que van compuestas de la siguiente manera:
 - De 6:00 am – 10:45 am, tiempo de producción.
 - De 10:45 am – 11:15 am, tiempo de refacción y descanso.
 - De 11:15 am – 1:45 pm, tiempo de producción.
 - De 1:45 pm – 2 pm, receso por cierre de turno.
 - Dentro los tiempos de producción el personal toma recesos para rehidratarse y hacer uso de las instalaciones sanitarias. Se ha observado que regularmente toman dos recesos de 10 min. Dando un total de 20 min.

Según distribución del turno de producción, se tiene un total de tiempo efectivo de trabajo de 415 min (85 %), y un total de tiempo de receso de 65 min (15 %).

El trabajo que realiza el personal dentro del área de cocinados se clasifica como trabajo intenso, ya que son operaciones que requieren el uso de todo el cuerpo. Las tareas de un operador son las siguientes:

- Transporte de carga, movilizan la materia prima a diferentes estaciones de trabajo.
- Cargar maquinaria, abastecen de materia prima los equipos (freidora y horno). La canasta de materia prima, tiene un peso aproximado de 30 a 35 lbs.
- Cambios de producto, limpian y recogen desperdicios que salen de la producción en curso.

2.3.3.1. Definición de temperatura óptima

En base los límites admisibles de exposición al calor que dicta la Norma ISO742, podemos definir la temperatura ambiente óptima para el área de cocinados de FRISA.

Tabla III. **Valores límites admisibles de exposición al calor según el régimen de trabajo de acuerdo a la Norma ISO742 (1982)**

Valores en °C WBGT**			
Régimen de trabajo y de reposo	Carga de trabajo		
	Ligero	Moderado	Intenso
Trabajo Continuo	30.0°C	26.7°C	25.0°C
75% trabajo y 25% reposo por hora	30.6°C	28.0°C	25.9°C
50% trabajo y 50% reposo por hora	31.4°C	29.4°C	27.9°C
25% trabajo y 75% reposo por hora	32.2°C	31.1°C	30.0°C

Fuente: Norma ISO 7243 (1982).

- Análisis

Tomando en cuenta la Tabla III. El régimen de trabajo y reposo del área de cocinados 85 % trabajo y 15 % reposo está en la categoría de trabajo continuo. La carga de trabajo es de tipo intenso/moderado como se definió anteriormente en el apartado 2.4. Hecho el análisis anterior, se define la temperatura objetivo del nuevo diseño del sistema de ventilación del proyecto. El área de cocinados debe mantenerse a una de temperatura de 25 +/- 1 °C (77 +/- 33,8 °F) para que el personal se desempeñe en un ambiente de confort.

En la Norma UNE – EN ISO 15251: parámetros del ambiente interior a considerar en el diseño. Junto con el Real Decreto 486/1997 de Lugares de

trabajo en España. Establece que para los inmuebles donde se realicen trabajos moderados, es recomendable mantener una temperatura entre 14 y 25°C (entre 57 y 77 °F).

2.4. Planteamiento del problema

En el área de cocina de la planta, se instalaron nuevos equipos de cocimiento para aumentar la capacidad de producción. Estos equipos provocaron un aumento en la temperatura ambiente del área de cocinados, como se muestra en la tabla IV.

- Análisis

El área de cocinados sufrió un aumento del 14 % en la temperatura ambiente. Se concluye que el aumento promedio después de instalado la nueva maquinaria es de 3,2 °C (37,8 °F), con una tendencia a variar por debajo o por encima de esa temperatura en 1,6 °C (34,8 °F).

Tabla IV. **Incremento porcentual de temperatura ambiente**

Hora	Temperatura ambiental con equipo antiguo	Temperatura ambiental con equipo nuevo	Aumento de temperatura ambiente
	Temperatura °C	Temperatura °C	Temperatura °C
6:00	25,1	26,4	1,3
7:00	26,2	27,5	1,3
8:00	27,4	30,3	2,9
9:00	28,5	32,2	3,7
10:00	28,7	32,9	4,2
11:00	29,1	34,2	5,1
12:00	29,6	35,2	5,6
13:00	30,1	35,7	5,6
14:00	29,7	35,1	5,4
15:00	29,3	34,6	5,3
16:00	28,9	33,2	4,3
17:00	28,6	31,4	2,8
18:00	27,7	30,2	2,5
19:00	26,9	29,5	2,6
20:00	25,5	27,3	1,8
		Media Aritmética	3,2
Desviación estandar (S) =	1,6	Incremento Min =	1,6
		Incremento Max =	4,8

Fuente: elaboración propia.

2.4.1. **Modelo de ventilación actual**

Actualmente se maneja un sistema de ventilación localizado. Que consiste en 4 campanas de extracción de vapores, propias del equipo freidor y horno lineal. No existe algún dispositivo de renovación de aire en el área de productos cocinados, que se encargue de extraer el aire viciado que se

encuentra dentro de planta. Lo que ocasiona que la temperatura ambiente se mantenga un promedio de 32,4 °C (90,1°F).

Figura 14. **Modelo de ventilación actual**



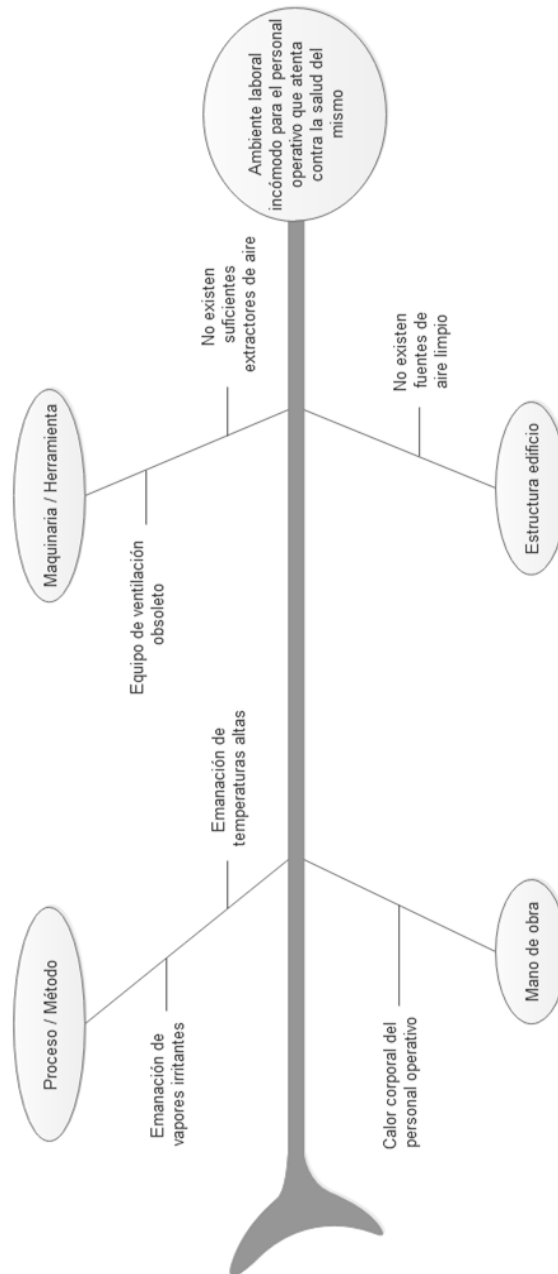
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

2.4.2. Problemas del sistema actual

Las fallas o debilidades del sistema actual de ventilación son los siguientes:

- Carece de una fuente de aire limpio que abastezca el área de producción.
- El ambiente se encuentra saturado de vapor mezclado con el olor de los condimentos de la materia prima, que afecta las vías respiratorias de los trabajadores del área. Esto debido a que no existe ningún equipo de ventilación capaz de expulsar el aire viciado del área de cocina.
- La temperatura ambiente no se controla, y se mantiene a un promedio de 32,4 °C o 90,1°F, (ver tabla II).

Figura 15. Diagrama causa y efecto del ambiente en planta



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

3. PROPUESTAS DE MEJORA

Las propuestas sometidas a análisis son las siguientes:

- Propuesta 1: cambios en el programa de producción
- Propuesta 2: modificación de campanas de extracción
- Propuesta 3: instalación de sistema de ventilación completo

3.1. Propuesta 1: cambios en el programa de producción

En los siguientes subtítulos se describirán los cambios realizados al programa de producción.

3.1.1. Análisis técnico

En este análisis se consideran las características, la ingeniería el cumplimiento de los objetivos y el análisis económico del proyecto.

3.1.1.1. Características del proyecto

Existen productos rostizados que en su proceso producción incluyen el uso de ambos equipos de cocimiento (freidor y horno a vapor), por lo que en estos procesos la emanación de vapor y temperatura es mayor.

Esta propuesta consiste en modificar el programa de producción, para que los productos rostizados, sean programados en horas del día en donde la temperatura del ambiente exterior no sea muy alta. Por ejemplo, durante las

primeras horas del día o en las última horas del turno (noche). Y los productos horneados sean programados durante el medio día, ya que este en este tipo de proceso la emanación de calor es menor.

3.1.1.2. Ingeniería del proyecto

La producción está dividida en dos tipos de proceso:

- Proceso de productos rostizados: proceso en el que se utiliza la freidora y el horno industrial.
- Proceso de productos horneados: proceso en el que se utiliza solamente el horno industrial.

Por esta razón la temperatura ambiente de la planta cambia según el producto que se esté procesando en la línea de producción. El comportamiento es el siguiente:

Tabla V. **Comparación temperaturas ambiente de los procesos**

Hora	Temperatura ambiente procesando productos rostizados °C	Temperatura ambiente procesando productos horneados °C	Diferencia de temperaturas °C
6:00	26,4	25,8	0,6
7:00	27,5	26,9	0,6
8:00	30,3	28,1	2,2
9:00	32,2	29,4	2,8
10:00	32,9	29,9	3
11:00	34,2	31,7	2,5
12:00	35,2	33,6	1,6
13:00	35,7	34,2	1,5
14:00	35,1	33,8	1,3
15:00	34,6	31,4	2,4

Continuación de la tabla V.

16:00	33,2	30,9	2,3
17:00	31,4	29,5	1,9
18:00	30,2	28,3	1,9
19:00	28,8	27	1,8
20:00	27,3	25,9	1,4
		Media Aritmética	1,68
Desviación estándar (S) 0,8	Incremento Min =		1,0 °C
	Incremento Max =		2,4 °C

Fuentes: elaboración propia.

La diferencia promedio de temperatura en los procesos de rostizado y horneado es de 2,4 °C o 36,32 °F durante el día. Con esto concluimos que hay una diferencia significativa en los diferentes procesos que afecta el aumento de la temperatura ambiente de la planta.

Analizando el comportamiento de la temperatura ambiente de la planta, se define un esquema para la programación de producción. La programación estará limitada en dos horarios: uno para productos rostizados y otro para productos horneados.

Tabla VI. **Esquema base para programación de producción**

Hora	Temperatura externa °C	Tipo de producto	Proceso
6:00	18	Productos rostizados	Proceso utiliza freidora y horno industrial, ambos emanan temperaturas altas y vapores
7:00	20		
8:00	21		
9:00	23		
10:00	25	Productos horneados	Proceso utiliza sólo horno industrial, reduciendo la emanación de temperaturas altas y vapor
11:00	25		
12:00	26		
13:00	27		
14:00	26		
15:00	23		
16:00	23		
17:00	21	Productos rostizados	Proceso utiliza freidora y horno industrial, ambos emanan temperaturas altas y vapores
18:00	20		
19:00	20		
20:00	19		

Fuentes: elaboración propia.

3.1.1.3. Cumplimiento de objetivos

Esta propuesta cumple con el objetivo de disminuir la temperatura ambiente dentro de la planta. Pero no habrá un sistema de ventilación que cumpla con el objetivo de expulsar el vapor emanado por los equipos y renovar el aire viciado de la planta.

Además de no cumplir con los objetivos anteriores, tiene las siguientes limitantes:

- No se permite una programación flexible.

- El tiempo para procesar productos rostizados es muy limitado, ya que estos productos representan el 75 % de la producción total de planta.
- El clima en Guatemala es muy cambiante, por lo que el esquema de planificación propuesto no siempre será efectivo.

3.1.2. Análisis económico

La propuesta no incurre en ninguna modificación de equipos ni de estructura, por lo que para su operación no conlleva ninguna inversión económica.

3.2. Propuesta 2: modificación de campanas de extracción

En los subtítulos a continuación se detalla la modificación de campanas de extracción.

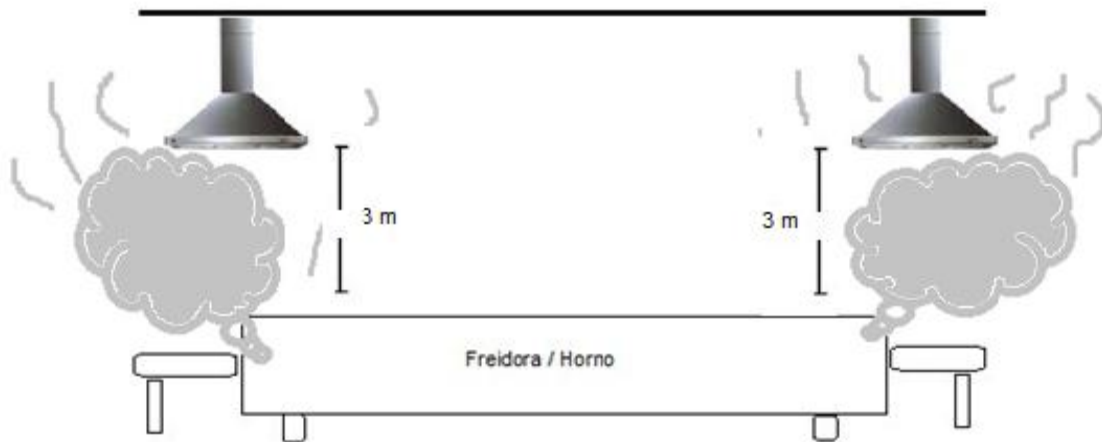
3.2.1. Análisis técnico

Se consideraron las características del proyecto, ingeniería, cumplimiento de objetivos y análisis económico.

3.2.1.1. Características del proyecto

Actualmente las campanas de extracción están a una altura aproximada de 3 metros sobre la freidora y horno industrial. Haciendo que su capacidad de captación sea menor, permitiendo que el área permanezca saturada con vapor y altas temperaturas.

Figura 16. **Colocación actual de extractores**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013

Debido a este problema, esta propuesta consiste en modificar las campanas de extracción localizadas de la freidora y horno industrial, para lograr una mejor captación de los vapores emanados por los equipos.

3.2.1.2. Ingeniería del proyecto

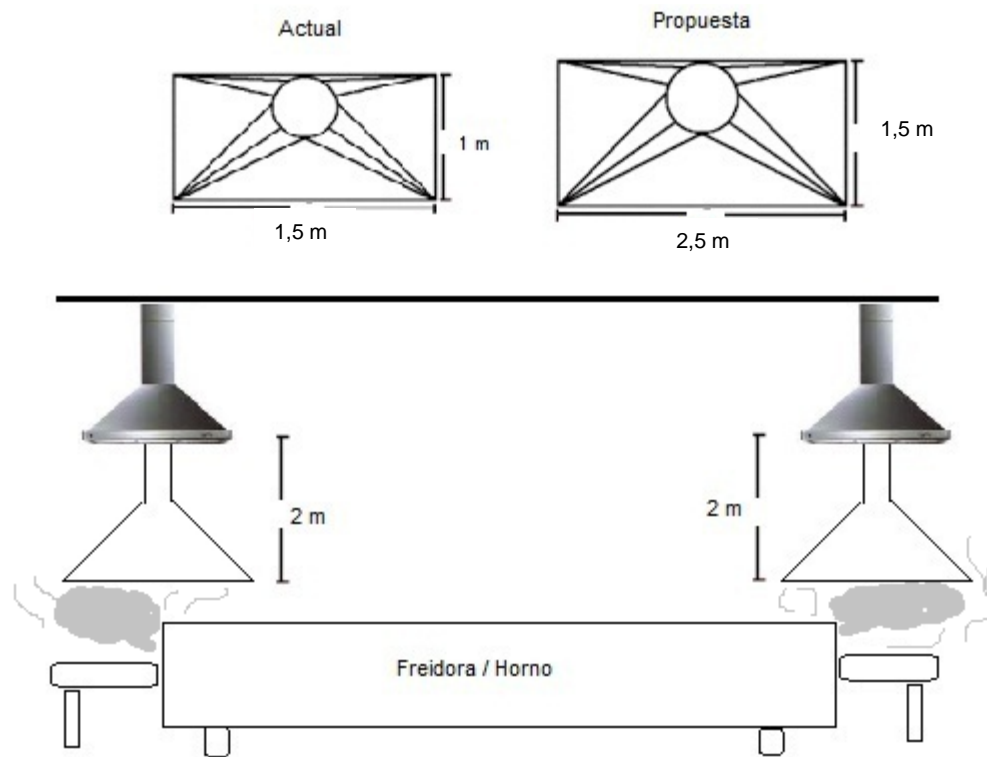
Según la Norma UNE 100165:2004: climatización, extracción de humos y ventilación de cocinas. El perímetro de la campana debe sobrepasar de 15 a 20 cm al bloque de cocción. Respecto a la altura, la norma recomienda una altura de 1,2 a 2 m sobre la fuente de vapor.

Siguiendo la norma, las modificaciones serán las siguientes:

- La campana aumentará en 0,5 m de ancho y de alto para lograr el límite que dicta la norma del tamaño sobre el bloque de cocción.

- Las campanas bajaran 2 m adicionales respecto del techo, quedando a 1m sobre la freidora y horno industrial.

Figura 17. **Modificación de campanas de extracción de vapores**




Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

El material a utilizar para la modificación de las campanas será una lámina galvanizada calibre 24. Con revestimiento térmico interior, capaz de aguantar temperaturas que sobrepasan los 220°C o 428 °F.

Las uniones de cada tramo del conducto, tendrán una capa de anticorrosivo, debido a la humedad de los vapores que serán transportados por este conducto.

Figura 18. **Especificación de campanas de extracción**

Especificaciones de las Campanas	
Tipo de material:	Lámina galvanizada calibre 24, con revestimiento térmico.
Diámetro:	40 centímetros de diámetro.
Color:	Plateado anticorrosivo.



Fuente: Talleres Pérez.

3.2.1.3. Cumplimiento de objetivos

Durante el proceso de producción de alimentos, existen fuentes de vapor y calor que son las siguientes:

- Equipo freidor y horno industrial.
- Los transportadores del producto cocinado, debido a que el producto emana vapor y olor durante su transporte.
- Las tuberías que transportan el vapor hacia los equipos de cocimiento con temperaturas que sobrepasan los 220 °C o 428 °F.

La modificación de las campanas de extracción consiste en una ventilación localizada, que se limita únicamente a extraer el vapor emanado por los equipos, lo que ayudará únicamente a disminuir los trastornos Fisiológicos de los trabajadores.

Haciendo referencia al análisis de la Tabla I, que describe la correlación entre rendimiento y aumento de temperatura. Se define que esta propuesta

únicamente podrá mitigar los trastornos fisiológicos que sufre el trabajador, que es el equivalente al 10 % de su rendimiento. Con esto se concluye que con esta propuesta el ritmo de producción puede obtener una mejora del 10 %

3.2.2. Análisis económico

El análisis económico se describe en los siguientes subtítulos.

3.2.2.1. Inversión inicial

Dentro de la inversión se encuentran el equipo y la instalación del mismo. El trabajo será realizado por el proveedor calificado por la empresa, quien se encargará de hacer la instalación del equipo.

Los costos de inversión se detallan de la siguiente manera:

Figura 19. **Detalle del equipo y valor de instalación**

Cantidad	Descripción	Total
1	Campana de 2,5 x 1,5 m.	
3,2	Metros de ducto de 40 cm de diámetro	
1	Sombrero invertido	
	Lámina galvanizada calibre 24	Q 8 990,00
	Precio Incluye instalación	

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior la inversión inicial asciende a un total de Q 17 980,00, tomando en cuenta los dos extractores con su tubería y el costo de instalación.

3.2.2.2. Análisis VAN

Tomando en cuenta que la inversión será absorbida por la empresa, se asignará una tasa de retorno de 6,5 % equivalente al PIB de Guatemala (4,1 %), más la tasa de inflación (2,4 %) ⁵, porque así su inversión será igual o mejor que el promedio para la economía actual del país.

- Inversión inicial: Q 17 890,00
- Tasa de retorno: 6,5 %

Tabla VII. Flujo de efectivo propuesta 2

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inversión	(17 890,00)	(2 981,67)	(2 981,67)	(2 981,67)	(2 981,67)	(2 981,67)	(2 981,67)
Ingresos por ventas		650 241,20	574 164,30	587 592,50	590 720,20	594 046,10	602 472,00
Egresos operativos		353 404,30	272 954,80	289 375,30	297 409,10	318 723,70	289 375,30
Egresos fijos		59 120,30	57 946,50	58 231,80	59 090,20	60 378,50	58 216,90
Total de Egresos		415 506,27	333 882,97	350 588,77	359 480,97	382 083,87	350 573,87
Flujo de Efectivo	(17 890,00)	234 734,93	240 281,33	237 003,73	231 239,23	211 962,23	251 898,13

*Cantidades en quetzales.

Fuente: elaboración propia.

⁵ Reporte de actividad económica, Banco de Guatemala.

Tabla VIII. **Determinación del VAN y TIR propuesta 2**

Meses	Flujos de caja
0	-17 890,00
1	234 734,93
2	240 281,33
3	237 003,73
4	231 239,23
5	211 962,23
6	251 898,13

VAN	610 567,98
VAN > 1	

TIR	1 314 %
------------	---------

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la tabla VIII. El valor actual neto (VAN) para la segunda propuesta es de Q 610 567,98 con una tasa interna de retorno del 1 314 % . Con esto concluimos, que debido a que el VAN > 1 propuesta es viable desde el punto de vista económico.

3.3. Propuesta 3: instalación de sistema de ventilación completo

Para la realización de la instalación del sistema de ventilación se realizó lo detallado en los siguientes subtítulos.

3.3.1. Análisis técnico

Se analizaron los principios de diseño, a la vez se definieron parámetros del nuevo sistema de ventilación, se definió la cantidad de extractores y esto se detalla en los siguientes subtítulos.

3.3.1.1. Principios del diseño

El nuevo sistema de ventilación, debe tener la capacidad de renovar el aire viciado dentro de la planta y de mantener una temperatura ambiente de 25+/- 1°C o 77 +/- 1 °F para mejorar el ambiente laboral del personal.

Para poder cumplir con las necesidades de planta, se plantea un sistema de ventilación general forzado. Este sistema también es conocido como ventilación por dilución. Consiste en la renovación de todo el aire que se encuentra en un área de trabajo, utilizando ventiladores eléctricos para forzar la salida del aire viciado.

Aplicando este tipo de ventilación se quiere lograr que la temperatura ambiente disminuya en un 24 % (ver tabla II), y que los olores provocados por el proceso de producción no se mantengan dentro del área de cocinados.

3.3.1.2. Definición de parámetros del nuevo sistema de ventilación

Los parámetros necesarios para diseñar el nuevo sistema de ventilación son los siguientes:

- Velocidad y temperatura promedio del aire:

Se tomaron muestras de lecturas de velocidad del aire en diferentes días y horas. En la siguiente tabla se muestra el promedio de las velocidades.

Tabla IX. **Velocidad promedio del aire en Villa Nueva**

Hora	Velocidad Km/h	Temperatura °C
6:00	11	18
7:00	15	20
8:00	15	21
9:00	15	23
10:00	19	25
11:00	15	25
12:00	19	26
13:00	11	27
14:00	26	26
15:00	26	23
16:00	15	23
17:00	7	21
18:00	11	20
19:00	3	20
20:00	7	19
21:00	8	19
22:00	10	19
Promedio	13,7	22,1

Fuente: <http://www.tutiempo.net/villa-nueva.html>. Consulta: noviembre de 2014.

El promedio de la temperatura de aire es de 22,1°C (71,8°F) a una velocidad de 13,7 km/h. Esto quiere decir que la fuente de aire limpio que tendrá el nuevo sistema de ventilación ayudará a disminuir la temperatura ambiente del interior de la planta.

- Número de renovaciones por hora:

El diseño de un sistema de ventilación es delimitado por el número de veces que cambia el volumen de aire por hora del edificio. En la norma “UNE –

EN 13779: Ventilación en edificios no residenciales”, regula la calidad del aire interior de edificios utilizados para comercios, bodegas, industrias, entre otros. Dentro de esta norma establece el número de renovaciones de aire por hora que debe de cumplir un sistema de ventilación en un determinado local.

Tabla X. **Renovación del aire en número de veces / hora**

Renovación del aire en locales habitados	Renovaciones/hora N
Cocinas domésticas (mejor instalar campana)	10 - 15
Teatros	10 - 12
Lavabos	13 - 15
Sala de juego (con fumadores)	15 - 18
Cines	10 - 15
Cafeterías y Comidas rápidas	15 - 18
Cocinas industriales (indispensable usar campana)	15 - 20
Lavanderías	20 - 30
Fundiciones (sin extracciones localizadas)	20 - 30
Tintorerías	20 - 30
Obradores de panaderías	25 - 35
Naves industriales con hornos y baños (sin campanas)	30 - 60
Talleres de pintura (mejor instalar campana)	40 - 60

Fuente: http://www.soler-palau.mx/pdf/ventilacion/sp_ventilacion_TOTAL.pdf.

Consulta: febrero de 2016.

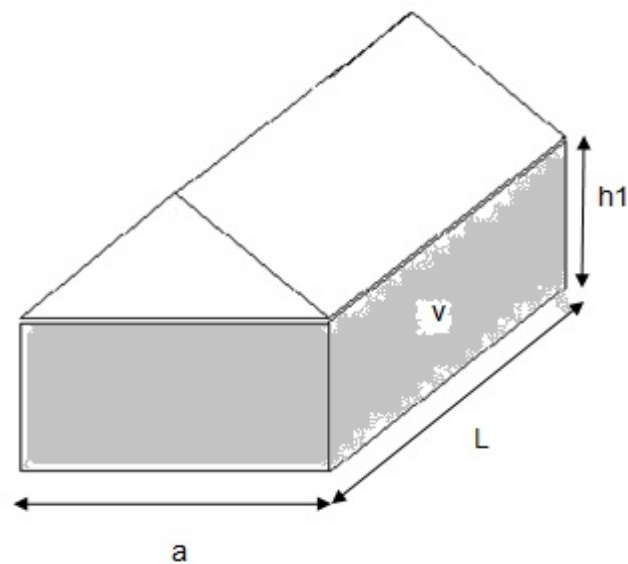
En la tabla V, se puede identificar el renglón de cocinas industriales. Dentro de esta clasificación se encuentra el área de cocinados de la planta, por

lo que se toma en cuenta un total de 20 renovaciones por hora para el diseño del nuevo sistema de ventilación.

- Volumen total a renovar:

En la siguiente imagen, se determina el volumen de aire a renovar. No se tomará en cuenta el volumen del techo de dos aguas, ya que la planta de tiene techo aislante. El volumen será el de un cubo.

Figura 20. **Plano exterior**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Volumen (V)

$$V = a * L * h1$$

Datos:

Ancho (a) = 11,88 m

Largo (L) = 17,26 m

Altura (h1) = 6,21 m

$V = 1\,273,35\text{ m}^3$

3.3.1.3. Definición de número de extractores y fuentes de aire

El nuevo sistema de ventilación propuesto es un general forzado, este sistema como anteriormente se mencionó, utiliza como base extractores eléctricos para renovar el aire viciado. Para definir el número de extractores y fuentes de aire necesarios se realizarán los siguientes cálculos:

- Caudal de aire necesario (Q)

Datos:

Volumen a evacuar (V) = 1273.35 m^3

Renovaciones / hora (Cocinas industriales) = 20

$$Q = V * \text{Núm. Renovaciones} / h$$

$Q = 1\,273,35 * 20$

$Q = 25\,467\text{ m}^3/h$

R/ El caudal de aire necesario para renovar el aire viciado es de $25\,647\text{ m}^3/h$.

- Área a cubrir por ventanas para entrada de aire (At)

Datos:

Debido a que el flujo de aire es perpendicular a la planta, se toma un coeficiente de entrada de la ventana de $(C) = 0,7$

Velocidad del viento $(V_{vi}) = 13,7 \text{ km/h} = 13,700 \text{ m/h}$

$$At = Q / (C * V_{vi})$$

$$At = 25\,467 / (0,6 * 13\,700)$$

$$At = 5,3 \text{ m}^2$$

R/ El área total que debe existir para ventanas es de $5,3 \text{ m}^2$.

- Número de ventanas

Debido a que la planta no tiene construcciones a los alrededores, las ventanas para entrada de aire se colocarán a los lados de la construcción.

Datos:

$$\text{Área a cubrir por ventanas} = 5,3 \text{ m}^2$$

$$\text{Área a cubrir por cada lado} = 5,3 \text{ m}^2 / 2 = 2,65 \text{ m}^2$$

Las ventanas tendrán un alto de $0,5 \text{ m}$, y el largo total de ventanas será de $5,3 \text{ m}$ para un total de $2,65 \text{ m}^2$. Con esto definimos el número total de ventanas por lado:

$$\text{Núm. de ventanas} = \text{largo lateral planta} / \text{largo de ventanas}$$

$$\text{Núm. de ventanas} = 17,26 / 5,3 = 3$$

Dimensiones:

$$\text{Alto de cada ventana} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Largo de cada ventana} = \frac{\text{largo total de ventanas}}{\text{Núm. de ventanas}}$$

$$\text{Largo de cada ventana} = 5,3 / 3 = 1,7 \text{ m}$$

R/ 3 ventanas de 0,5 m de alto x 1,7 m de largo a cada lado de la planta.

- Número de extractores

$$\text{Núm. de extractores} = \text{caudal aire (Q)} / \text{rendimiento extractor}$$

Se proponen 2 tipos de extractores. Los extractores eólicos y los ventiladores axiales de pared.

Los extractores eólicos de 30 pies, tienen un rendimiento de 51 m³/h. Y los ventiladores axiales de pared tienen un rendimiento de 6 000 m³/h.

Para efectos de este proyecto, se define el rendimiento de un extractor como 6 051 m³/h. En este dato se incluye un extractor eólico y un ventilador axial.

$$\text{Núm. de extractores} = Q / \text{rendimiento extractores}$$

Núm. de extractores = $25\,467 / 6\,051 = 3,85$

Núm de extractores = 4

R/ En total será necesario un total de 4 extractores eólicos y 4 ventiladores axiales.

- Distancia entre extractores (D):

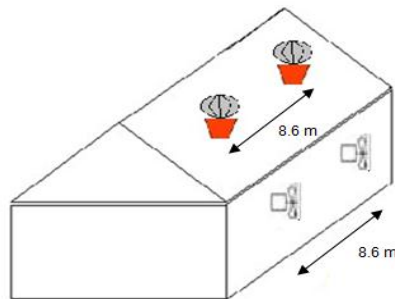
$$D = \text{largo total} / \text{Núm. de extractores}$$

$$D = 17,26\text{m} / 2 = 8,6\text{m}$$

R/ La distancia que debe de separación entre extractores es de 8,6 metros

Los extractores eólicos serán instalados dos en cada agua del techo. Y los ventiladores axiales de pared serán instalados dos a cada lado de la planta. Cada pareja de extractores tendrá una separación de 8,6 m a lo largo de la construcción.

Figura 21. **Instalación de extractores**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

3.3.1.4. Funcionamiento del sistema de ventilación

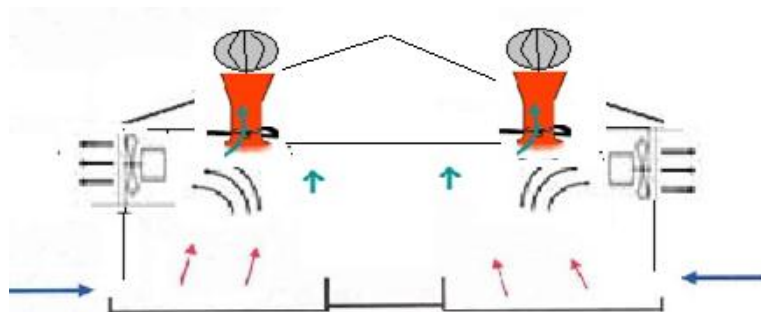
El sistema utilizará la extracción forzada a través de ventiladores que funcionan a base de electricidad. Serán colocados en la parte superior de la planta, en donde se encargarán de expulsar todo vapor y contaminación que exista dentro de las áreas de cocinado.

Adicionalmente se abrirán entradas de aire puro a una altura media, para poder impulsar el aire viciado hacia la parte superior de la planta. Con esto se logrará una mejor extracción del mismo.

La temperatura ambiente dentro del área varía según el producto que se esté procesando en la línea de producción y el clima exterior. Partiendo de esta condición, se plantea que el sistema se accione de manera automática. Se instalará un termostato ambiental, que servirá para accionar el sistema de ventiladores cuando la temperatura sobrepase los 25 °C o 77 °F.

La función de los extractores eólicos será extraer el aire viciado cuando la temperatura dentro de la planta sea menor a 25 °C. Con esto se garantiza que el aire sea renovado a cualquier temperatura ambiente del área.

Figura 22. **Funcionamiento de sistema de ventilación**




Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

3.3.1.5. Equipo para el nuevo sistema

- Extractores eólicos

Los extractores eólicos se encargarán de controlar la acumulación de vapor y calor en el techo de la planta. Se necesitará un total de cuatro extractores con las siguientes especificaciones:

Figura 23. **Extractor eólico**

Especificaciones extractor eólico de 30"		
Tipo de eje:	Ejes especiales hidráulicos	
Diámetro:	1 flanch de 48" x 48"	
Material:	Lámina galvanizada calibre 26	
Color:	Plateado	
Capacidad extracción:	51 metros cúbicos/hora	


Fuente: Talleres Pérez.

- Extractores eléctricos

Este tipo de extractores son ventiladores axiales de pared, que se encargaran de extraer forzosamente el aire viciado a temperaturas mayores de 25 °C (77 °F). Estos serán accionados automáticamente por medio de un termostato ambiental al sobrepasar la temperatura antes mencionada. Las especificaciones de este equipo son las siguientes:

Figura 24. **Ventilador industrial axial**

Ventilador axial	
Modelo:	Modelo C-59 / tipo extractor
Motor:	Motor trifásico de 3HP
Conexión eléctrica:	220/440 voltios
Velocidad máxima:	1725 RPM
Capacidad extracción:	Capacidad de 6000 metros cúbicos



Fuente: Talleres Pérez.

- Termostato ambiental

Dispositivo encargado de tomar la temperatura ambiental y hacer funcionar automáticamente los ventiladores axiales de pared. El termostato trabajará con un límite de 25 °C (77 °F) para accionar los ventiladores eléctricos.

Figura 25. **Termostato digital**



Fuente: <http://www.aliexpress.com/popular/electronic-thermostatic-valve.html>. Consulta: agosto de 2015.

- Fuentes de aire

El sistema de ventilación debe de poseer una fuente de aire renovado. Para esto es necesario abrir ventanas que ayuden a proporcionar oxígeno limpio el área de cocina. Estas ventanas contarán con protección para evitar la entrada de cualquier plaga a la planta.

Se requiere un total de seis ventanas con medidas de 0,5 m de alto x 1,7 m. Estas serán colocadas 3 a cada lado de la planta, permitiendo tener ventilado ambos lados de la misma.

Figura 26. **Ventana entrada de aire**



Fuente: http://www.electricosaragon2000.com/climatizacion_es.aspx. Consulta: octubre de 2015.

3.3.2. Cumplimiento de objetivos

El sistema utilizará la extracción forzada a través de ventiladores que funcionan a base de electricidad. Serán colocados en la parte superior de la

planta, que se encargarán cumplir con el objetivo de expulsar todo vapor y contaminación que exista dentro de las áreas de cocinado.

Adicionalmente se abrirán entradas de aire puro a una altura media, para poder impulsar el aire viciado hacia la parte superior de la planta. Con esto se logrará una mejor extracción del mismo.

La temperatura ambiente dentro del área varía según el producto que se esté procesando en la línea de producción y el clima exterior. Partiendo de esta condición, se plantea que el sistema se accione de manera automática. Se instalará un termostato ambiental, que servirá para accionar el sistema de ventiladores cuando la temperatura sobrepase los 25 °C (77 °F). Con esto se cumplirá con el objetivo de controlar la temperatura interna de la planta.

La función de los extractores eólicos será cumplir con el objetivo de extraer el aire viciado cuando la temperatura dentro de la planta sea menor a 25 °C (77 °F). Con esto se garantiza que el aire sea renovado a cualquier temperatura ambiente del área.

3.3.3. Análisis económico

En los siguientes subtítulos se describe el análisis económico realizado.

3.3.3.1. Inversión inicial

La inversión está compuesta por la adquisición e instalación del nuevo equipo para el sistema de ventilación propuesto.

Los costos se detallan de la siguiente manera:

Tabla XI. Costo del equipo propuesta 3

Cantidad	Descripción	Precio U	Total
4	Extractor eólico de 30" 2 cojinetes nuevos Ejes especiales 1 flanch de 48" x 48" Lamina galvanizada calibre 26 Pintados color plateado	Q 2 050,00	Q 8 200,00
4	Ventiladores axiales para pared modelo C-59 / tipo extractor Motor trifásico de 3HP 220/440 voltios 1725 RPM Capacidad de 1000 metros cubicos por hora	Q 38 300,00	Q 153 200,00
2	Termostato digital Marca Steren Rango de medición de 0 – 40°C Pantalla LCD de alta duración Exactitud de +/- 0.5° C	Q 160,00	Q 320,00
Total			Q 16 720,00

Fuente: elaboración propia.

La instalación de los extractores eléctricos y las modificaciones de planta, será realizada por el departamento de mantenimiento. Únicamente la instalación de los extractores eólicos será realizada por el proveedor de estos equipos, ya que el precio incluye la instalación de los mismos.

Para abrir las entradas de aire, existe personal de albañilería dentro del departamento de mantenimiento.

Tabla XII. **Costo de instalación propuesta 3**

Cantidad	Descripción	Precio U	Total
6	Mano de obra interna (personas)	Q 1 600,00	Q 9 600,00
5	Materiales de construcción (sacos cemento)	Q 80,00	Q 400,00
45	Tubería para cableado (metros)	Q 10,00	Q 450,00
60	Cableado (metros)	Q 5,00	Q 300,00
2	Impermeabilizante (cubeta)	Q 550,00	Q 1 100,00
	Materiales eléctricos (cajas, <i>switches</i>)		Q 2 500,00
Total			Q 14 350,00

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior la inversión inicial asciende a un total de Q 176 070,00 tomando en cuenta el costo e instalación del equipo, así como las modificaciones que se deben de hacer por las ventanas mencionadas anteriormente.

3.3.3.2. Costos de mantenimiento

De acuerdo al proveedor del equipo es necesario realizar mantenimiento a las diferentes piezas que conforman los equipos de ventilación.

Los costos de mantenimiento son los siguientes:

Tabla XIII. **Costos variables propuesta 3**

Componente	Operación	Costo anual
Fajas	Revisión del estado	Q 250,00
	Cambio	Q 360,00
Funcionamiento del sistema	Revisión de Termómetro	Q 240,00
	Medición de caudales de aire de los ventiladores	Q 250,00
	Revisión sistema Eléctrico	Q 150,00
Aspas	Limpieza	Q 450,00
Motor	Lubricación	Q 350,00
	Total	Q 2 050,00

Fuente: elaboración propia.

3.3.3.3. Análisis VAN

Tomando en cuenta que la inversión será absorbida por la empresa, se asignará una tasa de retorno de 6,5 % equivalente al PIB de Guatemala (4,1 %), más la tasa de inflación (2,4 %) ⁶, porque así su inversión será igual o mejor que el promedio para la economía actual del país. Debido a que la inversión es bastante baja en comparación con los ingresos obtenidos en la línea de producción, se tomará como base una duración de seis períodos solamente.

⁶ Reporte de actividad económica, Banco de Guatemala.

- Inversión inicial: Q 176 070,00
- Tasa de retorno: 6,5 %

Tabla XIV. **Flujo de efectivo propuesta 3**

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inversión	(176 070,00)	(29 345,00)	(29 345,00)	(29 345,00)	(29 345,00)	(29 345,00)	(29 345,00)
Ingresos por ventas		650 241,20	574 164,30	587 592,50	590 720,20	594 046,10	602 472,00
Egresos operativos		353 404,30	272 954,80	289 375,30	297 409,10	318 723,70	289 375,30
Egresos fijos		59 120,30	57 946,50	58 231,80	59 090,20	60 378,50	58 216,90
Total de Egresos		441 869,60	360 246,30	376 952,10	385 844,30	408 447,20	376 937,20
Flujo de Efectivo	(176 070,00)	208 371,60	213 918,00	210 640,40	204 875,90	185 598,90	225 534,80

* Cantidades en quetzales.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Determinación del VAN y TIR propuesta 3**

Meses	Flujos de caja
0	-176 070,00
1	208 371,60
2	213 918,00
3	210 640,40
4	204 875,90
5	185 598,90
6	225 534,80

VAN	831 851,88
VAN > 1	

TIR	118 %
------------	-------

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla VIII. El valor actual neto (VAN) para la segunda propuesta es de Q 831 851,88, y una tasa interna de retorno del 118 %. Con esto concluimos, que debido a que el VAN > 1 propuesta es viable desde el punto de vista económico.

3.4. Comparación de las propuestas

A continuación se presentan los resultados de la parte técnica y económica de cada propuesta:

Tabla XVI. **Resumen análisis técnico y económico de las propuesta**

	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Comparación técnica	* No requiere ninguna modificación de equipos.	* Incluye la modificación de las campanas de extracción actuales.	* Requiere la adquisición de equipo nuevo y modificaciones a la estructura de la planta.
	* Cumple con el objetivo de disminuir la temperatura interna de la planta.	* Cumple con el objetivo de extracción de vapores de los equipos de cocción.	* Este sistema nuevo de ventilación, cumple con los tres objetivos: permitirá la extracción de los vapores, la renovación del aire dentro de planta y controlará de una manera eficiente la temperatura interna.
	* No cumple con los objetivos de extracción de vapores y renovación del aire interno.	* No cumple con los objetivos de controlar la temperatura ambiente y la renovación del aire interno.	
Comparación económica	* Debido a que la propuesta consiste en una reestructuración del programa de producción, no incurre en ninguna inversión económica.	* Requiere una inversión de Q17 890,00 para las modificaciones del equipo actual.	* Requiere una inversión de Q176 070,00 para la adquisición e instalación del equipo. Además de un valor de mantenimiento de Q2 050,00
		* Para un período de tres meses, el VAN > 1.	* Para un período de tres meses, el VAN > 1.
		* Tiene una TIR del 1 314 % siendo mayor a la de la propuesta 3 con 118 %. Lo que nos dice que tiene un retorno más confiable.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Cumplimiento de objetivos**

CALIFICACIÓN DE PROPUESTAS			
Aspectos a Calificar	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Control de temperatura ambiente	√	√	√
Extracción de vapores		√	√
Renovación de aire viciado			√
Valor Actual Neto	√		√
TIR		√	
Puntuación total *	40	60	80

* Cada aspecto tiene una ponderación de 25, para un total de 100.

Fuente: elaboración propia.

3.4.1. Conclusión

Según el estudio económico la propuesta Núm. 3, requiere una inversión mayor, por la adquisición de equipo nuevo y su mantenimiento. A pesar de ser un desembolso grande, el retorno en el tiempo establecido es positivo, lo que la hace ser una buena opción desde el punto de vista económico.

Técnicamente, esta propuesta cumple con los objetivos del proyecto. Permitirá el control de la temperatura, la extracción de los vapores y la renovación del aire viciado.

Debido a los resultados de ambos análisis, la implementación de un nuevo sistema de ventilación es la indicada, ya que permitirá que la planta de

producción trabaje sin ninguna limitación y el personal operativo pueda realizar sus atribuciones sin afectar su salud.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Proceso de instalación del sistema de ventilación

Definido el tipo de ventilación, el diseño y el equipo necesario para el nuevo sistema de ventilación. Se procede a definir el procedimiento a seguir para la implementación del proyecto.

- Planificación:
 - Se debe decidir si el proyecto será realizado por una empresa subcontratada o por el departamento de mantenimiento. Se propone la opción del recurso humano propio de la empresa, para la reducción de costos del proyecto.
 - Se delegan cargos y funciones al personal destinado para el proyecto. Así como los recursos necesarios para llevar a cabo el trabajo designado.
 - Se definen fechas de inicio y entrega del proyecto, incluyendo las demoras por posibles problemas que surjan en el trayecto.
 - Se analiza la logística de la compra del equipo. Si es necesario alguna maquinaria especial para colocar los distintos equipos de ventilación.
 - Plan de seguridad industrial. Medidas de prevención de accidentes, equipos de protección y señalización.
 - Se redefine el mapeo de control de plagas por las modificaciones hechas a la planta.

- Ejecución:
 - Se llevan a cabo las modificaciones a la infraestructura.
 - Se instala las nuevas trampas y medidas de prevención de plagas.
 - Montaje del equipo para el nuevo sistema de ventilación.

- Puesta en marcha
 - Se hace un chequeo de la instalación del equipo.
 - Pruebas de funcionamiento y rendimiento del equipo.
 - Comparación de datos teóricos y reales.

- Documentación
 - Teniendo el sistema probado y garantizado, se procede a documentar los procesos de instalación y mantenimiento preventivo y correctivo.

4.1.1. Modificaciones a la estructura

Para poder hacer la instalación del equipo es necesario realizar modificaciones en las paredes y techo de la planta de la siguiente manera:

- Se abrirán los espacios para las entradas de aire. Las ventanas tendrán dimensiones de 0,9 m de alto por 1m de largo. Ya terminada las ventanas se procede a colocar las rejillas de protección, para evitar la entrada de cualquier tipo de plaga o basura a la planta.
- Se colocan las trampas según el mapeo realizado, para el control de plagas.
- Seguidamente se hará la instalación eléctrica. En esta etapa incluye: cableado, caja eléctrica, interruptores, instalación del termómetro ambiental.

- Continúan con los agujeros en el techo, para la instalación de los extractores eólicos. Se harán las mediciones según los cálculos realizados, para colocar el equipo en el lugar adecuado.
- Por último se abrirán los espacios en las paredes para colocar los ventiladores industriales, encargados de nivelar la temperatura interior de la planta.

4.1.2. Montaje de equipo

Ya preparados los espacios donde irán colocados los equipos, se procede al montaje e instalación de los mismos.

- Verificar medidas de seguridad para el personal de mantenimiento, equipo de protección y herramienta necesaria.
- Armado de bases para montaje de los extractores eólicos.
- Montaje de extractores.
- Montaje de campanas que van en el interior del techo. Para mayor captación de vapor.
- Sellado de espacios vacíos, donde puede haber entrada de aire, agua o polvo.
- Montaje de ventiladores eléctricos.
- Sellado de espacios vacíos.
- Realizar las conexiones eléctricas necesarias.

4.1.3. Prueba de funcionamiento

Instalado los extractores y los ventiladores, se hacen pruebas para poder medir si el funcionamiento de los equipo es el óptimo.

- Se revisa el cableado eléctrico para evitar cortos, o algún daño al equipo.
- Prueba para extractores: se deben realizar la prueba de extracción de vapores y olores con los equipos de cocinado a máxima potencia. Con esto se podrá verificar si tienen la capacidad suficiente para mantener el área libre de vapor.
- Prueba de ventiladores eléctricos: conjuntamente con la prueba de los extractores. Se hace la prueba con el equipo al 100 %, probando si el termómetro cumple con la función de arrancar los ventiladores al sobrepasar el límite superior de temperatura.
- Adicionalmente se verifican que los equipos estén instalados correctamente y que estén firmemente sujetos en sus bases.

Si se da alguna falla, se procederá a hacer el mantenimiento correctivo conveniente. Se irá probando el equipo hasta que los resultados sean satisfactorios.

4.2. Capacitación del personal

Para asegurar que el equipo funcione correctamente, es necesario que el personal de mantenimiento se capacite. Para evitar que el sistema falle en cualquier momento.

La capacitación va a ser efectiva, en la medida que el personal encargado de mantenimiento conozca a fondo la operabilidad del sistema de ventilación. Así como los componentes de cada equipo involucrado.

4.2.1. Manejo del equipo

Se entiende por manejo del equipo al conocimiento estructural y funcional de cada equipo del sistema.

Dentro de la capacitación de manejo de equipo, para el departamento de mantenimiento, se debe abarcar lo siguiente:

- Componentes de los equipos y su funcionamiento.
- Fallos más frecuentes.
- Mantenimientos preventivos y correctivos.
- Funcionamiento del sistema de ventilación en general.
- Documentación de los procesos de instalación.
- Uso de herramientas especiales.

Debido a que el personal operativo de producción tendrá contacto con el sistema de ventilación. Es importante incluir a dos representantes para que tengan conocimiento del funcionamiento del sistema de ventilación.

4.3. Diagrama de Gantt

Tabla XVIII. Diagrama de Gantt de procedimientos

Fases	Operaciones	Semana																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11											
Planificación	Definición de cargos y responsabilidades																						
	Definición de fecha inicio y entrega del proyecto																						
	Determinar el equipo y recursos a utilizar																						
	Plan de seguridad industrial y control de plagas																						
Modificaciones a la estructura	Hacer entradas de aire con sus rejillas																						
	Instalar dispositivos de control de plagas																						
	Colocar canales para cableado eléctrico de los equipos																						
	Contruir bases para los extractores eólicos del techo																						
	Hacer los agujeros y marcos en paredes para los Ventiladores industriales																						
Montaje de equipo	Verificar medidas de seguridad industrial																						
	Armado y montaje de extractores																						
	Montaje de campanas internas para los extractores																						
	Montaje de ventiladores en paredes																						
	Sellado de fugas de aire y agua																						
	Hacer conexiones eléctricas de los equipos																						
Arranque del sistema	Verificación del sistema eléctrico																						
	Arranque de extractores																						
	Arranque de ventiladores																						
	Prueba del sistema con los equipos de cocinado encendidos																						
Monitoreo y capacitación	Realizar planes de mantenimiento preventivo																						
	Capacitación del personal de mantenimiento																						
	Capacitación del personal de producción																						
Documentación																							
	Documentar los procesos de funcionamiento																						

Fuente: elaboración propia.

4.4. Mantenimiento preventivo

Se establece un plan de mantenimiento preventivo con el fin de mantener un buen rendimiento del equipo adquirido. Con esto se logra la conservación de las piezas que lo conforman.

4.4.1. Frecuencia del mantenimiento preventivo

La frecuencia del mantenimiento es variable, ya que las diferentes partes que componen el extractor tienen diferentes tipos de mantenimientos.

Tabla XIX. Frecuencia de mantenimientos preventivos

Componente	Operación	Frecuencia anual
Funcionamiento del sistema en general	Revisión de Termómetro	4
	Medición de caudales de aire	4
	Revisión cableado eléctrico	1
Fajas ventiladores	Revisión del estado	3
	Cambio	1
Aspas ventiladores	Limpieza	12
Motor ventiladores	Lubricación	semanal
	Chequeo eléctrico	2
Extractores eólicos	Lubricación	12
	Limpieza	12

Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Descripción de tareas

- Mantenimiento de fajas
 - Revisión del estado: se deberá chequear el estado físico de la faja tres veces al año. Para ver si presenta rajaduras, algún diente quebrado y si tiene la tensión adecuada.
 - Cambio de fajas: por motivos de seguridad del equipo, se realizará el cambio de fajas una vez al año. Puede existir la posibilidad de que la faja presente algún desperfecto y tenga que ser cambiada antes del tiempo estimado.

- Funcionamiento del sistema en general
 - Revisión de termómetro: se revisará el termómetro para saber si el sistema de ventiladores arranca al llegar al límite de temperatura. Esta prueba se realiza con vapor de un objeto caliente, se acerca al termómetro ambiental y se espera a que llegue a la temperatura límite.
 - Medición de caudales de aire: la medición se hará por medio de un anemómetro.
 - Revisión sistema eléctrico: se hará una revisión del cableado y conexiones eléctricas. Haciéndose cambios de cintas en empalmes debido al polvo y las altas temperaturas. De ser necesario, se cambiarán las tuberías que protegen al cableado.

- Mantenimiento de aspas
 - Limpieza: por ser una industria de alimentos, el vapor de los equipos de cocción tiene humedad grasosa. Por lo que es

necesario hacer una limpieza de aspas 3 veces al año para que trabajen eficientemente.

- **Mantenimiento de motor**
 - **Lubricación:** se debe realizar el engrase de cojinetes (dependiendo del estado) y engranajes. Si no existe una buena lubricación, el motor deja de funcionar y puede causar un daño al embobinado del mismo.
 - **Chequeo eléctrico:** debe hacer una revisión del sistema eléctrico del motor 2 veces al año. Principalmente del embobinado del mismo, para evitar que sufra un corto circuito. Si se encuentra en muy malas condiciones se enviará a un taller especializado para el cambio del embobinado.

- **Extractores eólicos**
 - **Lubricación:** consiste en lubricar los engranajes que sostienen la esfera rodante, para evitar el desgaste del metal.
 - **Limpieza:** se debe realizar una limpieza general, debido a que el vapor que se emana de la planta, contiene grasa. Lo que puede provocar una oxidación del metal más rápida.

4.4.3. Cronograma mensual de tareas

Para poder planificar de manera eficiente se plantea el siguiente cronograma anual de los distintos mantenimientos preventivos para los equipos de ventilación.

Tabla XX. Cronograma mensual de mantenimientos preventivos

Actividad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Observaciones
Chequeo físico de fajas	X			X				X					
Cambio de fajas						X							
Revisión de termómetro						X						X	
Medición caudales de aire						X						X	
Revisión sistema eléctrico						X							
Limpieza de aspas	X				X				X				
Lubricación de motor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Cambio de cojinetes	X				X				X				
Chequeo eléctrico motor					X				X				
Lubricación de extractores eólicos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Limpieza de extractores eólicos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Fuente: elaboración propia.

4.5. Mantenimiento correctivo

El equipo durante su funcionamiento diario, puede sufrir algún tipo de falla en los diferentes componentes del mismo. Para esto se desarrolla un plan de mantenimiento correctivo con los posibles fallos y partes que el equipo pueda necesitar.

Tabla XXI. **Mantenimiento correctivo**

Componente	Operación	Fallos
Funcionamiento del sistema en general	Cambio de Termómetro	El sistema de ventilación ya no arranca automáticamente.
	Cambio de cable eléctrico	Los cables provocan un corto circuito en el sistema
Fajas ventiladores	Cambio de Fajas	Ruptura de alguna faja, evitando que las aspas den vuelta
Aspas ventiladores	Cambio de aspas	Deterioro de las misma, disminuyen el caudal de aire expulsado.
Motor ventiladores	Cambio de cojinetes	El motor ya no hace girar las aspas del ventilador, o emana ruido excesivo.
	Embobinado del motor	El motor deja de funcionar.
Extractores eólicos	Cambio de hoja metálica	Extractor deja de dar vuelta, y no expulsa el aire viciado.

Fuente: elaboración propia.

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Evaluación del rendimiento del equipo de ventilación

Las necesidades de todo proceso productivo cambian constantemente. Por lo que es necesario realizar evaluaciones periódicas para analizar si el equipo de ventilación actual cubre las necesidades de los procesos.

5.1.1. Cambios en el área de proceso

Los cambios que se pueden dar dentro del área de procesos de cocinado, son los siguientes:

- Equipo freidor y horno nuevo con diferentes capacidades de producción: mientras mayor es la capacidad productiva, mayor es la temperatura emanada.
- Aumento de la cantidad de operadores dentro en ésta área: a mayor personal, mayor la necesidad de la renovación del aire.
- Remodelación de infraestructura: el sistema de ventilación depende directamente del área a cubrir.

5.1.1.1. Lista de chequeo anual

Para llevar un control de los cambios realizados en el área de cocinados. Se plantea un *check list* de todas las modificaciones que se hayan hecho en el área. La evaluación se plantea hacerla cada año.

Tabla XXII. **Check list de los cambios en el área de cocinados**

Evaluación de cambios en el área de cocinados						
No	Aspecto a evaluar	Si	No	¿Afecta temperatura ambiente?		Observaciones
				Si	No	
1	Mejora en el equipo freidor					
2	Mejora en el equipo de horno					
3	Equipo nuevo					
4	Ampliación del área					
5	Reducción del área					
6	Cambios en infraestructura					
7	Aumento en el número de operarios					
8	Cambio en el proceso de producción					

Fuente: elaboración propia.

5.1.2. Historial de evaluaciones del equipo

Es necesario que el equipo tenga un registro de todas las inspecciones y evaluaciones que se le hagan. Esto con el fin de saber los riesgos que corre el equipo de tener alguna falla, evitando reparaciones de alto costo.

Tabla XXIII. **Historial de evaluaciones de equipo de ventilación**

Historial de evaluaciones anual														
Núm .	Actividad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	# de veces en el año
1	Cambio de cojinetes													
2	Cambio de aspas													
3	Cambio de motor													
4	Medición de caudal													
5	Revisión de arrancadores													
6	Limpieza de aspas													
7	Lubricación de cojinetes													
8	Limpieza de filtros													

Fuente: elaboración propia.

5.2. **Control de registros para el equipo de purificación de vapores**

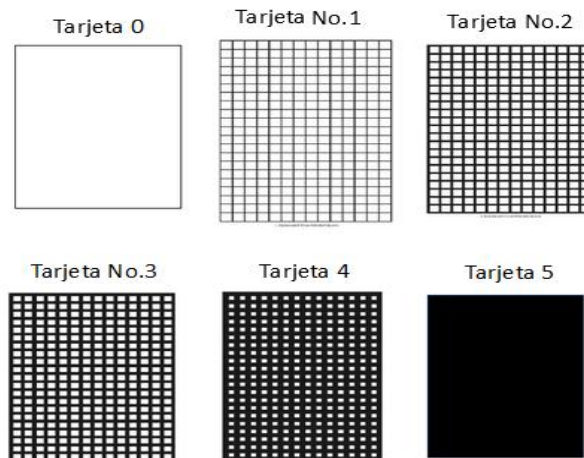
Es necesario realizar un control de las evaluaciones del funcionamiento del equipo de purificación de vapores. Esto con el fin de confirmar que el equipo funciona de manera correcta y que el ambiente no sea afectado por las emisiones del mismo.

Para fines de este proyecto se implementaran dos registros: un historial de vapor purificado y el análisis de captación de partículas.

5.2.1. Historial de vapor purificado

Para evaluar el vapor purificado se hará con las cartillas de la escala de Ringelmann. Con esto se define el grado de contaminación del vapor emanado del equipo, no afecte de manera negativa al medio ambiente.

Figura 27. **Cartas de Ringelmann**



Fuente: <http://myslide.es/documents/cartas-de-ringelmann.html>. Consulta: diciembre de 2014.

Figura 28. **Porcentaje de opacidad por tarjeta de ringelmann**

Número de Ringelmann	% Opacidad
0	0
1	20 %
2	40 %
3	60 %
4	80 %
5	100 %

Fuente: <http://myslide.es/documents/cartas-de-ringelmann.html>. Consulta: diciembre de 2014.

Las mediciones se harán a diferentes horas del día y una vez a la semana.
 Los registros quedarán plasmados en el siguiente historial:

Tabla XXIV. Historial de vapor purificado

Historial de opacidad de vapores								
Hora	Semana del __ al __		Semana del __ al __		Semana del __ al __		Semana del __ al __	
	Núm. de tarjeta	Porcentaje de opacidad	Porcentaje de tarjeta	Porcentaje opacidad	Núm. de tarjeta	Porcentaje opacidad	Núm. de tarjeta	Porcentaje opacidad
6:00								
8:00								
10:00								
12:00								
14:00								
16:00								

Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Análisis de captación de partículas

El funcionamiento del equipo de purificación de vapores, se mide por la cantidad de partículas sólidas que expulsa en un determinado tiempo. Para efectos de este proyecto, se hará un control del volumen de partículas retenidas.

Tabla XXV. **Control de captación de partículas**

Control mensual de captación de partículas Equipo: CICLÓN Mes: _____	
Fecha	Volumen (m3)
Semana del ____ al ____	
Semana del ____ al ____	
Semana del ____ al ____	
Semana del ____ al ____	
Semana del ____ al ____	

Fuente: elaboración propia.

Además, debido a que en la planta de FRISA se cuenta con un laboratorio. Se realizará un análisis de las muestras tomadas durante la semana. Para determinar qué tipo de contaminantes existen en los vapores, y las posibles fuentes de los mismos.

Tabla XXVI. **Análisis de partículas retenidas por ciclones**

Análisis de partículas retenidas por ciclones	
Fecha de la muestra :	
Volumen :	
Color:	
Densidad:	
Tipo de contaminante :	
Posible fuente :	

Observaciones: _____

Fuente: elaboración propia.

5.3. Mantenimiento del equipo de purificación

Como cualquier equipo es necesario realizarle mantenimiento preventivo y limpieza. Para evitar algún daño de costo mayor y que el equipo trabaje de manera eficiente.

Los ciclones son de fácil mantenimiento ya que su estructura no es compleja. Se compone únicamente de una tolva (cilindro) que es el encargado de la captación de partículas. Además de un cono metálico que transporta los residuos hacia la salida del ciclón.

Los pasos para el proceso de limpieza son los siguientes:

- Desmontaje del cilindro y cono interior.
- Limpieza de ceniza y residuos.
- Lavado de partes internas.
- Sanitización interior.
- Armado de piezas.

5.3.1. Historial de mantenimientos

Servirá para llevar el control de los mantenimientos preventivos y correctivos (reparaciones) realizadas a los ciclones.

Tabla XXVII. **Historial de mantenimientos de ciclones**

Historial de mantenimientos de ciclones					
No	Fecha	Trabajo realizado	Causa	Duración del mantenimiento	Persona que ejecutó
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Fuente: elaboración propia.

5.4. Procesos para el control de ambientes calurosos

Los ambientes térmicos deben ser estudiados de manera detenida, desde el punto de vista de la seguridad industrial. La emanación incontrolada de calor puede causar un efecto negativo en la salud de las personas, en su rendimiento y capacidad física-mental.

Debido a la importancia del caso, se crearon una serie de normas que presentan diferentes métodos de análisis. Para evaluar los ambientes térmicos caluroso en índices y así estimar el grado de estrés térmico en las personas.

Para efectos de este proyecto se lanza la propuestas de integrar los procedimientos de las siguientes Normas: ISO 7243:1989 & ISO 7933:1989. Ya que se adaptan al proceso de producción de la planta.

5.4.1. Norma ISO 7243:1989: ambientes calurosos

Proporciona un método que puede integrarse fácilmente en un ambiente industrial. Para la evaluación rápida del estrés térmico al cual está sujeta la persona en un ambiente caluroso.

Es necesario aclarar que no es aplicable cuando la persona está sometida a estrés térmico durante lapsos pequeños o cerca de un estado de comodidad. La evaluación se aplica cuando el individuo pasa durante una buena parte de su jornada bajo temperaturas altas.

Esta ISO ha sido aprobada como norma europea (EN 27243:1993) y actualmente existe su versión en español (UNE-EN 27243:1995).

Este método se desarrolla de la siguiente manera:

- Se miden las siguientes variables ambientales:
 - Temperatura del aire (t_a)
 - Temperatura de globo (t_g)
 - Temperatura húmeda natural (t_{nw})
 - Velocidad del aire (V_a)
 - Humedad relativa (RH)

- Simultáneamente se miden las variables fisiológicas de la persona:
 - Frecuencia cardíaca (HR)
 - Temperatura oral (t_{or})

- Se estima el aislamiento térmico de la ropa: midiendo la diferencia de calor que generaba el cuerpo al vestir diferentes tipos de ropa.

- Se realiza una comparación entre las variables fisiológicas de la persona en estado de comodidad y las variables en ambientes calurosos.

5.4.2. Norma ISO 7933:1989: determinación analítica e interpretación del estrés térmico

Determina un método para la evaluación e interpretación del estrés térmico experimentado por una persona en un ambiente caluroso.

Describe el método del cálculo del balance térmico, así como la tasa de sudoración que el cuerpo humano debería de producir para mantener el balance de la temperatura dentro del mismo.

Esta norma no es aplicable cuando se emplea ropa especial de protección hacia el calor. Debido a que para el cálculo de la tasa de sudoración requerida se requiere un método bastante complejo. Dicha norma anexa una propuesta de programa informático en lenguaje Basic, para facilitar su cálculo y su uso.

Ha sido aprobada como norma europea con modificaciones (EN 12515:1997) y existe una versión en español (UNE-EN 12515:1997).

5.5. Manejo adecuado de desperdicios

El manejo de desperdicios en una planta procesadora de alimentos es de vital importancia ya que si no existe un control del mismo, puede causar contaminación al medio ambiente.

La principal fuente de contaminación en este tipo de industrias se encuentra en las aguas residuales de los mataderos que incluyen heces, orina, sangre, plumas, pelo, residuos de carne, tripas, entre otras.

Para mejorar el manejo de desperdicios en planta FRISA, se hace una serie de sugerencias para llevar un mejor control de los desechos del proceso productivo. Estas son:

- Los canales que se encuentran dentro de planta deben de contar con una malla de captación de sólidos. Para evitar una contaminación sólida en las aguas servidas.
- Elaborar un plan de limpieza de los canales internos de la planta, para remover grasas y aceites. Ya que son posibles fuentes de contaminación cruzada.
- Contar con varios depósitos exclusivos para los desperdicios que provienen del pollo (hueso, carne, piel, entre otros) Apartado de los depósitos de basura común (bolsas, papel, cartón, entre otros).
- Dar trazabilidad a los proveedores que se encargan de recolectar este tipo de desechos, para corroborar que los desechos sean llevados a lugares pertinentes.

CONCLUSIONES

1. El sistema de ventilación actual de Frigoríficos de Guatemala, S.A., es localizado debido a que solamente tiene chimeneas individuales para los equipos de cocimiento, dejando el ambiente con temperaturas promedio de 32,4 °C (90 1 °F). No existe ningún tipo de extractor que se encargue de renovar el aire que se encuentra dentro de la planta.
2. Según el científico Grandjean, los trastornos que pueden afectar el rendimiento del personal operativo de planta debido a las altas temperaturas y la carga laboral son los siguientes: malestar, irritabilidad, dificultad de concentración, disminución rendimiento intelectual, aumento en fallos de trabajo, disminución rendimiento de trabajos de destreza, por lo tanto mayor número de accidentes.
3. El tipo de ventilación adecuado para las exigencias del proceso productivo, es un sistema general forzado. Utilizando extractores eléctricos para renovar el volumen de aire viciado que se encuentra dentro del área de cocinados. El nuevo diseño del sistema de ventilación del área de cocinados consta de cuatro extractores eólicos y cuatro ventiladores axiales de pared. Los ventiladores axiales se accionarán de forma automática según la temperatura ambiente dentro del área. Estas mejoras permitirán controlar el calor que los equipos emanan durante el proceso productivo.
4. Los costos de inversión para el nuevo sistema de ventilación se desglosan de la siguiente manera: Q161 720,00 en adquisición del

equipo y Q14 350,00 para la instalación del mismo. Dando un total de Q176 070,00.

5. Se propuso una serie de actividades que conforman el mantenimiento preventivo y correctivo para el equipo de ventilación. De forma general estas son: revisión de fajas, medición del caudal de aire extraído, revisión del sistema eléctrico, limpieza general de piezas y lubricación de motores.

6. Se establece como mejora continua, la evaluación de los vapores por medio de las cartillas de Ringelmann, La implementación de registros de los mantenimientos y fallas del equipo de purificación de vapores que actualmente posee la planta.

RECOMENDACIONES

1. Dar seguimiento al sistema de ventilación propuesto, ya que si el proceso de producción cambia. Puede que las necesidades de renovación de aire sean diferentes. Haciendo que el sistema de ventilación no sea funcional.
2. La temperatura interna de una persona, se ve influida directamente por la ropa que utiliza para laborar. La ropa impide la transferencia del calor entre el cuerpo y el ambiente. Por eso, en trabajos calurosos en los que la temperatura del aire está más baja que la de la piel, la ropa disminuye la capacidad del cuerpo de eliminar el calor al aire. Debido a las altas temperaturas a las que está expuesto un trabajador, se lanza la propuesta para hacer un estudio sobre el uniforme del personal. Para que sea diseñado para cada área dentro de la planta.
3. Realizar una reingeniería de los procesos de producción, para saber si los parámetros de temperatura de los equipos son los correctos. Existe una probabilidad de que los equipos estén calibrados con temperaturas mayores a las necesidades del proceso.
4. El trabajador debe de tomar entre 5 y 7 onzas cada 15 o 20 minutos para reponer el líquido en el cuerpo. No hay una temperatura óptima para el agua potable, pero la mayoría de las personas prefieren bebidas frescas. Cualquiera que sea la temperatura del agua, debe ser agradable y disponible al trabajador. Por lo que se recomienda, instalar

bebedores de agua en las áreas que predomina las temperaturas altas, para que el personal pueda rehidratarse cuando lo necesite.

BIBLIOGRAFÍA

1. III Seminario: *Mejoramiento para la Tolerancia a Factores Ambientales*. [en línea]. <[books.google.com.gt/books?id=gsPPc8fQyloC&pg=PA163&lpg=PA163&dq=factores+de+tolerancia+al+calor&source=bl&ots=U0OoVggj2n&sig=ixEn1G_GCWsbpcmbDyBJNjgR8&hl=es&sa=X&ei=W54IVLTKB_SMsQTyg4HACA&ved=0CFcQ6AEwCA#v=onepage&q=factores de tolerancia al calor&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=gsPPc8fQyloC&pg=PA163&lpg=PA163&dq=factores+de+tolerancia+al+calor&source=bl&ots=U0OoVggj2n&sig=ixEn1G_GCWsbpcmbDyBJNjgR8&hl=es&sa=X&ei=W54IVLTKB_SMsQTyg4HACA&ved=0CFcQ6AEwCA#v=onepage&q=factores+de+tolerancia+al+calor&f=false)>. [Consulta: 25 agosto 2014].
2. *Calor y Trabajo*. [en línea]. <<http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/AF2BD786-0A6D-4564-9076-BE42220B4843/225685/calorytrabajoprofesional.pdf>>. [Consulta: 17 de agosto de 2014.]
3. Enciclopedia DALY de la construcción. *Aire acondicionado y calefacción*. España: DALY, 2000. 2030 p.
4. GRIMALDI, Jhon., ROLLING Simonds. *La Seguridad Industrial su Administración*. México: editorial Alfaomega 1999. 350 p.
5. MENESES MENDOZA, Edgar Ivan. *Análisis y diseño para la propuesta de un sistema de ventilación adecuado para Fogel de Centroamérica*, Trabajo de Graduación de Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos, Guatemala. 2008. 198 p.

6. *Producción más limpia*. [en línea]. <<http://www.cgpl.org.gt/%C2%BFqu%C3%A9-es-la-producci%C3%B3n-m%C3%A1s-limpia>>. [Consulta: 28 agosto 2014].
7. *Propuestas de mejoras para el taller central de mantenimiento de planta de pellas*. [en línea]. <<http://www.monografias.com/trabajos94/propuestas-mejora-taller-central-mantenimiento/propuestasmejora-taller-central-mantenimiento.shtml>>. [Consulta: 17 agosto de 2014].
8. RAMÍREZ LÓPEZ, Mario Roberto. *Diseño de un sistema de iluminación y ventilación para una empresa de moldes plásticos, en el área de producción*. Trabajo de Graduación de Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos, Guatemala. 2007. 210 p.
9. SANCHEZ BARRIOS, Jazmín Esmeralda. *Programa de Seguridad e Higiene ocupacional en la planta de producción de la Empresa Alimentos del Corral, S.A.* Trabajo de Graduación de Ing. Agroindustrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos, Guatemala. 2010. 232 p.
10. *Tecnologías para el control de la contaminación atmosférica*. [en línea]. <<http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Atmosfera / TecnoDescontaminacionAire.htm>>. [Consulta: 1 septiembre 2014].
11. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 256 p.

ANEXOS

Anexo 1. Cotización ventiladores axiales



TeleFax: 2476-3201 ** 2476-2899 ** 2476-8579
 11 av. 27- 79 zona 12 Final Anillo Periferico
 VISITE NUESTRA NUEVA PAGINA WEB
WWW.TALLERESPerez.COM.GT

COTIZACION
6591

Guatemala:	LUNES 24 DE AGOSTO DE 2015	Tel	
Empresa:		Cel.	
Atención:	SR. CARLOS PANIAGUA	Fax	
Correo:	eduardopv14@gmail.com		
2	VENTILADORES AXIALES PARA PARED MODELO C-59 TIPO EXTRACTOR CAPACIDAD DE 6,000 METROS CÚBICOS POR HORA MOTOR TRIFÁSICO DE 3 HP 220/440 VOLTIOS 1725 RPM MOTOR MARCA LEESON LÁMINA ACERO INOXIDABLE		
1	VICERA DE 65" X 65" LLEVARÁ ELECTROMALLA DE 1/16 LÁMINA GALVANIZADA CALIBRE 22 PRECIO UNITARIO Q 38,300.00	Q	76,600.00
	NO INCLUYE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, NI MECÁNICA		

Fuente: Talleres Pérez.

Anexo 2. Cotización extractores eólicos



TeleFax: 2476-3201 ** 2476-2899 ** 2476-8579
 11 av. 27-79 zona 12 Final Anillo Periferico
 VISITE NUESTRA NUEVA PAGINA WEB
WWW.TALLERESPEREZ.COM.GT

COTIZACION

6592

Guatemala:	LUNES 24 DE AGOSTO DE 2015	Tel	
Empresa:		Cel.	
Atencion:	SR. CARLOS PANIAGUA	Fax	
Correo:	eduardopv14@gmail.com		
1	EXTRACTOR EÓLICO DE 30"		
2	COJINETES NUEVOS		
	EJES ESPECIALES		
1	FLANCH DE 48" X 48"		
	LÁMINA GALVANIZADA CALIBRE 26		
	PINTADOS DE COLOR PLATEADO		
	12 MESES DE GARANTÍA		
	INSTALADO	Q	2,050.00
	OBSERVACIONES: LOS EXTRACTORES DE 30" TIENE UN CAUDAL DE 51 m CÚBICOS X HORA.		

Fuente: Talleres Pérez.