



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

**DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO PARA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS
DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Inga. Marleny Elizabeth Blanco González

Asesorado por la MSc. Inga. Hilda Piedad Palma de Martini

Guatemala, julio de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO PARA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS
DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

INGA. MARLENY ELIZABETH BLANCO GONZÁLEZ
ASESORADO POR LA MSC. INGA. HILDA PIEDAD PALMA DE MARTINI

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

GUATEMALA, JULIO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADORA	Inga. Hilda Piedad Palma de Martini
EXAMINADORA	Lcda. Blanca Azucena Méndez Cerna
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 UNA PLANTA PILOTO PARA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 19 de noviembre de 2018.

Inga. Marleny Elizabeth Blanco González

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por sus bendiciones.

Mis padres

Por todo su esfuerzo y amor.

Mi esposo

Por su amor y apoyo en todo lo que me propongo.

Mi familia

En especial a mi hermana, por estar a mi lado.

AGRADECIMIENTOS A:

- MSc. Inga. Palma de Martini** Por sus valiosos conocimientos para asesorar este trabajo de graduación.
- Mis catedráticos** Por impartir sus conocimientos durante los cursos.
- Mis compañeros y amigos** Por lo compartido durante los cursos y en especial a María José Navarro, por su amistad que recordaré siempre.
- Juan Pablo Reyes** Por sus conocimientos y apoyo en este estudio.

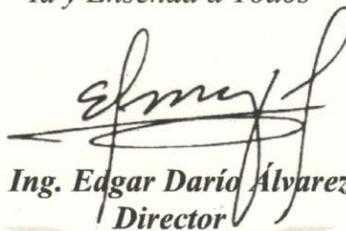
Guatemala, Junio de 2020

EEPMI-639-2020

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y verificar la aprobación del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado: **“DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO PARA APLICACIÓN DE TECNOLOGIAS DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”** presentado por la Ingeniera **Marleny Elizabeth Blanco González** quien se identifica con Carné **200516218**, correspondiente al programa de **Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de Alimentos**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Guatemala, Junio de 2020

EEPTI-638-2020

Como Coordinadora de la **Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de los Alimentos** doy el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO PARA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS, EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”** presentado por la Ingeniera **Marleny Elizabeth Blanco González** quien se identifica con Carné **200516281**.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma de Martini
Coordinadora de Maestría
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Guatemala, Junio de 2020

EEPFI-640-2020

En mi calidad como Asesora de la Ingeniera **Marleny Elizabeth Blanco González** quien se identifica con carné **200516281** procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO PARA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS , EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”** quien se encuentra en el programa de **Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de Alimentos** en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma de Martini
Asesora

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO	XVII
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES.....	1
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Tecnologías de alimentos	7
2.2 Líneas de procesamiento de alimentos.....	7
2.2.1 Tecnología de frutas y verduras	7
2.2.2 Tecnología de panificación y fermentación.....	11
2.2.3 Tecnología de productos cárnicos	13
2.2.3.1 Embutidos crudos.....	13
2.2.3.2 Embutidos escaldados	15
2.2.3.3 Embutidos curados.....	17
2.3 Planta piloto	18
2.3.1 Definición	18
2.3.2 Características de las líneas de la planta piloto.....	19
2.3.2.1 Equipos y utensilios.....	20
2.3.3 Distribución de equipos	20

2.4	Consideraciones para el diseño de la planta piloto	21
2.4.1	Diseño de instalaciones.....	21
2.4.1.1	Pisos	21
2.4.1.2	Paredes.....	22
2.4.1.3	Techos	22
2.4.1.4	Puertas	23
2.4.1.5	Iluminación.....	23
2.4.1.6	Sistema de extracción y ventilación	23
2.4.2	Consideraciones para mobiliarios y áreas de lavado y limpieza	24
2.4.2.1	Mobiliario.....	24
2.4.2.2	Lavado y limpieza	24
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	27
4.1	Diseño de una planta piloto para tecnologías de productos cárnicos, de panificación y de frutas y verduras	27
4.2	Establecer los equipos e instrumentos de medición necesarios en la planta piloto.....	28
4.3	Establecer la distribución del mobiliario, equipos y sistemas auxiliares	30
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
5.1	Diseño de una planta piloto para tecnologías de productos cárnicos, de panificación y de frutas y verduras	33
5.2	Establecer los equipos e instrumentos de medición necesarios en la planta piloto.....	33

5.3	Establecer la distribución del mobiliario, equipos y sistemas auxiliares.....	34
	CONCLUSIONES	37
	RECOMENDACIONES.....	39
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
	APÉNDICES	49
	ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Proceso general para elaboración de mermeladas	10
2.	Proceso general de fabricación de productos de panificación	12
3.	Proceso general de embutidos crudos	14
4.	Proceso general de embutidos escaldados.....	17

TABLAS

I.	Variables por cada objetivo específico.....	XVIII
II.	Variables, definiciones e indicadores	XVIII
III.	Equipos para planta piloto.....	28
IV.	Instrumentos de medición para la planta piloto	29

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperios
Hp	Caballo de fuerza (<i>horsepower</i>)
Cm	Centímetro
° C	Grado Celsius
G	Gramo
Hz	Hercio
Kg	Kilogramo
KW	Kilowatt
L	Litro
M	Metros
Mm	Milímetro
Rpm	Revoluciones por minuto
V	Voltio
W	Watts

GLOSARIO

Buenas prácticas de manufactura	Condiciones de infraestructura y procedimientos establecidos para todos los procesos de producción y control de alimentos, bebidas y productos afines, con el objetivo de garantizar la calidad e inocuidad de dichos productos según normas aceptadas internacionalmente (BPM).
Curado	Se refiere a la conservación y mejoramiento del sabor del producto por adición de sal, nitritos, azúcar y condimentos.
Escaldado	Tratamiento térmico moderado de los alimentos, previo a los métodos de conservación (enlatado, congelación y deshidratación), con el objetivo de inactivar las enzimas.
Fermentación	Proceso anaeróbico en el que las células de la levadura convierten el azúcar de la harina o azúcares añadidos en alcohol y dióxido de carbono.
Inocuidad	La garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.

Planta piloto	Proceso que consiste en partes específicas ensambladas que operan como un todo armónico con el propósito de reproducir, a escala, procesos productivos. En estos procesos intervienen fenómenos, simples o complejos, de interés para la ingeniería química, permitiendo el análisis de las interacciones presentes en operaciones.
Procesamiento de alimentos	Son las operaciones que se efectúan sobre la materia prima hasta el alimento terminado en cualquier etapa de producción.
Tecnologías de alimentos	El Institute of Food Technologists (IFT), por sus siglas en inglés, define la tecnología de alimentos como “la aplicación de la ciencia de los alimentos a la selección, conservación, procesamiento, envasado, distribución y uso de alimentos seguros. Los campos relacionados incluyen química analítica, biotecnología, ingeniería, nutrición, control de calidad y gestión de seguridad alimentaria”.

RESUMEN

En este trabajo de graduación se realizó el diseño de una planta piloto, la cual se utilizará en los cursos tecnológicos del programa de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Escuela de Estudios de Posgrado de Ingeniería, para la realización de las prácticas de dichos cursos. Se tiene contemplado que esta planta se ubicará en el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Los cursos tecnológicos comprenden las áreas de frutas y verduras, productos cárnicos y panificación. Una práctica que se podría realizar para el área de panificación es la elaboración de pan artesanal mediante una masa madre. En el caso de productos cárnicos, se realizaría la práctica de la elaboración de embutidos curados. Para el área de frutas y verduras, la elaboración de mermeladas y jaleas utilizando pectina. Para esto, se recopiló información de los equipos para los distintos procesos a realizar durante las prácticas para las tecnologías de productos cárnicos, panificación y de frutas y verduras. Luego se procedió a establecer los ambientes y áreas que llevaría el diseño de la planta piloto.

Debido que aún no se tiene el área establecida donde se ubicará la planta, se realizó una propuesta del área total de la planta piloto, así como el diseño de los sistemas auxiliares. Por lo que, al obtener la información de los ambientes, áreas y equipos, se procedió a la realización de los diseños de los planos de distribución, sistema eléctrico, hidráulico, de gas propano y aire acondicionado, lo cuales fueron realizados por un experto en ingeniería civil con conocimientos en ingeniería química.

Para el cumplimiento del objetivo se presentaron 8 planos que presentan el diseño de la planta piloto y los sistemas auxiliares, determinando que para las líneas de producción se requieren 16 equipos y 1 balanza, así como 4 instrumentos de medición por cada mesa de trabajo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Contexto general del problema

Actualmente no se cuenta con una planta piloto dentro del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para la aplicación de las tecnologías de alimentos para poder profundizar en la parte práctica de cursos aplicables a esta área, para la docencia demostrativa e investigación, y la cual podría funcionar como una entidad que genere fondos para la Facultad de Ingeniería.

- Descripción del problema

No se cuenta con una planta piloto donde se apliquen tecnologías de alimentos en el *campus* de la Universidad de San Carlos de Guatemala, lo cual limita la realización de prácticas en los cursos tecnológicos de la maestría, donde se aplique el procesamiento de alimentos para fomentar la investigación.

- Formulación del problema

La interrogante principal que se formuló es: ¿cuál es el diseño más apropiado de una planta piloto para la aplicación de tecnologías de alimentos?

Luego de analizar el problema, se generaron las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cuál es el diseño de una planta piloto para la aplicación de tecnologías de alimentos?
 - ¿Qué equipos e instrumentos de medición son necesarios en la planta piloto?
 - ¿Cuál es la distribución del mobiliario, equipos y sistemas auxiliares de la planta piloto?
-
- Delimitación del problema

El problema se delimitó al diseño de la planta piloto apropiada para la realización de las prácticas de los cursos tecnológicos del programa de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, de la Escuela de Estudios de Postgrado de Ingeniería, en el *campus* de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicada en la zona 12 de la ciudad capital, en el departamento de Guatemala, durante el transcurso de diciembre de 2018 a mayo de 2019, en la disciplina de diseño de instalaciones, tomando en cuenta los aspectos del diseño sanitario de plantas alimenticias.

OBJETIVOS

General

Realizar el diseño de una planta piloto para la ejecución de tecnologías de alimentos, en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Específicos

- Elaborar el diseño de una planta piloto para tecnologías de productos cárnicos, de panificación y de frutas y verduras.
- Establecer los equipos e instrumentos de medición necesarios en la planta piloto.
- Establecer la distribución del mobiliario, equipos y sistemas auxiliares en la planta piloto.

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

- Diseño: no experimental.

- Tipo de estudio: cualitativo y descriptivo.
 - Cualitativo: el estudio se realizó con la recolección de información y el análisis de datos por medio de entrevistas, búsqueda de información de equipos adecuados para las etapas de cada línea de producción para obtener el diseño de la planta piloto. “El enfoque se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados ni predeterminados completamente”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.9).

 - Descriptivo: con este estudio se buscó caracterizar propiedades de equipos e instrumentos para analizar la información y obtener el diseño de la planta piloto. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

- Alcance: este estudio inició con el diseño de la planta piloto y llegó hasta la distribución del mobiliario, equipo y sistemas auxiliares en los ambientes establecidos.

- Variables

Tabla I **Variables por cada objetivo específico**

No.	Nombre de la variable
1	Diseño de la planta piloto
2	Especificaciones de equipos e instrumentos de medición
3	Distribución del mobiliario, equipo y sistemas auxiliares

Fuente: elaboración propia.

- Operacionalización de variables

Tabla II **Variables, definiciones e indicadores**

Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Diseño de la planta piloto	Ordenación de espacios necesarios para movimiento de material, almacenamiento, equipos o líneas de producción.	Distribución de las áreas de la planta piloto.	Líneas de producción y ambientes de la planta piloto

Continuación de la tabla II.

Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Especificaciones de equipos e instrumentos de medición.	Es una lista de características, identificando medidas físicas, funcionalidades y cualidades que debe cumplir el equipo o instrumento de medición.	Son las características que deben cumplir el equipo o instrumento de medición para el uso requerido.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de material. • Dimensiones de equipos. • Características técnicas.
Distribución del mobiliario, equipo y sistemas auxiliares	Es la disposición de máquinas, equipos y sistemas auxiliares dentro de la planta piloto.	Es el plano donde se observa la disposición en los ambientes, equipos y mobiliarios y sistemas auxiliares que abastecen la planta.	<ul style="list-style-type: none"> • Área necesaria. • Sistemas auxiliares: agua potable, aguas negras, gas propano, instalación eléctrica, iluminación y aire acondicionado

Fuente: elaboración propia.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la línea de investigación de diseño de instalaciones, tomando en cuenta los aspectos del diseño sanitario de plantas alimenticias, de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, de la Escuela de Estudios de Postgrado de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, observando la importancia de la aplicación de los conceptos teóricos aprendidos en la misma y para su aplicación en los cursos tecnológicos, surge la necesidad del diseño de una planta piloto.

A través del presente estudio se establece una propuesta del diseño de una planta piloto, así como de los equipos e instrumentos de medición y sistemas auxiliares para su funcionamiento.

En el capítulo I, en que se abordan los antecedentes, se presenta la revisión de investigaciones previas que están relacionadas a este estudio. En el capítulo II se observa el marco teórico, con las definiciones y bases necesarias para el desarrollo de la investigación. En el capítulo III, el desarrollo de la investigación, se describen las fases por medio de las cuales se obtuvieron los datos para llegar a los resultados para cada objetivo específico planteado.

En el capítulo IV se muestran los resultados obtenidos. Se presenta el diseño de la planta piloto, donde se describen las áreas y ambientes que se proponen para su funcionamiento. También se establecen los equipos e instrumentos de medición de que dispondrá el área de proceso. Por último, se enumeran los planos de la distribución del mobiliario, equipo y sistemas auxiliares para la planta piloto. Los planos fueron desarrollados con la

colaboración de un experto en ingeniería civil con estudios de ingeniería química. En la discusión de resultados se justifican los resultados presentados.

Se concluye que la planta piloto presenta un diseño básico para su funcionamiento, siendo un diseño sin divisiones en su área de proceso, para poder reacomodar equipos y mobiliario de acuerdo a las necesidades que surjan.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

Como referencia al tema del trabajo de investigación se realizó una revisión de estudios e investigaciones previas relacionadas:

Reyna (2011) en su tesis *Diseño de un laboratorio fisicoquímico microbiológico para control de calidad en una industria de productos lácteos*, tuvo como objetivo general el diseño de un laboratorio para ensayos de productos lácteos. Para su realización identificó el diagrama de flujo del proceso, lo cual muestra la importancia de conocer las etapas en las que se lleva a cabo el procesamiento de un alimento. Luego seleccionó el equipo e instrumentos necesarios, siendo esto muy importante para realizar ensayos confiables y, en el caso de un proceso de producción, para obtener productos inocuos. También propuso la distribución del mobiliario, equipo y sistemas auxiliares necesarios para el funcionamiento del laboratorio. Esto aporta al trabajo de investigación la importancia de colocar cada equipo y mobiliario donde el flujo de materiales y del proceso sea más eficiente, siguiendo la línea de inocuidad desde materias primas hasta obtener el producto terminado.

En el trabajo de graduación *Diseño de una planta piloto para la industrialización de Stevia en la Comunidad Cueva de los Monos, Cantón Sacha, Provincia de Orellana*, Razo (2011) establece las consideraciones generales que debe cumplir el equipo y el conocimiento del proceso para establecer el equipo adecuado para cada etapa. La importancia de este trabajo de investigación radica en conocer los equipos e instrumentos necesarios para llevar a cabo de manera adecuada el procesamiento de alimentos, así como la

determinación de las características que deben cumplir los sistemas auxiliares para abastecer al proceso.

García (2013) en su tesis *Diseño sanitario de la planta procesadora de alimentos del Centro de Biosistemas bajo Condiciones Protegidas (CIBCOP) de la FIUAQ conforme los requisitos de las Normas Oficiales Mexicanas*, planteó como objetivo general la elaboración del diseño sanitario con las condiciones necesarias y suficientes para producir alimentos con calidad. Para la distribución del proyecto, como primer punto elaboró un diagnóstico actual para analizar la viabilidad del proyecto y, como segundo punto, planteó las mejoras y normas que se deben cumplir en el diseño. En este estudio muestra la importancia de realizar un diseño sanitario de una línea para la elaboración de alimentos, ya que se pueden eliminar o reducir riesgos de contaminación, originándose estos criterios de inocuidad alimenticia en las Buenas Prácticas de Manufactura, desde el cumplimiento en infraestructura hasta equipos adecuados según el proceso.

En su trabajo de graduación, que Cueva (2012) tituló *Diseño de una planta agroindustrial procesadora de alimentos extruidos tipo snack, a partir de soya (Glycine max) y amaranto (Amaranthus sp) en la provincia de Pichincha*, este autor planteó entre sus objetivos el diseño de una planta procesadora de un producto nutritivo a partir de soya y amaranto, realizando un levantamiento de procesos para la producción de *snacks* bajo lo establecido en las Buenas Prácticas de Manufactura. Para la realización de este trabajo una de las etapas fue el levantamiento del proceso. Se concluye que este trabajo aporta el desarrollo del proceso bajo los lineamientos de las Buenas Prácticas de Manufactura y la estructura del proceso en un diagrama de flujo, lo cual presenta una visión de qué equipo o instrumentos son necesarios.

En la siguiente investigación: *Diseño de una planta de producción de snacks de mango y banano orgánicos*, Alegría, y Benítez, (2013) presentaron un detalle de la información necesaria para elaborar una planta productora de *snacks* orgánicos en la ciudad de Piura, en Perú, características de los procesos para la elaboración de productos y normas que deben cumplirse para que las operaciones se lleven a cabo de manera inocua tanto en el mercado nacional como en el extranjero. La metodología que utilizó para el diseño de planta fue: determinar los requerimientos de la planta y conocer el proceso, para establecer el tipo de equipo a utilizar. Este estudio aporta una propuesta de metodología para la distribución de los equipos y mobiliario, el diagrama del proceso y forma en que se presentan las especificaciones de los equipos. También muestra la importancia de cumplir con criterios sanitarios para la realización del diseño de la planta de producción, de acuerdo con normativas, siendo importante considerarlas para la implementación de una planta piloto.

Entre los objetivos del trabajo de graduación: *Diseño de una planta agroindustrial para deshidratar diferentes tipos de frutas cítricas, elaborar snacks, sachets para colaciones y fundas de té*, Chaves (2012) estableció el levantamiento de procesos para una planta deshidratadora de frutas cítricas y la promoción del proyecto de deshidratación para la creación de nuevos productos, como nueva opción en el mercado. Entre la metodología que utilizó, presentó la ingeniería del proyecto que incluye diagramas de proceso y diseño de planta. Se concluye que este estudio aporta una base de un proyecto para el diseño de una planta piloto que cumpla con los requerimientos de higiene e inocuidad.

En el trabajo de tesis: *Guía de implementación de la normativa BPM, en el diseño civil, construcción y montaje de una planta procesadora de lácteos para AGALEC*, el objetivo general era el de fortalecer a una asociación de

ganaderos a través del incremento de la productividad acompañando de las Buenas Prácticas de Manufactura. Para su realización, Herrera (2016) elaboró una guía de BPM en la cual presenta las especificaciones que debe cumplir cada aspecto, para que el diseño de una planta de alimentos, que es tema fundamental en la producción, ya que depende de las formas de distribución de cada área para evitar la contaminación cruzada, cumpla con las normas establecidas. Esta investigación servirá como base para la realización de la metodología a aplicar para establecer y profundizar en los criterios de las instalaciones que tendrá la planta piloto.

En el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados, Buenas Prácticas de Manufactura, Principios Generales, COMIECO (2006) establece los criterios para toda industria de alimentos que opere. Este reglamento establece las disposiciones generales sobre prácticas de higiene y de operación durante la industrialización de productos alimenticios. Esta investigación aporta que, para diseñar una planta para el procesamiento de alimentos, se deben considerar las condiciones de los equipos utilizados, a fin de garantizar alimentos inocuos y de calidad, así como establecer el diagrama de flujo considerando todas las operaciones unitarias del proceso.

En el *Estudio para la instalación de una fábrica de snacks a partir de la fritura de yacón*, Doig (2012) determina la ingeniería del proyecto para la elaboración de *snacks* fritos de yacón (tubérculo con alta cantidad de fructooligosacáridos o azúcares que no son metabolizados por el cuerpo humano), realizando una descripción y diagrama de las operaciones para la producción para un producto. Esta investigación servirá para conocer cómo se realiza un estudio para la instalación de una fábrica, en la cual se deben establecer las características del proceso, para determinar el tipo de equipo que

se utilizará. El uso de tecnologías existentes apoya para conocer el proceso de producción de un producto alimenticio.

El análisis técnico descrito en la tesis: *Creación de una planta procesadora de almidón de papa en el Cantón Riobamba de la Provincia de Chimborazo*, tiene como objetivo la creación de una planta procesadora, dentro del cual se encuentra la infraestructura, instalación y funcionamiento de la línea y para conseguirlo, Villacrez, Valencia y Rivadeneira (2014) realizaron un estudio técnico. Esto servirá como base para establecer las etapas necesarias para la realización de la investigación como: determinación del proceso mediante un flujo, la descripción de cada etapa y el plano de la distribución de la línea en la planta.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Tecnologías de alimentos

Según el Institute of Food Technologists (IFT), (1992) la tecnología de alimentos es “la aplicación de la ciencia de los alimentos a la selección, conservación, procesamiento, envasado, distribución y uso de alimentos seguros. Los campos relacionados incluyen química analítica, biotecnología, ingeniería, nutrición, control de calidad y gestión de seguridad alimentaria” (s/p). La importancia de la tecnología de alimentos en la industria radica en la realización de productos que mejoren sus características y la forma de conservación.

2.2 Líneas de procesamiento de alimentos

Las líneas de procesamiento de alimentos son:

2.2.1 Tecnología de frutas y verduras

En el procesamiento de las frutas y verduras se elaboran diferentes productos como bebidas (refrescos, jugos, néctares), mermeladas, jaleas y conservas. Entre las aplicaciones que se utilizan en esta tecnología están:

- Escaldado: Bedolla, et al (2004) definen el escaldado “como tratamiento térmico moderado de los alimentos, previo a los métodos de conservación (enlatado, congelación y deshidratación), con el objetivo de inactivar las enzimas” (pp.46-47).

Además, siguiendo la misma línea del autor, se obtienen los siguientes efectos:

- Ablandamiento del tejido fibroso, lo que permite un mejor llenado de los envases.
 - Eliminación de los gases contenidos en su interior, obteniéndose así mayor vacío.
 - Inhibición de ciertas acciones enzimáticas, dando productos de calidad superior.
 - Sirve como método de limpieza al eliminar el exceso de contaminación microbiana superficial.
 - Ayuda a las operaciones de pelado. (Bedolla, et al, 2004, pp.46-47)
-
- Humectantes: según la Food and Agriculture Organization (FAO) (2008), son “aditivos alimentarios que impiden la desecación de los alimentos contrarrestando el efecto de sequedad en la atmósfera” (p.4). Como ejemplos de agentes humectantes se han utilizado soluciones de sal y de sacarosa.

 - Antimicrobianos o sustancias conservadoras: según la FAO (2008), son “aditivos alimentarios que prolongan la vida en almacén de los alimentos protegiéndolos del deterioro ocasionado por microorganismos” (p.4). Entre estos aditivos se encuentran el ácido sórbico y ácido benzoico.

 - Acidulantes o reguladores de acidez: según la FAO (2008), son “aditivos alimentarios que controlan la acidez o alcalinidad de un alimento”. (p.3). Entre estos aditivos se encuentran el ácido cítrico y ácido fosfórico.

Como ejemplo de un proceso de tecnologías de frutas y verduras, se presentan las etapas generales para la elaboración de mermelada:

- Lavado: consiste en “eliminar bacterias superficiales, residuos de insecticidas y suciedad adherida a la fruta. Se debe utilizar agua clorada” (FAO, 2014, p.51).
- Escaldado: esta etapa depende de la fruta para establecer la temperatura adecuada, debido que con este proceso se eliminan “microorganismos, se fija el color y se ablandan los tejidos de la fruta, optimizando la extracción de la pulpa” (FAO, 2014, p.51).
- Despulpado: consiste en extraer la pulpa de la fruta a fin de evitar el paso de las semillas. “se puede emplear una licuadora, en este caso debe utilizarse un colador para separar la fibra y las semillas” (FAO, 2014, p.51).
- Cocción: se pone en la marmita la pulpa y una tercera parte del azúcar y se inicia la cocción a fuego moderado y agitando con regularidad para que la mezcla no se queme. Una vez que se alcanza el punto de ebullición se agrega el resto del azúcar y se continúa la cocción. (FAO, 2014, p.51).

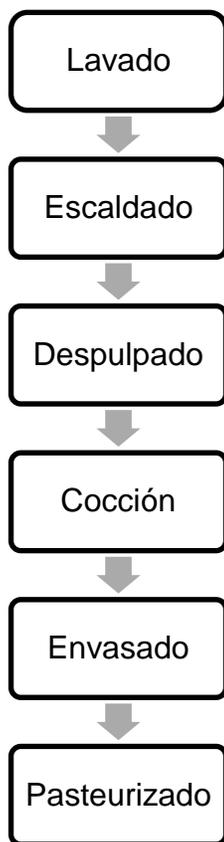
Este proceso se lleva a cabo hasta que se alcancen los Brix deseados.

- Envasado: puede hacerse en frascos de vidrio, en envases plásticos o en bolsas. En el caso de usar frascos, estos deben ser previamente esterilizados con agua hirviendo por 10 minutos y los envases de plástico se deben clorar. La temperatura de llenado no debe bajar de 75 °C. Si el llenado se hace en envases plásticos,

estos se tapan y se colocan en un lugar fresco y seco para su enfriamiento, el cual tardará al menos 12 horas; para asegurarse que todo el lote está frío y haya gelificado se debe dejar en reposo por 24 horas. (FAO, 2014, p.52).

- **Pasteurizado:** se colocan los frascos con las tapas cerradas en un baño maría y se calientan a 95 °C durante 10 minutos. Al finalizar este proceso se sacan del baño maría y se enfrían gradualmente, primero en agua tibia y luego en agua fría para evitar un choque térmico que puede quebrar los frascos. (FAO, 2014, p.52).

Figura 1. **Proceso general para elaboración de mermeladas**



Fuente: elaboración propia.

2.2.2 Tecnología de panificación y fermentación

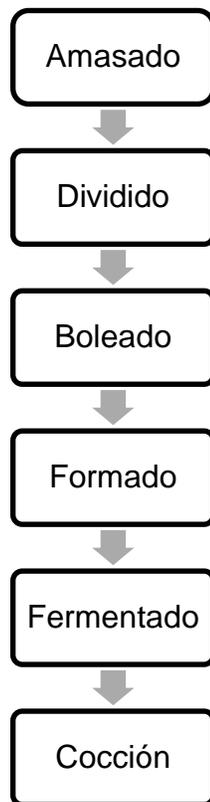
Se enfoca en la aplicación de procesos para el desarrollo de productos a partir de harina de trigo y utilizando un proceso de fermentación controlada, para obtener productos de panadería. Delgado y Sánchez (2013) hacen referencia al pan, de forma general, como “masas elaboradas por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, todo ello fermentado por efecto de la levadura llamada *saecharomyces cerevisi*”. (p.15)

Las etapas generales que conforman el proceso de panificación son:

- Amasado: según Lozano, Martín y Martín (2008), “es el trabajo de la masa (...) durante esta etapa la masa va tomando cuerpo y va adquiriendo las cualidades de elasticidad, tenacidad y extensibilidad” (p.20).
- Dividido: según Lozano, et al. (2008), “esta operación consiste en el pesado y dividido de la masa para obtener las porciones del tamaño deseado” (p.21).
- Heñido o boleado: “esta operación es la que da la forma esférica al pedazo de masa irregular que sale de la división” (Lozano, et al., 2008, p.21).
- Formado: “una vez heñidas las piezas, se le dará un nuevo reposo en el lugar adecuado, evitando las corrientes de aire, donde la masa perderá consistencia del heñido, permitiendo formarse las piezas sin que se produzcan desgarros ni roturas” (Lozano, et al., 2008, p.21).

- Fermentación: el proceso de fermentación se define como: “un proceso anaeróbico el que las células de la levadura convierten el azúcar de la harina o azúcares añadidos en alcohol y dióxido de carbono” (Delgado y Sánchez, 2013, s/p). “La levadura es el ingrediente que va a ser posible que se produzca la fermentación, transformando los azúcares de la masa en alcohol y carbónico inflando las piezas ya formadas.” (Lozano, et al., 2008, p.21).
- Cocción: “es el proceso que se produce desde la entrada de pan en el horno hasta su total cocción” (Lozano, et al., 2008, p.22).

Figura 2. **Proceso general de fabricación de productos de panificación**



Fuente: elaboración propia.

2.2.3 Tecnología de productos cárnicos

Los productos cárnicos son parte importante en nuestra dieta por el aporte de proteínas. Esta tecnología se enfoca en la identificación de los diferentes cortes de las carnes de ganado, aves y pescado, así como su forma de procesamiento en que se pueden obtener embutidos crudos, escaldados y curados.

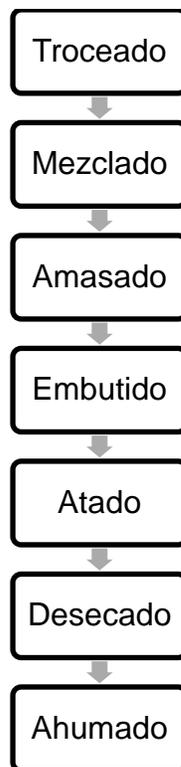
2.2.3.1 Embutidos crudos

Las etapas generales que conforman el proceso de embutidos crudos son:

- Troceado: es la “eliminación de partes extrañas como huesos, tendones y cartílagos” (Amerling, 2001, p.43).
- Mezclado: “se agregan sustancias curantes, especias y condimentos. Se pone todo en la mezcladora con el fin de entremezclar homogéneamente la carne, grasa y demás ingredientes” (Amerling, 2001,p.43).
- Embutido: según Sánchez (2003) “tras el reposo, la masa deberá introducirse en el tambor de depósito de la embutidora, con una consistencia tal que no puedan producirse grandes ingresos de aire en el seno de los productos” (p.262). Esta etapa se realiza utilizando tripas.
- Atado: “la finalidad de esta operación es dar forma, consistencia y protección al embutido” (Sánchez, 2003, p.263). Esta operación se realiza por medio de hilos de embutir.

- **Dsecado:** este proceso se realiza al pasar los embutidos “a una cámara de secado en condiciones constantes donde se regularán temperatura, humedad y flujo de aire. La razón es dar al embutido el estado de conservación y desecación requeridas. En este paso se realizan las reacciones de maduración” (Bedolla, et al., 2004, p.102).
- **Ahumado:** “algunos embutidos crudos se ahúman con el fin de adquirir sabor y aspectos característicos y alargar su vida útil. Normalmente se efectúa el ahumado en frío, en cámaras de ahumado a 19° C y una humedad relativa de 80 %, en cuartos oscuros para evitar el enraciamiento y colgados a determinada distancia para favorecer la circulación del aire (Amerling, 2001, p.45).

Figura 3. **Proceso general de embutidos crudos**



Fuente: elaboración propia.

2.2.3.2 Embutidos escaldados

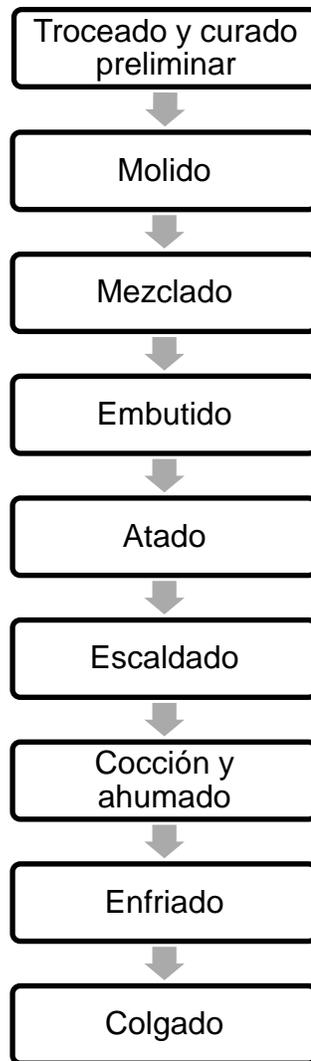
Las etapas generales que conforma el proceso de embutidos escaldados son:

- Troceado y curado preliminar: “la carne en fragmentos de 5 cm y 1 cm, se une con los productos de la curación y se mantiene a una temperatura de 2 °C por 24 horas con el fin de iniciar una maduración” (Amerling, 2001, p.48).
- Molido y picado: “en esta etapa se pica la carne y la grasa en cubos, para obtener la consistencia deseada” (Bedolla, et al., 2004, p.99).
- Mezclado: en esta etapa se entremezclan para “unir carne y grasa molidas, adicionar sales y condimentos, mezclarlas hasta la desaparición de texturas” (Bedolla, et al., 2004, p.99).
- Embutido: es una etapa similar para el proceso de un embutido crudo, donde se procede a “embutir la pasta en la tripa estrecha” (Bedolla, et al., 2004, p.99).
- Atado: es una etapa similar para el proceso de un embutido crudo, donde se procede a “atar las tripas embutidas según la manera acostumbrada (...)” (Bedolla, et al., 2004, p.99).
- Escaldado: en esta comienza el tratamiento térmico para este tipo de productos. Según Amerling (2001) “algunos embutidos deben reposar de 2 a 3 horas a 15° C antes de ser escaldados. El tiempo de escaldado

depende del tamaño de los embutidos. El escaldado se termina cuando la textura del embutido es dura y flexible” (p.48).

- Cocción y ahumado: es una etapa similar para el proceso de un embutido crudo, como parte del tratamiento térmico, donde se adquiere un aroma y color de humo, y mejora su capacidad de conservación. (Bedolla, et al., 2004).
- Enfriado: después de los tratamientos térmicos anteriores, se debe enfriar mediante agua fría o hielo picado.
- Colgado: “los embutidos son colgados con el fin de que se escurran y sequen, para luego ser almacenados en refrigeración” (Amerling, 2001, p.48).

Figura 4. **Proceso general de embutidos escaldados**



Fuente: elaboración propia.

2.2.3.3 Embutidos curados

Para este tipo de productos se realiza un procedimiento para conservar la carne. El curado de la carne “se refiere a la conservación y mejoramiento del sabor del producto por adición de sal, nitritos, azúcar y condimentos” (Amerling,

2001, pp.51-52). Para este proceso se realiza la preparación de salmueras. El curado se puede realizar por dos métodos, los cuales son:

- Curado en seco: “en el curado en seco, la mezcla de ingredientes en seco se aplica externamente a las piezas por frotamiento y reposo” (Amerling, 2001, p.53).
- Curado en húmedo: este proceso se realiza por inyección de salmuera, según Amerling (2001), según las siguientes etapas:
 - Inyección de la salmuera por medio de máquinas multiagujas.
 - Maceración de la carne, sometiéndose a un tratamiento mecánico para ablandar la carne.
 - Envasado de la carne al vacío.
 - Tratamiento térmico de la carne en moldes (p.53).

2.3 Planta piloto

Sobre la planta piloto es necesario saber:

2.3.1 Definición

En la investigación de Anaya y Pedroza (2008), se le llama planta piloto: Al proceso que consiste en partes específicas ensambladas que operan como un todo armónico con el propósito de reproducir, a escala, procesos productivos. En estos procesos intervienen fenómenos, simples o complejos, de interés para la ingeniería química, permitiendo el análisis de las interacciones presentes en operaciones (...). (p.32).

La planta piloto permite evaluar cómo afectan las formulaciones, materias primas, condiciones y otros factores en el producto terminado, como: características físicas, químicas y microbiológicas, y que son importantes en su apariencia y conservación.

El uso de plantas de proceso a escala piloto tiene como propósitos principales:

- Predecir el comportamiento de una planta a nivel industrial, operando la planta piloto a condiciones similares a las esperadas. En este caso los datos obtenidos serán la base para el diseño de la planta industrial.
- Estudiar el comportamiento de plantas industriales ya construidas, en donde la planta piloto es una réplica y estará sujeta a condiciones de operación previstas para la planta industrial. En este caso a la planta piloto se le llama modelo y tiene como función principal mostrar los efectos de los cambios en las condiciones de operación de manera más rápida y económica que si se realizaran en la planta original. (Anaya y Pedroza, 2008, pp.32-33).

2.3.2 Características de las líneas de la planta piloto

La planta piloto tiene como base las líneas de las tecnologías de frutas y verduras, panificación y productos cárnicos.

2.3.2.1 Equipos y utensilios

Los equipos que lleva cada línea deben cumplir con un diseño sanitario para asegurar la inocuidad del alimento a procesar. Según el Reglamento Técnico Centro Americano RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados, Buenas Prácticas de Manufactura, Principios Generales:

El equipo y utensilios deben estar diseñados y construidos de tal forma que se evite la contaminación del alimento y facilite su limpieza. Deben:

- a. Estar diseñados de manera que permitan un rápido desmontaje y fácil acceso para su inspección, mantenimiento y limpieza.
- b. Funcionar de conformidad con el uso al que está destinado.
- c. Ser de materiales no absorbentes ni corrosivos, resistentes a las operaciones repetidas de limpieza y desinfección.
- d. No transferir al producto materiales, sustancias tóxicas, olores ni sabores. (COMIECO, 2006, pp.10-11).

2.3.3 Distribución de equipos

Para la distribución de las líneas de producción dentro de la planta piloto según COMIECO (2006) en el RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados, Buenas Prácticas de Manufactura, Principios Generales, se "debe disponer del espacio suficiente para cumplir satisfactoriamente con todas las operaciones de producción, con los flujos de procesos productivos separados, colocación de equipo y realizar operaciones de limpieza" (COMIECO, 2006, p.5).

Según este reglamento “se debe tener espacios de trabajo entre el equipo y las paredes de por lo menos 50 cm y no debe tener obstáculos, para las actividades de inspección y limpieza” (COMIECO, 2006, p.5).

2.4 Consideraciones para el diseño de la planta piloto

Algunas consideraciones importantes son las siguientes:

2.4.1 Diseño de instalaciones

El diseño de las instalaciones para la planta piloto debe cumplir con un diseño sanitario similar a una planta de procesamiento de alimentos, que debe cumplir con los requisitos mínimos establecidos por COMIECO (2006) en el RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados, Buenas Prácticas de Manufactura, Principios Generales.

2.4.1.1 Pisos

Las características que deben cumplir los pisos, según COMIECO (2006) y UE (2004), son:

- a. Se deben mantener en buen estado, ser impermeables, lavables y antideslizantes.
- b. No deben ser tóxicos.
- c. La superficie debe ser lisa y debe tener una pendiente adecuada con desagües.
- d. Las uniones entre pared - piso deben tener curva sanitaria.
- e. Deben ser resistentes para las actividades de limpieza y desinfección.

- f. Deben ser resistentes a los equipos y mobiliario (p.6).

2.4.1.2 Paredes

Las características que deben cumplir las paredes, según COMIECO (2006) y UE (2004), son:

- a. Las paredes exteriores deben ser construidas de materiales resistentes, no deben ser tóxicos y que aisle del ambiente exterior.
- b. Deben mantenerse en buen estado.
- c. Las paredes interiores deben revestirse de materiales impermeables, no absorbentes, lisos y lavables.
- d. Las paredes interiores deben ser de color claro y deben ser lisas.
- e. Las uniones entre pared - pared y pared - techo deben tener curva sanitaria (p.6)

2.4.1.3 Techos

Las características que deben cumplir los techos, según COMIECO (2006) y Unión Europea -UE- (2004), son:

- a. Deben ser contruidos de tal forma que no contamine el alimento.
- b. Deben ser fácil de limpiar, lisos y sin uniones.
- c. Deben ser de forma que impidan la acumulación de suciedad, formación de mohos y desprendimiento de partículas (p.6).

2.4.1.4 Puertas

Las características que deben cumplir las puertas, según COMIECO (2006) y UE (2004), son:

- a. “Las puertas deben ser lavables, superficie lisa y no absorbente.
 - b. Deben abrir hacia afuera y adecuadamente ajustada al marco”.
- (p.6)

2.4.1.5 Iluminación

Las características que debe cumplir la iluminación en las áreas de la planta, según COMIECO (2006), son:

- a. “Debe estar iluminado con luz artificial adecuada para las áreas que tendrá la planta piloto.
 - b. Las lámparas y accesorios deben estar protegidas contra roturas”.
- (p.6).

2.4.1.6 Sistema de extracción y ventilación

Los sistemas auxiliares que debe contener son:

- Ventiladores
- Extractores

Deben considerarse colocar filtros en los ductos.

2.4.2 Consideraciones para mobiliarios y áreas de lavado y limpieza

Son importantes las siguientes consideraciones:

2.4.2.1 Mobiliario

Las características que deben cumplir las superficies donde se manipulen y estén en contacto con alimento, según COMIECO (2006) y UE (2004), son:

- Deben mantenerse en buen estado.
- Ser fáciles de limpiar y desinfectar.
- Deben ser materiales lisos, lavables, resistentes a la corrosión y no deben ser tóxicos.
- Deben tener borde, uniones y soldaduras bien pulidos.

2.4.2.2 Lavado y limpieza

Las características que deben cumplir las áreas para el lavado y limpieza, donde se incluyen fregaderos, lavamanos y trampa de grasa, (COMIECO, 2006, pp.9-10), son:

- Deben ser resistentes a la corrosión
- Deben ser fáciles de lavar y fáciles de desinfectar
- Debe existir suficiente suministro de agua

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se presentan las fases de la investigación:

- Fases
 - Fase 1: diseño de la planta piloto
 - Procedimiento:
 - ✓ Se obtuvo información del proceso de las líneas que estarán en la planta piloto, por medio de entrevistas a los catedráticos de los cursos tecnológicos.
 - ✓ Se definieron los equipos necesarios para cada etapa del proceso en cada línea de producción.
 - ✓ Se establecieron los ambientes de la planta piloto.
 - Fase 2: especificaciones de equipos e instrumentos de medición
 - Procedimiento:
 - ✓ Se obtuvo especificaciones técnicas de los equipos e instrumentos de medición, por medio de recopilación de información de hojas técnicas, para conocer sus dimensiones y características técnicas requeridas.
 - ✓ Se llenó el formato Recolección de Información de Equipos e Instrumentos de Medición, que se encuentra en el apéndice.
 - ✓ Se revisó el cumplimiento de especificaciones técnicas de equipos y tipo de material, para cumplir con lo establecido en el RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas

Procesados, Buenas Prácticas de Manufactura, Principios Generales, para garantizar que cumplen con un diseño higiénico.

- Fase 3: distribución de los equipos y mobiliario
 - Procedimiento:
 - ✓ Con las dimensiones del equipo y del mobiliario, se realizó el plano de distribución.

- Fase 4: sistemas auxiliares
 - Procedimiento:
 - ✓ Con el plano de distribución y las especificaciones técnicas de los equipos e instrumentos, se realizaron los planos de los sistemas auxiliares para agua, gas y el sistema de aire acondicionado.

CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Diseño de una planta piloto para tecnologías de productos cárnicos, de panificación y de frutas y verduras

El campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala tiene disponibilidad para la construcción de la planta piloto, sin embargo no está definida aún la localización de la misma. El diseño de la planta piloto consiste en la asignación de las siguientes áreas y ambientes para su funcionamiento:

- Oficina docente
- Sanitarios: consiste en área de sanitarios para mujeres y un área de sanitarios para hombres.
- Área de *lockers*: para resguardar los objetos personales de los estudiantes.
- Área de ingreso/egreso: se ubica previo a entrar al área de proceso, donde se ubicará un área de limpieza para botas de hule, lavamanos y un pediluvio.
- Área de proceso: integrada por el área de trabajo que consiste en cuatro mesas de trabajo y el área general para el procesamiento de productos cárnicos, panificación y para el desarrollo de las prácticas de tecnología de frutas y verduras.
- Área de bodega: para almacenar materias primas y otros insumos.

En el anexo 1 se presenta el plano correspondiente al diseño de la planta.

4.2 Establecer los equipos e instrumentos de medición necesarios en la planta piloto

Los equipos mínimos requeridos por líneas de producción se presentan a continuación a detalle:

Tabla III Equipos para planta piloto

Línea de producción	Correlativo	Equipo / Instrumento de medición
Tecnología de productos cárnicos	1	Balanza
	2	Molino
	3	<i>Cutter</i>
	4	Mezcladora
	5	Embutidora
	6	Horno ahumador
	7	Marmita
	8	Empacadora al vacío
Tecnología de panificación	9	Amasadora de espiral
	10	Cilindro refinador
	11	Fermentador
	12	Horno de convección
	13	Selladora eléctrica
Tecnología de frutas y verduras	14	Marmita
	15	Refrigeradora industrial
	16	Congelador vertical industrial
	17	Estufa industrial

Fuente: elaboración propia.

En la tabla III se observa un instrumento de medición y dieciséis equipos para el procesamiento de alimentos. Se colocó dentro de este correlativo la balanza debido a que esta balanza tendrá capacidad más grande que las balanzas que se utilizarán para medición de ingredientes, ya que medirá cantidades de materia prima utilizadas en la producción de cárnicos. El correlativo para cada equipo e instrumento de la tabla anterior sirve para su localización en el plano de distribución de mobiliario y equipos (anexo 2).

A continuación se establecen los instrumentos de medición requeridos por cada mesa de trabajo:

Tabla IV **Instrumentos de medición para la planta piloto**

Instrumento de medición
Balanza digital
Medidor de pH
Termómetro digital
Refractómetro

Fuente: elaboración propia.

En el apéndice se presentan las especificaciones de los equipos según la línea de producción y de los instrumentos de medición, adaptando el formato de varias fuentes bibliográficas, descritas en las referencias bibliográficas.

4.3 Establecer la distribución del mobiliario, equipos y sistemas auxiliares

Para establecer la distribución del mobiliario y equipo, así como los sistemas auxiliares, se elaboraron planos para la planta piloto que se encuentran en el anexo 2.

- Distribución del mobiliario y equipo

La distribución del mobiliario y equipo señalado se realizó de acuerdo a las actividades que se realizarán durante su uso. Los equipos utilizados en las líneas de producción de cárnicos y panificación se colocaron de acuerdo a las etapas del proceso. Dentro del mobiliario en el área de proceso, se colocaron 4 mesas de trabajo y 2 mesas ubicadas en la línea de producción de cárnicos y panificación, en las cuales se encontrarán una embutidora y una selladora. El plano se presenta en el anexo 2.

- Sistemas auxiliares

Se realizaron 6 diseños para los sistemas auxiliares: instalaciones hidráulicas para agua potable y aguas negras, instalación de gas propano, instalaciones eléctricas y la planta para aire acondicionado. Todos los planos se presentan en el anexo 2.

- Instalaciones hidráulicas

El sistema de tuberías debe ser independiente para la planta piloto. El sistema de drenajes debe estar conectado a un sistema de tratamiento de agua previo a conectarse a la línea de drenaje municipal. Cada lavatrastos debe

tener trampa de grasa. Los desagües, como los ubicados en los lavatrastos, áreas de sanitarios y los demás puntos, se deben acometer a cada colector.

Los planos se presentan en el anexo 2.

- Instalación de gas propano

La instalación de gas propano se presenta en el plano como un tanque externo de almacenamiento de gas, colocando tomas en diferentes puntos dentro del área. Los cilindros a presión deben cumplir lo establecido en los artículos 523 al 525 (Ministerio de Trabajo y Previsión Social, 2014, pp.83-84). El plano se presenta en el anexo 2.

- Instalaciones eléctricas

Se colocó un panel eléctrico de control con un voltaje de 240W (220), donde se puede distribuir el voltaje a cada equipo. Los equipos deben contar con un regulador de voltaje individual dependiendo de su requerimiento.

Para la iluminación se presenta en el plano las ubicaciones de lámparas e interruptores. Según el Ministerio de Trabajo y Previsión Social (2014), en los artículos 163 al 167 del *Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas. Reglamento de salud y seguridad ocupacional*, los requerimientos que debe cumplir la iluminación artificial en las zonas de trabajo son:

- Uso de pantallas protectoras en lámparas.
- Ángulo mayor de 30° por el rayo luminoso procedente de una lámpara.
- Empleo de fuentes de luz en buen estado.

- La iluminación debe ofrecer seguridad sin riesgo de algún peligro.

En el artículo 167 de este acuerdo (Ministerio de Trabajo y Previsión Social, 2014, p.28) se presenta un cuadro sobre los niveles mínimos que debe cumplir la iluminación en los lugares de trabajo, y con los cuales se debe cumplir para el funcionamiento de la planta piloto. Los planos se presentan en el anexo 2.

- Aire acondicionado

Se presenta el plano para el aire acondicionado, distribuido en la planta piloto. Se debe instalar filtros de acuerdo al uso y según su funcionamiento.

Según el Ministerio de Trabajo y Previsión Social (2014), en los artículos 169 al 172 del *Acuerdo Gubernativo 229-2014 y sus reformas. Reglamento de salud y seguridad ocupacional*, se establecen los requerimientos que debe cumplir ventilación, para asegurar el acondicionamiento que permita la regulación de temperatura y circulación del aire dentro de la planta piloto. El plano se presenta en el anexo 2.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Diseño de una planta piloto para tecnologías de productos cárnicos, de panificación y de frutas y verduras

En el anexo 1 se detallan los ambientes y áreas de la planta piloto. Las áreas en el diseño son básicas para su funcionamiento. La planta piloto se encuentra dividida en el área de proceso y ambientes generales, que son necesarios si la planta no se ubicará en instalaciones ya existentes.

De acuerdo con García (2013), se tomó en cuenta para la realización del diseño las necesidades que surgen de equipos y mobiliarios para las prácticas de los cursos de tecnologías, así como para la capacidad de estudiantes que utilizarán las áreas.

Al no tener un área específica dentro del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se propuso un área total de la planta piloto de 288,00 m² y el área de proceso de 173,40 m². El área propuesta se estableció de acuerdo a las edificaciones existentes en el campus central, por lo que se tomó de referencia para poder definir la distribución de los ambientes.

5.2 Establecer los equipos e instrumentos de medición necesarios en la planta piloto

Como se menciona en el estudio de Razo (2011), se debía conocer el proceso a llevarse a cabo dentro de la planta piloto para poder definir los equipos a utilizarse en cada línea de producción. Los equipos e instrumentos de

medición se establecieron de acuerdo con las entrevistas realizadas a los catedráticos del curso, las prácticas recibidas durante los cursos y en los diagramas de flujo de los procesos que se llevarán a cabo en cada línea de producción, donde se definen las etapas generales para la elaboración de una mermelada, de productos de panificación y productos cárnicos crudos y curados.

Se enlistaron los equipos e instrumentos de medición necesarios para las actividades a realizar en la planta. Para conocer al equipo se realizó una descripción técnica del mismo, colocando el tipo de material adecuado para cumplir con los requerimientos de inocuidad para procesar alimentos. En el caso de los instrumentos de medición, se enumeraron 4 de estos para mediciones que se necesiten durante las prácticas. Sin embargo, se deja a criterio la cantidad de cada uno de acuerdo a los grupos de estudiantes por práctica.

Dentro del plano los equipos se ubicaron de acuerdo a líneas de procesamiento, por lo que se colocaron de acuerdo al uso requerido para las líneas de cárnicos y panificación. En el caso de tecnologías de frutas y verduras, se utilizará equipo que podrá ser utilizado también cuando se realicen las prácticas de otras tecnologías. Debido a que se colocaron refrigerador y congelador industriales en sustitución de cuartos fríos, para cumplir con un diseño básico para la planta piloto, se debe cuidar la forma de almacenamiento de materias primas y productos finales, si aplica, dentro de estos equipos.

5.3 Establecer la distribución del mobiliario, equipos y sistemas auxiliares

Con el apoyo de un experto en ingeniería civil, se realizaron los planos del diseño de la planta piloto de acuerdo a los requerimientos establecidos en los resultados para los objetivos uno y dos. Al no tener un área definida para su construcción, todos los planos son propuestos de acuerdo a la distribución en el área.

El área de proceso, al ser sin divisiones, es un área versátil para poder reubicar equipos para realizar labores de limpieza o, de ser necesario, ubicar equipos nuevos. Los sistemas auxiliares se diseñan para el abastecimiento de la planta piloto de acuerdo a diseño eléctrico, agua potable, gas propano y aire acondicionado, para su funcionamiento. El sistema de agua potable se diseña para llevar su transporte a cada punto necesario en sanitarios, en área para entrada y salida, así como el área de proceso. También se presenta la instalación para aguas negras donde se puede observar la distribución de tuberías de PVC.

Para las instalaciones eléctricas se establece la iluminación dentro de las áreas y ambientes establecidos. La importancia de tener protegidas las lámparas contra rotura es para evitar accidentes y en el área de proceso la contaminación durante la producción.

El sistema de aire acondicionado se tiene para el área de proceso y el vestíbulo. El diseño de este sistema es importante para obtener un ambiente adecuado dependiendo de lo que se requiera durante las prácticas, como es el caso del proceso de productos cárnicos. En este tipo de proceso se requiere de temperaturas controladas.

CONCLUSIONES

1. Se elaboró el diseño de una planta piloto para las tecnologías de productos cárnicos, de panificación y de frutas y verduras, contando con 6 ambientes.
2. Se establecieron 16 equipos para las líneas de producción y 4 instrumentos de medición que se utilizarán en la planta piloto.
3. Se estableció el plano de distribución del mobiliario y equipos, así como el diseño de los sistemas auxiliares como aire acondicionado, instalaciones hidráulicas para el agua potable y aguas negras, instalación eléctrica, iluminación y distribución de gas propano.

RECOMENDACIONES

1. Gestionar la implementación de la planta piloto para apoyar los cursos de la maestría y ampliar sus servicios a otras carreras de la universidad.
2. Ampliar a otras tecnologías aplicables a procesos de producción en la industria del país, como la industria de lácteos y bebidas.
3. Estar siempre a la vanguardia de nuevas tecnologías en el procesamiento de alimentos para así aplicarlas en la planta piloto.
4. Realizar un manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para el cumplimiento del RTCA 67.01.33:06, Industria de Alimentos y Bebidas Procesados, Buenas Prácticas de Manufactura, Principios Generales.
5. Realizar un manual de mantenimiento de instalaciones y equipo de la planta piloto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alegría, M.; Benites, Y.; Chero, J.; Nunura, J. y Sagástegui, J. (2014). *Diseño de una planta de producción de snacks de mango y banano orgánicos* (Tesis de pregrado). Universidad de Piura. Piura, Perú.
2. Amerling, C. (2001). *Antología – Tecnología de la carne*. San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad Estatal a Distancia. Recuperado de: <https://books.google.com.gt/books?id=9NweMkWe9VEC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
3. Anaya, A. y Pedroza, H. (2008). *Escalamiento, el arte de la ingeniería química: Plantas piloto, el paso entre el huevo y la gallina. Tecnología, Ciencia, Educación*. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/482/48223105.pdf>
4. Bedolla, S.; Dueñas, C.; Esquivel, I.; Favela, T.; Guerrero, R.; Mendoza, E.; Navarrete, A.; Olguín, L.; Ortiz, J.; Pacheco, O.; Quiroz, M.; Ramírez, A. & Trujillo, M. (2004). *Introducción a la tecnología de alimentos*. México: Editorial Limusa, S.A. de C.V. Recuperado de: <https://books.google.com.gt/books?id=V2lqmVapJWkC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
5. Chaves, G. (2012). *Diseño de una planta agroindustrial para deshidratar diferentes tipos de frutas cítricas, elaborar snacks, sachets para*

colaciones y fundas de té. (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas. Quito, Ecuador.

6. COMIECO. (2006). *RTCA 67.01.33:06 Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales.* Recuperado de: <http://www.mspas.gob.gt/images/files/drca/normativasvigentes/16RTCA67013306BuenasPracticasd eManufactura.pdf>
7. Corproinsa. (2018). *Amasadora.* Recuperado de: <http://www.corproinsa.com/tienda/equipos/panaderias-reposterias/amasadora-hs-140d-detail>
8. Corproinsa. (2018). *Horno.* Recuperado de: <http://www.corproinsa.com/tienda/equipos/panaderias-reposterias/horno-hcpi-12be-detail>
9. Corproinsa. (2018). *Estufa industrial.* Recuperado de: <http://www.corproinsa.com/tienda/equipos/restaurantes-hoteles/estufas/estufa-industrial-eim1h4h1p1m1a-detail>
10. Cueva, P. (2012). *Diseño de una planta agroindustrial procesadora de alimentos extruidos tipo snack, a partir de soya (Glycine max L.) y Amaranto (Amaranthus sp), en la provincia de Pichincha* (Trabajo de pregrado). Universidad de las Américas. Quito, Ecuador.
11. Delgado, F. y Sánchez, A. (2013). *Elaboración de productos de panadería.* España, IC Editorial. Recuperado de: <https://books.google.com.gt/books?id=vTy0JvDgsDAC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

12. Doig, G. (2012). *Estudio para la instalación de una fábrica de snacks a partir de la fritura de yacón*. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/3374/337428496009.pdf>
13. FAO (Food and Agriculture Organization). (2014). *Fichas técnicas. Procesados de frutas*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/au168s.pdf>
14. FAO (Food and Agriculture Organization). (2014). *Procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/x5062S/x5062S00.htm>
15. FAO (Food and Agriculture Organization) (2004). *Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas. Manual de Capacitación*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-y5771s.pdf>
16. FAO (Food and Agriculture Organization). (2008). *Nombres genéricos y sistema internacional de numeración de aditivos alimentarios*. Recuperado de: http://www.fao.org/input/download/standards/13341/CXG_036s_2015.pdf
17. Fogel. (2018). *Congelador*. Recuperado de: <http://www.fogel-group.com/catalogo-de-producto/cr-49-ac-af-ssa/>
18. Fogel. (2018). *Refrigerador*. Recuperado de: <http://www.fogel-group.com/catalogo-de-producto/vr-30-a-ssa-2/>

19. García, A. (2013). *Diseño sanitario de la planta procesadora de alimentos del Centro de Investigación de Biosistemas bajo Condiciones Protegidas (CIBCOP) de la FIUAQ conforme los requisitos de la Normas Oficiales Mexicanas*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México.
20. Guatemala Digital. (2018) *Termómetro de cocina*. Recuperado de: <https://guatemaladigital.com/Term%3fmetros+de+cocina/Term%3fmetro+de+comida+Polder%2c+negro+++/Producto.aspx?CodigoP=B005G8CTQ4>
21. Hanna. (2018). *Medidor de pH*. Recuperado de: <https://medidordeph.com/medidor-de-ph-digital-hanna-hi98107.html>
22. Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Quinta edición. México: McGraw-Hill.
23. Herrera, N. (2016). *Guía de implementación de la normativa BPM, en el diseño civil, construcción y montaje de una planta procesadora de lácteos para AGALEC*. (Tesis de pregrado). Universidad de Azuay. Cuenca, Ecuador.
24. Hosdecora. (2018). *Marmita eléctrica industrial*. Recuperado de: <https://hosdecora.com/marmitas/2328-marmita-electrica-industrial-3-e7pi>
25. Infoagro. (2018). *Refractómetro*. Recuperado de: http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/medidor.asp?id=10509&_brix__0-53_refractometro_atago_master_53m__mast

er_53t__master_53alfa_precio_m%EDnimo_garantizado_tienda_o
n_line

26. Institute of Food Technologists (IFT). (1992). *About food science and technology*. Recuperado de: <http://www.ift.org/knowledge-center/learn-about-food-science/food-facts/about-fs-and-t.aspx>
27. JVR Industries. (2018). *Table Top Vacuum Sealers*. Recuperado de: <https://jvrinc.com/equipment/packaging/table-top-vacuum-sealers#1519842266818-a870147d-db1f>
28. Lozano, R.; Martín, A. y Martín, J. (Consulta: julio de 2018) *La repostería básica profesional (desarrollo de contenidos)*. Madrid, España, Editorial Visión Libros. Recuperado de: <https://books.google.com.gt/books?id=h04HUC3G0HAC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
29. Mainca. (2018). *Amasadora-mezcladora*. Recuperado de: <http://mainca.com/es/maquinaria-carnica/amasadoras-mezcladoras/rm-20.html>
30. Mainca. (2018). *Cutter*. Recuperado de: <http://mainca.com/es/maquinaria-carnica/cutters/cm-14.html>
31. Mainca. (2018). *Embutidoras manuales*. Recuperado de: <http://mainca.com/es/maquinaria-carnica/embutidoras-manuales.html>

32. Mainca. (2018). *Picadoras de carne*. Recuperado de: <http://mainca.com/es/maquinaria-carnica/picadoras-de-carne/pm-70-pm-12.html>
33. Ministerio de Trabajo y Previsión Social. (2014). *Acuerdo gubernativo 229-2014 y sus reformas. Reglamento de salud y seguridad ocupacional*. Recuperado de: http://www.mintrabajo.gob.gt/images/organizacion/leyesconveniosyacuerdos/Leyes_Ordinarias/ACUERDO_GUBERNATIVO_229-2014.pdf
34. Razo, E. (2011). *Diseño de una planta piloto para la industrialización de Stevia en la Comunicad Cueva de los Monos, Cantón Sacha, Provincia de Orellana* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
35. Reyna, R. (2011). *Diseño de un Laboratorio Físicoquímico y Microbiológico para Control de Calidad en una Industria de Productos Lácteos*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
36. Rivadeneira, A.; Villacres, E. % Valencia, Á. (2015). *Creación de una Planta Procesadora de Almidón de Papa en el Cantón Riobamba de la Provincia de Chimborazo*. (Tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
37. Sánchez, M. (2003). *Procesos de elaboración de alimentos y bebidas*. Madrid, España, AMV Ediciones. Recuperado de: <https://books.google.com.gt/books?id=PxrIhy9UbZkC&printsec=fro>

ntcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

38. Tecni-Frío. (2018). *Cilindro refinador*. Recuperado de: <https://tecnifrio.com.gt/panaderia/cilindrosrefinadoras/cilindro-refinador-grande/>
39. Tecni-Frío. (2018). *Fermentadora*. Recuperado de: <https://tecnifrio.com.gt/panaderia/fermentadora/fermentadora/>
40. Tecnipesa. (2018). *Balanzas*. Recuperado de: <http://tecnipesa.net/mostrador-electronicas/>
41. Tecnipesa. (2018). *Sellador térmico*. Recuperado de: <http://tecnipesa.net/catalogo-de-productos/sellador-termico-para-bolsa-de-8/>
42. Ultra Source. (2018). *Horno ahumador*. Recuperado de: <https://www.ultrasourceusa.com/commercial-smokehouse-mauting-ukm-junior.html>
43. Unión Europea (2004). *Reglamento (CE) N°. 852/2004 del parlamento europeo y del consejo de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios*. Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:139:0001:0054:es:PDF>

APÉNDICES

Apéndice 1. Equipos para procesamiento de cárnicos

- Especificaciones del molino

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Molino <div style="text-align: center;">  </div>
Uso/Aplicación:	Procesamiento de carne/ Industria cárnica
Dimensiones:	Largo: 45,5 cm Alto: 41,0 cm Ancho: 21,0 cm
Material:	Acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	No aplica
Potencia:	Motor monofásico 0,75 HP / 0,55 kW (230V 50Hz / 110-220V 60Hz)
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	-
Otras variables:	
Producción:	170 kg/h
Agujeros:	5 mm diámetro
Tipo:	Molino de carnicero
Peso neto:	20 kg

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 1.

- Especificaciones del cutter

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	<i>Cutter</i> 
Uso/Aplicación:	<i>Cutter para procesamiento de carne / Industria cárnica</i>
Dimensiones:	Largo: 89,4 cm Alto: 56,5 cm Ancho: 62,2 cm
Material:	Acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	-
Potencia:	230-400 V, 50 Hz Cuchillas: 1ª velocidad: 2,5 HP / 1,84 kW (1.500 rpm a 50Hz y 1.800 rpm a 60Hz) 2ª velocidad: 3,5 HP / 2,57 kW (3.000 rpm a 50Hz y 3.600 rpm a 60Hz) Artesa: 1ª velocidad: 0,12 HP / 0,09 kW (10 rpm a 50Hz y 12 rpm a 60Hz) 2ª velocidad: 0,20 HP / 0,15 kW (20 rpm a 50Hz y 24 rpm a 60Hz)
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	14 L - 9 kg
Otras variables:	
Cuchillas:	3
Peso neto:	110 kg

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 1.

- Especificaciones de mezcladora

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Mezcladora 
Uso/Aplicación:	Mezcladora de carne / Industria cárnica
Dimensiones:	Largo: 56,0 cm Alto: 50,0 cm Ancho: 27,0 cm
Material:	Acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	-
Potencia:	Motor bifásico 230 V, 50 Hz (110-220 V, 60 Hz)
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	En artesa: 10 – 12 kg
Otras variables:	
Peso neto:	29 kg
Tipo:	Modelo de sobremesa

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 1.

- Especificaciones de embutidora

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Embutidora 
Uso/Aplicación:	Llenadora para embutidos / Industria cárnica
Dimensiones:	Largo: 52,0 cm Alto: 22,0 cm Ancho: 23,0 cm
Material:	Acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	-
Potencia:	-
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	10 L
Otras variables:	
Peso neto:	20,5 kg
Diámetro de embudo:	10, 20, 30 y 40 mm
Tipo:	Manual

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 1.

- Especificaciones de horno ahumador

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Horno ahumador 
Uso/Aplicación:	Horno / Industria cárnica
Dimensiones:	Largo: 80,0 cm Alto: 185,0 cm Ancho: 62,0 cm
Material:	Acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	Temperatura máxima: 160° C Humedad: 40 – 95 %
Potencia:	Motor trifásico: 230 V, 60Hz, 28 A
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	Por proceso de ahumado: 30 kg
Otras variables:	
Consumo total eléctrico:	11 kW
Peso neto:	250 kg

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 1.

- Especificaciones de marmita

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Marmita <div style="text-align: center;">  </div>
Uso/Aplicación:	Marmita para proceso / Industria
Dimensiones:	Largo: 70,0 cm Alto: 90,0 cm Ancho: 80,0 cm
Material:	Acero inoxidable: tubo de descarga, sistema de agitación y tapadera
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	-
Potencia:	9 KW- 400 V- 415 3 N
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	60 L
Otras variables:	
Tipo:	Eléctrica
Diámetro:	40,0 mm
Alto de cuba:	47,0 mm

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 1.

- Especificaciones de empacadora al vacío

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Empacadora al vacío 
Uso/Aplicación:	Empacadora / Industria cárnica
Dimensiones:	Largo: 50,8 cm Alto: 53,3 cm Ancho: 53,3 cm
Material:	Acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	-
Potencia:	Monofásico / 110 V / 60 Hz / 16 A
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	-
Otras variables:	
Sellado	Barra frontal simple 44,5 cm
Tamaño de la cámara:	48,26 cm
Peso:	100 kg
Capacidad de la bomba de vacío	21 m ³ /h

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Equipo para panificación

- Especificaciones de amasadora en espiral

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Amasadora en espiral 
Uso/Aplicación:	Amasadora / Industria panificadora
Dimensiones:	Largo: 74 cm Alto: 137 cm Ancho: 120 cm
Material:	Tazón: acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	-
Potencia:	Trifásico, 220 V / 60 Hz / 5,5 hp
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	50 Kg
Otras variables:	
Velocidades:	2

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2.

- Especificaciones de cilindro refinador

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Cilindro refinador 
Uso/Aplicación:	Refinador / Industria panificadora
Dimensiones:	Largo: 83,5 cm Alto: 117 cm Ancho: 73 cm
Material:	Cilindro y área en contacto con masa: acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	-
Potencia:	Motor monofásico 1 ½ hp / 110 V / 60 Hz
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	35 lb
Otras variables:	
No aplica	

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2.

- Especificaciones de fermentador

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Fermentador 
Uso/Aplicación:	Fermentador / Industria panificadora
Dimensiones:	Largo: 78 cm Alto: 175 cm Ancho: 62 cm
Material:	Puerta e interior de equipo: acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	-
Potencia:	Monofásica 110 V / 60 Hz
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	17 charolas
Otras variables:	
Tipo:	Eléctrica
Peso neto:	75 Kg
Límites máximos de operación:	60° C y 90 % humedad

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2.

- Especificaciones de horno de convección

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Horno de convección 
Uso/Aplicación:	Horno / Industria panificadora
Dimensiones:	Largo: 120 cm Alto: 180 cm Ancho: 90 cm
Material:	Puerta e interior: acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	Termostato hasta 300° C
Potencia:	Motor: ½ hp / 110 V
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	12 charolas
Otras variables:	
Tipo:	Calentamiento de la cámara a base de gas

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2.

- Especificaciones de selladora eléctrica

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Selladora eléctrica 
Uso/Aplicación:	Selladora de bolsas / Industria
Dimensiones:	Largo: 31,5 cm Alto: 23 cm Ancho: 8,5 cm
Material:	Metal
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	-
Potencia:	-
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	-
Otras variables:	
Tipo:	Manual

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3 Equipo para procesamiento de frutas y verduras

- Especificaciones de marmita

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Marmita <div style="text-align: center;">  </div>
Uso/Aplicación:	Marmita para proceso / Industria
Dimensiones:	Largo: 70,0 cm Largo: 70,0 cm Largo: 70,0 cm
Material:	Acero inoxidable: tubo de descarga, sistema de agitación y tapadera
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	-
Potencia:	9 KW- 400 V
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	60 L
Otras variables:	
Tipo:	Eléctrica
Diámetro:	40,0 mm
Alto de cuba:	47,0 mm

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 3.

- Especificaciones de refrigeradora industrial

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Refrigeradora industrial 
Uso/Aplicación:	Industria
Dimensiones:	Largo: 152,5 cm Alto: 164,5 cm Ancho: 65,5 cm
Material:	Exterior: acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	0° C – 5° C
Potencia:	Compresor: 1/3 hp Amperaje: 6,0 115 V / 60 hz / monofásico
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	850 L
Otras variables:	
Puertas:	2
Control:	Control electrónico de temperatura

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 3.

- Especificaciones de congelador vertical industrial

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Congelador vertical industrial 
Uso/Aplicación:	Industria
Dimensiones:	Largo: 152,5 cm Alto: 198,75 cm Ancho: 75,0 cm
Material:	Exterior: acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	-29° C - -23° C
Potencia:	Compresor: 1 hp Amperaje: 10,9 Monofásico 115 V / 60 Hz
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	1388 L
Otras variables:	
Puertas:	2
Deshielo:	Automático
Control:	Control electrónico

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 3.

- Especificaciones de estufa industrial

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Estufa Industrial 
Uso/Aplicación:	Estufa / Industria
Dimensiones:	Largo: 138 cm Alto: 87 cm Ancho: 77 cm
Material:	Acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	-
Potencia:	-
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	-
Otras variables:	
Hornillas:	6
Horno:	Termostato análogo, capacidad máxima: 300° C
Tipo:	Gas

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Instrumentos de medición

- Especificaciones de balanza digital

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Balanza digital 
Uso/Aplicación:	Balanza / Alimentos
Dimensiones:	Largo: 30 Alto: 12 cm Ancho: 25 cm
Material:	Acero inoxidable y plástico
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	Dependiendo de capacidad
Potencia:	-
Precisión: (si aplica)	±0,05 g
Capacidad: (si aplica)	6 kg y 30 kg
Otras variables:	
Tipo:	Balanza de mesa
Unidades:	Kilogramo, libra y onzas
Funciones:	Cero y tara.

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 4.

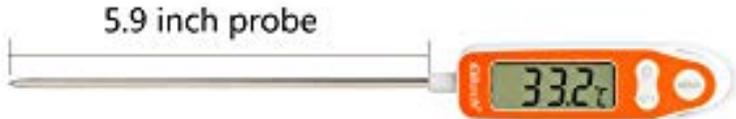
- Especificaciones del medidor de pH

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Medidor de pH 
Uso/Aplicación:	Medidor de pH / Alimentos
Dimensiones:	Largo: - Alto: 175 cm Ancho: 23
Material:	
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	0,00 – 14,00 pH
Potencia:	-
Precisión: (si aplica)	± 0,1 pH (temperatura de 20° C)
Capacidad: (si aplica)	-
Otras variables:	
Resolución:	0,1 pH
Calibración:	Manual en 2 puntos
Temperatura de uso:	0° C a 50° C
Peso neto:	95 g

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 4.

- Especificaciones del termómetro digital

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Termómetro digital 
Uso/Aplicación:	Medición de temperatura / Alimentos
Dimensiones:	Largo: 15 cm Alto: - Ancho: -
Material:	Acero inoxidable
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	-50 – 300° C
Potencia:	-
Precisión: (si aplica)	0,5° C
Capacidad: (si aplica)	-
Otras variables:	
Tipo:	Digital
Otros:	No sumergible en agua

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 4.

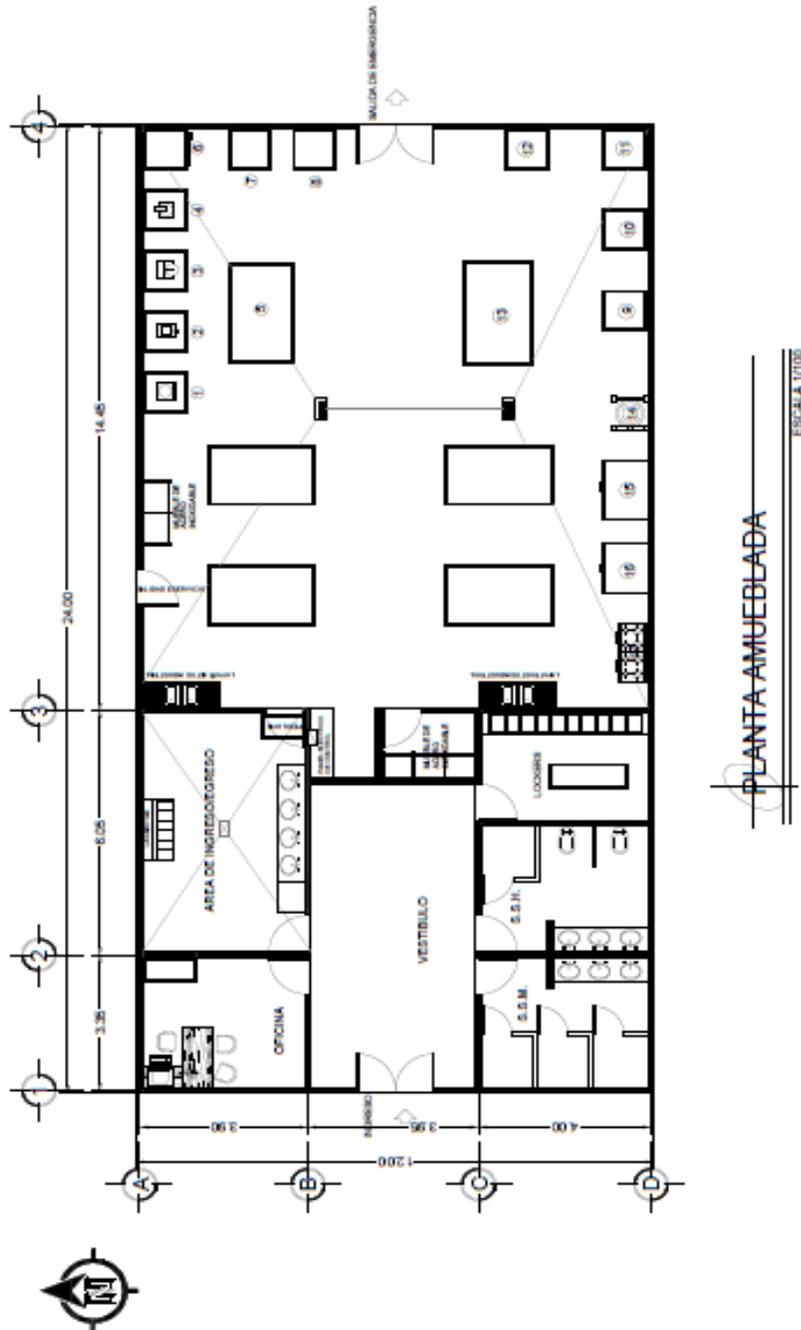
- Especificaciones de refractómetro

 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	
Equipo/Instrumento de medición	Refractómetro 
Uso/Aplicación:	Medición de Brix / Alimentos
Dimensiones:	Largo: 16,8 cm Alto: 3,2 cm Ancho: 3,4 cm
Material:	Metal
Variables	Especificaciones
Rango de medición:	0,0 – 53,0 Brix
Potencia:	-
Precisión: (si aplica)	-
Capacidad: (si aplica)	-
Otras variables:	
Exactitud:	± 0,2 %
Resolución:	0,2 %
Otra característica:	Resistente al agua
Peso neto:	130 g

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2 Planos de la distribución del equipo y sistemas auxiliares

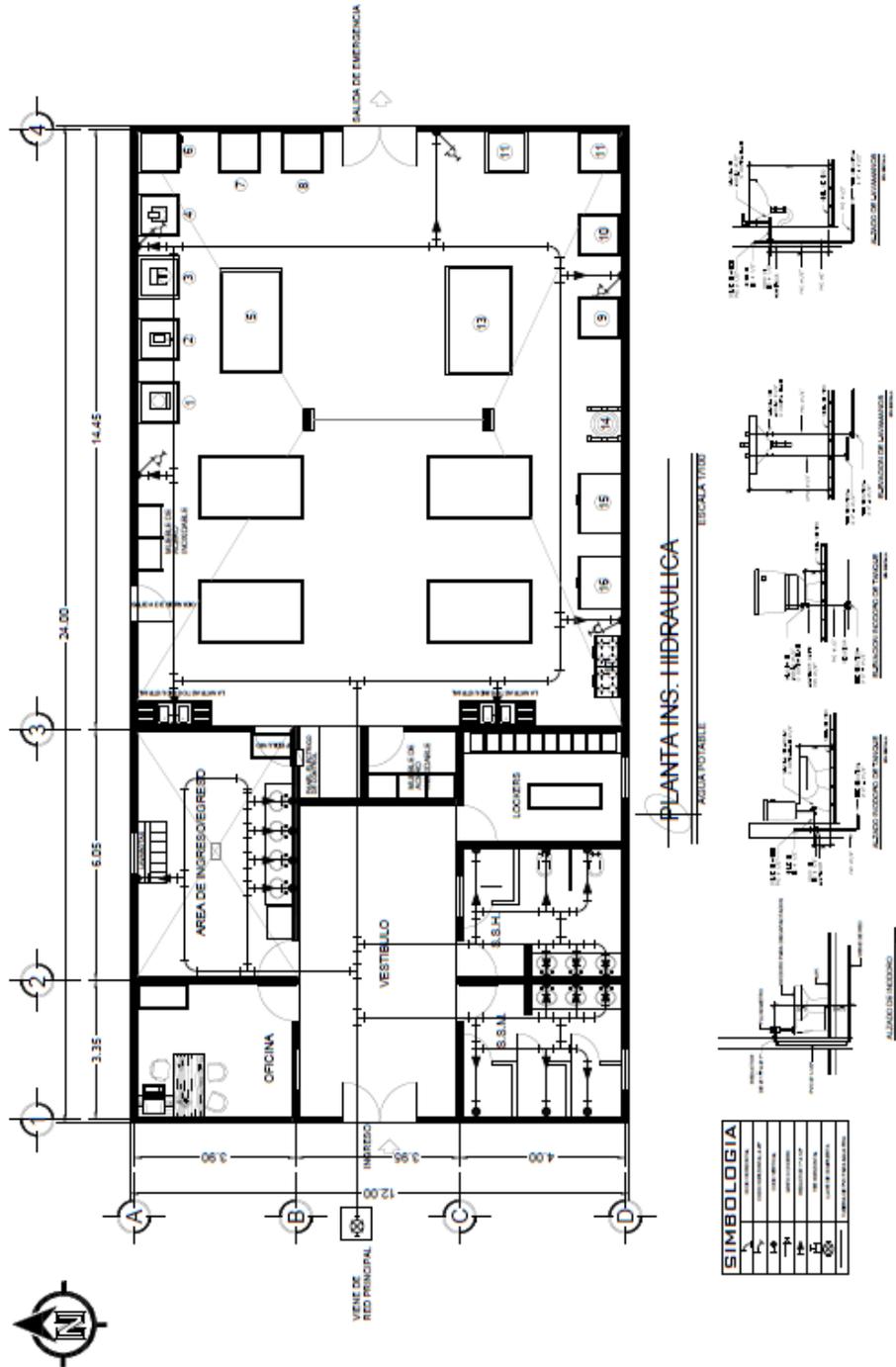
- Distribución del mobiliario y equipo



Fuente: Reyes, J; Blanco, M. (2019). *Planta amueblada*.

Continuación anexo 2.

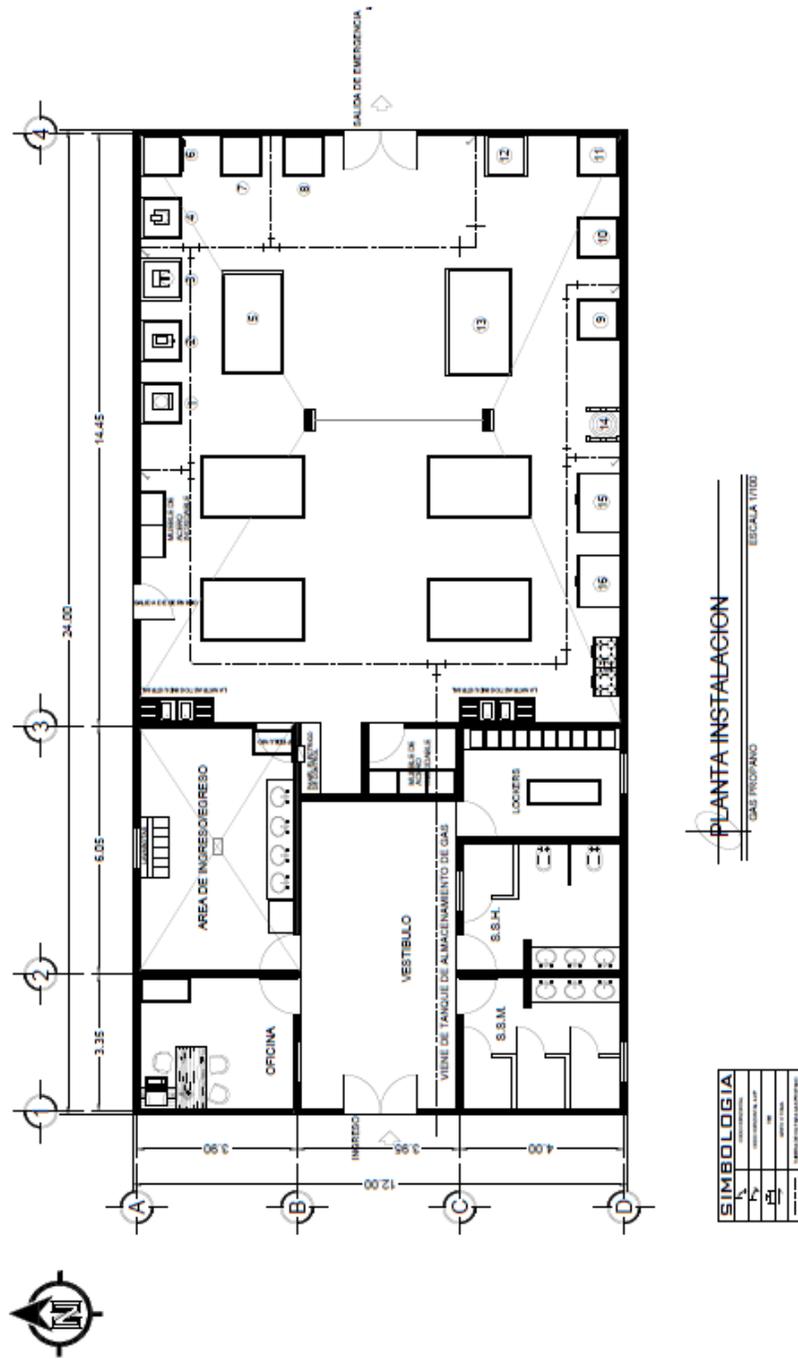
- Distribución de tuberías – agua potable



Fuente: Reyes, J; Blanco, M. (2019). *Planta Ins. Hidráulica Agua Potable*.

Continuación anexo 2.

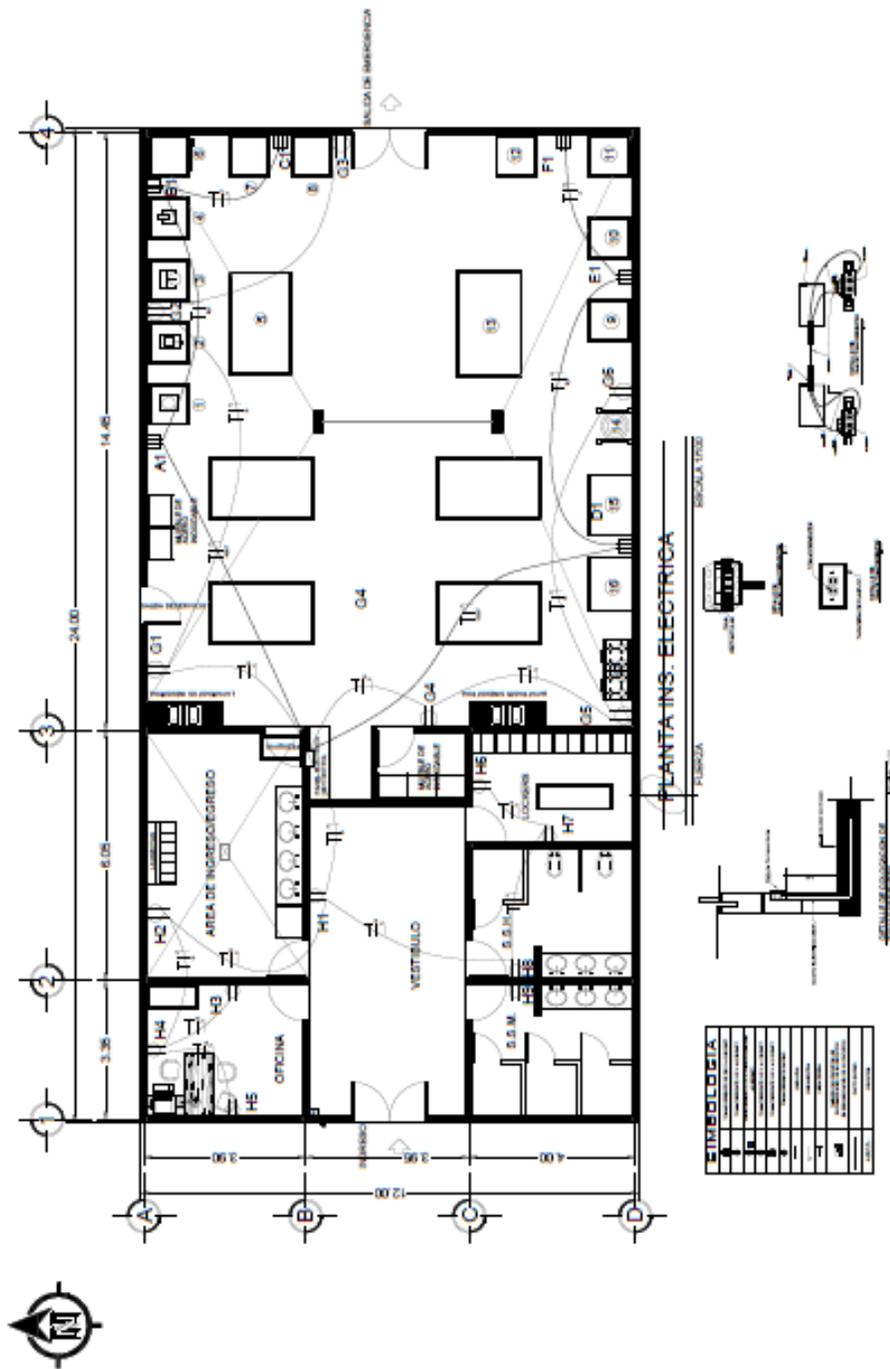
- Distribución de gas propano



Fuente: Reyes, J; Blanco, M. (2019). *Planta Instalación Gas Propano*.

Continuación anexo 2.

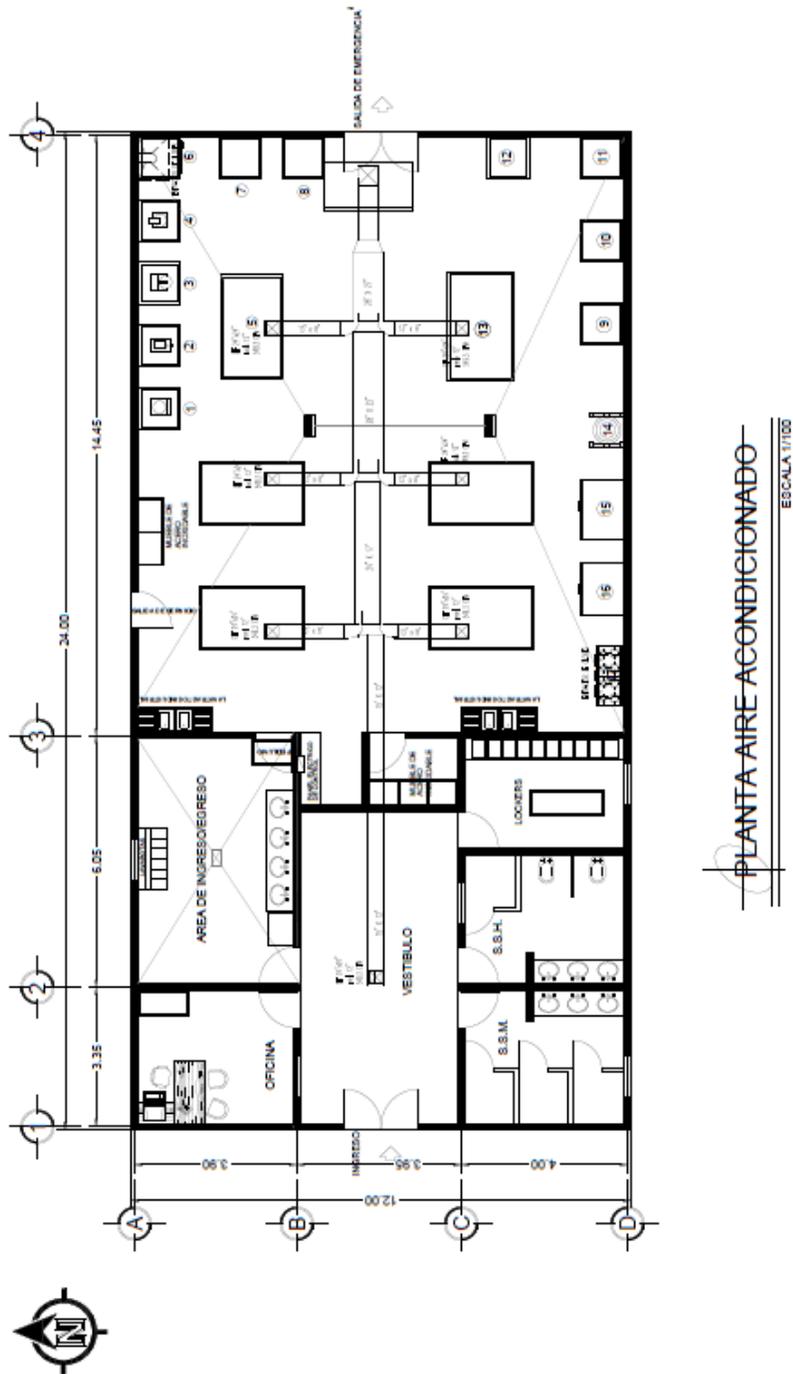
- Instalación eléctrica



Fuente: Reyes, J; Blanco, M. (2019). *Planta Ins. Eléctrica*.

Continuación anexo 2.

- Sistema de aire acondicionado



Fuente: Reyes, J; Blanco, M. (2019). *Planta Aire Acondicionado*.