

# **Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos y el Laboratorio de Análisis Sensorial del Departamento de Agroindustria Alimentaria**

**Wiñay Wara Tito Condori**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Honduras**  
Noviembre, 2020

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

# **Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos y el Laboratorio de Análisis Sensorial del Departamento de Agroindustria Alimentaria**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Wiñay Wara Tito Condori**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2020

# **Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos y el Laboratorio de Análisis Sensorial del Departamento de Agroindustria Alimentaria**

**Wiñay Wara Tito Condori**

**Resumen.** La innovación es un elemento clave para el desarrollo de nuevos productos y proyectos en la industria alimentaria, por lo tanto, la implementación de un espacio equipado para la facilitación de la generación de ideas es necesario para el Departamento de Agroindustria Alimentaria. Este estudio tiene como objetivo el diseño conceptual de la renovación de la Planta de Innovación de Alimentos y el Laboratorios de Análisis Sensorial. Para el desarrollo del proyecto se realizó una revisión de las Reglamento Técnico Centroamericano, las regulaciones de Administración de Alimentos y Medicamentos y la ISO 8589:2007 de Laboratorio de Análisis Sensorial. Se usaron programas informáticos como Lucidchart, Google Earth, SketchUp y LayOut para el diseño de los planos conceptuales. Se determinó mantener la ubicación actual de la Planta de Innovación de Alimentos, con una ampliación de 120.21 m<sup>2</sup>, y también el Laboratorio de Análisis Sensorial ampliando 30.51 m<sup>2</sup> para poder incorporar una cocina experimental y el área de capacitaciones y grupos focales, y mejorar las cabinas de análisis individual. Para el diseño de la Planta de Innovación de Alimentos se consideró agregar tres nuevas líneas de producción cubriendo principales rubros de producción centroamericanas. Los dos diseños conceptuales fueron elaborados, por lo tanto, se debe realizar un estudio de financiero y caso de negocios de ambos diseños.

**Palabras clave:** Desarrollo de nuevos productos, innovación, plano arquitectónico.

**Abstract.** Innovation is a key element for the development of new products and projects in food industry, therefore, the implementation of a space equipped to facilitate the generation of ideas is necessary for the Food Science and Technology Department. This study aims at the conceptual design of the renovation of the Food Innovation Plant and the Sensorial Analysis Laboratory. For the development of the project, the Central American Technical Regulations, the Food and Drug Administration regulations and ISO 8589:2007 of Sensory Analysis Laboratories, were consulted. Computer programs such as Lucidchart, Google Earth, SketchUp and LayOut were used for the design of the conceptual plans. It was determined to maintain the current location of the Food Innovation Plant with an expansion of 120.21 m<sup>2</sup>, and expanding 30.51 m<sup>2</sup> the Sensory Analysis Laboratory, to be able to incorporate an experimental kitchen and a training area and focus groups, and to improve the individual analysis cabins. For the design of the Food Innovation Plant, it was considered to add three new production lines covering the main Central American production areas. The two conceptual designs were worked out. However, a financial and business case study of both designs must be conducted.

**Key words:** Architectural plan, development of new products, innovation.

# ÍNDICE GENERAL

Portadilla .....	i
Página de Firmas .....	ii
Resumen.....	iii
Índice General .....	iv
Índice de Cuadros, Figura y Anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>2</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>41</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>45</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Distribución de focos por área de trabajo. ....	10
2. Descripción de equipos para la elaboración de jarabe. ....	12
3. Descripción de equipos para la elaboración de bebidas carbonatadas. ....	12
4. Descripción de equipos para la elaboración de fermentado de soya. ....	14
5. Descripción de equipos para la elaboración de confite duro. ....	15
6. de equipos para la elaboración de chocolate. ....	16
7. Descripción de equipos para la elaboración de camarón. ....	17
8. Distribución de área en la Planta de Innovación de Alimentos. ....	18
9. Variables de cercanía para la ubicación de las áreas de la planta. ....	19
10. Cuadro resumen del número de variables asignadas a cada área. ....	20
11. Valor numérico de las variables de cercanía. ....	21
12. Cuantificación de variables por áreas. ....	21
13. Descripción de equipos para la operación unitaria de selección y acondicionamiento. ....	22
14. Descripción de equipos para la operación unitaria de mezclado. ....	23
15. Descripción de Equipos para la operación unitaria de formado. ....	24
16. Descripción de Equipos para la operación unitaria de secado. ....	24
17. Descripción de Equipos para la operación unitaria de cocción y pasteurización. ....	25
18. Descripción de Equipos para la operación unitaria de empaque. ....	26
19. Descripción de equipos para el sistema de enfriamiento. ....	27
20. Descripción de equipo e insumos para el área de sanitizado. ....	30
21. Descripción de equipos e insumos para el área de limpieza. ....	30
22. Áreas de equipos sanitarias, según el número de estudiantes. ....	31
23. Distribución de los equipos sanitarios según la cantidad de operarios. ....	31
24. Dimensionamiento de los equipos sanitarios. ....	31
25. Distribución del Laboratorio de Análisis Sensorial. ....	33
26. Descripción de equipos para la cocina experimental. ....	35
27. Descripción de equipos e insumos para el área de limpieza. ....	35
28. Descripción de equipos para el área de capacitación. ....	35
29. Descripción de equipos para el área de evaluación individual. ....	35
30. Descripción de insumos para la oficina del Laboratorio de Análisis sensorial. ....	36

Figuras	Página
1. Mapa de la ubicación actual de la Planta actual de Innovación de Alimentos en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. ....	4
2. Nuevo diseño de la Planta de Innovación de Alimentos. ....	8
3. Nuevo diseño de la Planta de Innovación de Alimentos con áreas agregadas. ....	9
4. Diagrama de flujo para la elaboración de jarabe para las bebidas carbonatadas. ....	12
5. Flujo de elaboración de bebidas carbonatadas. ....	13
6. Diagrama de flujo para la elaboración de bebidas fermentadas de soya. ....	14

7.	Diagrama de flujo para la elaboración de confite duro.....	15
8.	Diagrama de flujo para la elaboración de chocolate.....	16
9.	Descripción del flujo de preparación de camarón cocido.....	17
10.	Movimiento del personal en el nuevo diseño de la planta de innovación de alimentos.....	17
11.	Descripción del flujo de proceso, generalizado de la planta de innovación de alimentos.....	18
12.	Diagrama de Muther para el ordenamiento o ubicación de las áreas de la planta. ....	20
13.	Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos.....	22
14.	Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos.....	23
15.	Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos.....	24
16.	Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos.....	25
17.	Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos.....	26
18.	Diseño de la nueva Planta de Innovación de Alimentos.....	27
19.	Diseño de la nueva Planta de Innovación de Alimentos.....	28
20.	Plano conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos. ....	28
21.	Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos.....	30
22.	Ubicación de los vestidores y los baños en el nuevo diseño del plano conceptual.....	32
23.	Ubicación de la oficina de la supervisora en el nuevo diseño del plano conceptual....	32
24.	Actual diseño de la cabina para análisis sensorial.....	36
25.	Nuevo diseño de la cabina para evaluación sensorial.....	37
26.	Plano del actual Laboratorio de Análisis Sensorial.....	37
27.	Diseño del nuevo Laboratorio de Análisis Sensorial.....	38

Anexos	Página	
1.	Plano digital del actual diseño de la Planta de Innovación de Alimentos. ....	45
2.	Dimensiones de las áreas de la Planta de Innovación de Alimentos.....	46
3.	Dimensiones de las áreas antes de ingresar al área de producción Planta de Innovación de Alimentos. ....	46
4.	Descripción de equipos ya existentes en la actual Planta de Innovación de Alimentos.....	47
5.	Costos para la renovación de la Planta de Innovación de Alimentos.....	48
6.	Costos de inversión de la Planta de Innovación de Alimentos.....	48
7.	Tipos de iluminarias por áreas de innovación de alimentos. ....	49
8.	Diseño conceptual de la planta de Innovación de Alimentos en 3D.....	49
9.	Diseño del Laboratorio de Análisis sensorial en 3D. ....	50
10.	Espacio de almacenamiento de equipos e instrumentos. ....	50
11.	Espacio donde se almacena la materia prima en la actual planta.....	51
12.	Área de producción.....	51
13.	Espacio de lavado de utensilios y herramientas. ....	52
14.	Espacio de preparación de muestras para la evaluación sensorial. ....	52
15.	Cabinas para la evaluación sensorial. ....	53

# 1. INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) pronosticó que la producción mundial de alimentos deberá aumentar en un 70% si la población alcanza los 9.700 millones para el 2050 (FAO 2017), esta situación generaría un incremento en el consumo de alimentos a nivel mundial, por lo tanto la industria de los alimentos se encuentra comprometida con la innovación y mejora constante para cumplir con la demanda del consumidor.

El término de innovación según Asale y Rae (2019) significa la creación o modificación de un producto, y su introducción en un mercado. Y Según Valenzuela y Valenzuela (2015) el término innovación es utilizado directamente por emprendedores, industriales, educadores, académicos y otros; la definición más adecuada para innovación es: "Creación o modificación de un producto, servicio o proceso que tenga una aplicación exitosa imponiéndolo en el mercado", es importante mencionar que la innovación tiene una relación estrecha con la seguridad alimentaria. Conforme a los Objetivos de Desarrollo Sostenible la industrialización inclusiva y sostenible, junto con la innovación y la infraestructura, pueden desencadenar fuerzas económicas dinámicas y competitivas que generan empleo e ingresos. Además desempeñan un papel clave en la introducción y promoción de nuevas tecnologías, facilitando el comercio internacional y permitiendo el uso eficiente de los recursos (ONU 2015).

Existe una relación positiva entre la universidad y la industria, de tal forma que las universidades son una de las principales fuentes de desarrollo del capital humano, del conocimiento y del desarrollo empresarial (Carlsson *et al.* 2002; Zahra y Newey 2009; Autio *et al.* 2011). Debido a que la mayoría de los proyectos de innovación alimentaria son de carácter embrionario, requieren una inversión sustancial de tiempo y dinero para su desarrollo e introducción al mercado, por lo que genera un riesgo de inversión alto (Demian 2001). Realizar una investigación que produzca tanto publicaciones académicas como innovaciones industriales resulta bastante desafiante tanto para la universidad como para los socios de la industria, sin embargo, la competencia entre industrias es el factor clave para la incorporación constante de la innovación mediante la colaboración de las universidades.

Según el programa aprobado de estudio del Institute of Food Technologist (IFT), los graduados en ciencia de alimentos deben ser competentes en áreas dedicadas a la ciencia de los alimentos, también deben integrar y aplicar sus conocimientos, deben demostrar liderazgo y ser comunicadores (IFT 2019). Actualmente se encuentran certificada 48 universidades de Latinoamérica y Estados Unidos, en la que el 55% de las universidades certificadas cuentan con un área destinada a la innovación de alimentos, mientras que el 45% no cuenta con un espacio para la realización de desarrollo de nuevos productos. La Escuela Agrícola Panamericana Zamorano estando certificada con la IFT, forma profesionales capaces de: transformar materias primas a productos con valor agregado, desarrollar y promover empresas agroindustriales, implementa proyectos de investigación o de inversión agroindustrial, también contribuye al desarrollo del sector rural agroindustrial, coordina y asesora proyectos y programas agroindustriales, además desarrolla nuevos productos, administra y controla la calidad de materias primas, y promueve la seguridad e inocuidad alimentaria (Universidad Zamorano 2019).

Como una de las características más importantes que se debe tomar en cuenta para el diseño de una planta es la flexibilidad, la flexibilidad se define como la capacidad del sistema para ajustarse rápidamente a cualquier cambio en los factores relevantes, como el producto, el proceso, las cargas y el fallo de la máquina (Mourtzis *et al.* 2012). El diseño de la planta de innovación es para la elaboración de nuevos productos de manera educativa, investigativa y como gestora de nuevas líneas de negocio, por lo tanto, se plantea añadir líneas de procesamiento que no son desarrollados actualmente en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, los equipos de las diferentes líneas de procesamiento son a pequeña escala debido que son para la investigación y educación, y de esa forma los estudiantes podrán desarrollar nuevos proyectos, partiendo desde la identificación de problemas hasta el desarrollo de soluciones centradas en el consumidor y de esta forma incentivar a la creación de prototipos y generar nuevos modelos de negocios.

El laboratorio de análisis sensorial es un área que complementa a la PIA, debido que los análisis sensoriales sirven para la evaluación de las características sensoriales de los nuevos productos y de esa forma determinar la aceptabilidad de los nuevos productos (Heymann y Lawless 2010). Según Carpenter (2000) el área para la realización de las evaluaciones de análisis sensorial debe contar con diferentes espacios como: el lugar para la evaluación sensorial donde se encontrarán cabinas para cada evaluador, también debe haber otro espacio para las evaluaciones sensoriales por grupos focales o para capacitaciones, y debe contar con una cocina experimental para la preparación de muestras (Espinoza 2007). La cocina experimental debe estar equipada con material para la realización de diferentes análisis sensoriales de diferentes productos, según (Cordero y Villegas 2017).

Los objetivos de la investigación fueron los siguientes:

- Diagnosticar los puntos de mejora del diseño actual de la Planta de Innovación de Alimentos y el Laboratorio de Análisis Sensorial.
- Diseñar conceptualmente la remodelación de la Planta de Innovación de Alimentos.
- Diseñar conceptualmente la remodelación del Laboratorio de Análisis Sensorial.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### **Localización de estudio**

Se realizó el diseño del plano conceptual para la Planta de Innovación de Alimentos, (PIA) del Departamento de Agroindustria Alimentaria (AGI) en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), Zamorano, ubicada en el kilómetro 30 de la carretera Tegucigalpa a Danlí, Honduras, donde se detallaron los planos de la planta, las áreas destinadas para la innovación, y el laboratorio de análisis sensorial.

### **Metodología**

El diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos (PIA) y el Laboratorio de Análisis Sensorial, se realizó con la ayuda de los siguientes programas informáticos:

- SketchUp 2020: Animación de la planta de innovación de alimentos.
- Layout: Dimensionamiento de la planta.
- Lucichart: Diseño de Flujo de proceso.
- Google Earth: Dimensionamiento del terreno

Inicialmente, se recopiló información de la Planta de Innovación de Alimentos (PIA) y el Laboratorio de Análisis Sensorial, así como los planos digitales de las diferentes áreas de la planta y del Laboratorio de Análisis Sensorial, que fue facilitado por el ingeniero civil, gerente de unidad del área de construcciones de la universidad. Asimismo, se realizó una observación cualitativa con la encargada de la Planta de Innovación de Alimento y del Laboratorio de Análisis Sensorial, en donde se identificaron los puntos de mejora de ambas áreas. también, se realizaron diferentes reuniones y discusiones sobre la ubicación actual y posible ampliación de la PIA y del laboratorio de análisis sensorial con el ingeniero civil, gerente de unidad de construcciones de la universidad y con la directora del departamento de Agroindustria Alimentaria.

Para determinar la distribución de las diferentes áreas dentro de la PIA y el Laboratorio de Análisis Sensorial se identificaron las necesidades actuales de ambos espacios. En el caso de la PIA se analizaron las líneas de producción existentes y se consideró agregar nuevas, de las cuales, se seleccionaron las líneas de producción más comercializadas a nivel centroamericano, en base a diferentes investigaciones sobre producción y consumo en Centroamérica y Latinoamérica también se consideró las dimensiones de los equipos para las nuevas líneas de producción y los equipos instalados en la planta, para el dimensionamiento de las áreas. A su vez, se tomaron consideraciones del Código de Regulaciones Federales de la Administración de medicamentos y alimentos, FDA (2019), según sus siglas en inglés. Además, se tomó en cuenta el Reglamento Técnico Centroamericano y normativas como las ISO 8589 (2007) para el diseño del laboratorio de análisis sensorial y el Manual para la Elaboración de Sensoriales de Camarón de la FAO (1999) Los cuales, establecen las medidas de los pasillos en la planta, distanciamiento entre equipos y paredes, espacio de trabajo por operación y por máquina, entre otros.

### Selección de terreno

La Planta de Innovación de Alimentos cuenta con un área superficial de 388.73 m<sup>2</sup>, al oeste de la planta se encuentra el Laboratorio de Microbiología de Alimentos y al este un espacio para estacionamiento y entrega de carga; al sur, dentro del mismo edificio, se encuentra el Laboratorio de Nutrición, y al norte se encuentra un camino; cómo se puede observar en el área remarcada de color amarillo en la Figura 1, con las coordenadas geográficas UTM: 498737.747E 1548561.078N 16P, se recomienda mantener el terreno actual debido a que se encuentra cerca a varias áreas de investigación que son complementarias al momento de realizar investigaciones o desarrollar un nuevo producto; cabe mencionar que la ubicación del Laboratorio de Análisis Sensorial que se encuentra remarcada en color negro en la Figura 1, con las coordenadas geográficas UTM: 498710.158E 1548557.23N 16P, se encuentra cerca de la planta por lo que se considera que tiene una posición estratégica,



	Planta de innovación de alimentos.
	Laboratorio de Análisis de Alimentos.
1	Laboratorio de Microbiología.
2	Salón de clases.
3	Laboratorio de nutrición.
4	Planta de procesamiento de lácteos.

Figura 1. Mapa de la ubicación actual de la Planta actual de Innovación de Alimentos en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.

Fuente: Google Earth, 2020.

### Disponibilidad de agua

La Escuela Agrícola Panamericana Zamorano cuenta con un sistema primario de captación de agua para Zamorano que consta de estructuras en nacientes que conducen el agua hasta tanques de almacenamiento, las principales nacientes de agua son la de La Reserva Biológica Uyuca y La Montañita de Santa Inés. Los tanques de almacenamiento distribuyen el agua hacia el campus de la EAP a través de tres válvulas de control y medición, sin embargo, la calidad de agua que proviene de estas nacientes no cumple con la Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable en Honduras, por lo tanto, la universidad cuenta con una potabilizadora de agua para garantizar su consumo (Güity 2009).

### **Disponibilidad de energía eléctrica**

La EAP cuenta con una red eléctrica que proviene de la ciudad de Tegucigalpa, sin embargo, Zamorano es consciente del cambio climático y de lo urgente que es realizar acciones que contribuyan a la mejora, por lo que cuenta con un parque solar de 2,940 paneles solares que generan el 30% de la energía eléctrica para toda la universidad (Ardón 2019).

### **Disponibilidad de terreno**

Zamorano cuenta con una extensión de más de 7,00 hectáreas, la PIA actualmente tiene un área superficial 388.73 m<sup>2</sup> donde se elaboran productos de panificación, sin embargo, el actual espacio tiene la posibilidad de ampliarse 89.89 m<sup>2</sup> en dirección al Laboratorio de Microbiología de Alimentos de Zamorano (LMAZ) y 70.18 m<sup>2</sup> en dirección al estacionamiento. Por otra parte, el espacio el Laboratorio de Análisis Sensorial cuenta actualmente con un área de 61.26 m<sup>2</sup> y con 60.59 m<sup>2</sup> para considerar una ampliación.

### **Manejo de desechos**

Zamorano cuenta con un equipo de recolección de desechos sólidos, los cuales son depositados y enterrados diariamente en el relleno sanitario que se encuentra dentro del campus. En el caso de los desechos líquidos, la universidad cuenta con un sistema de alcantarillado que desemboca en un separador de sólidos para luego pasar a un sistema de lagunas de estabilización que se encuentra en condiciones facultativas (Espinoza 2016).

### **Distribución de las áreas**

Zamorano cuenta con distintas plantas agroindustriales, orientadas a la investigación y aprendizaje de las siguientes áreas: Lácteos, Cárnicos, Semillas, Concentrados, Granos para el consumo humano, Hortofrutícola y Miel y sus derivados, donde se desarrollan investigaciones de acuerdo a sus líneas de producción, de esa forma, se propone ampliar las áreas de investigación implementando nuevas líneas de producción, para la distribución dentro de la planta, se tomaron en cuenta las operaciones unitarias y las diferentes líneas de procesamiento.

### **Recopilación de datos para la planta de innovación de alimentos y laboratorio de análisis sensorial**

Se realizó un inventario de la planta de innovación de alimentos, con la ayuda de la encargada de la planta, y se clasificaron los equipos entre bueno y malo. También se realizó una investigación sobre los principales rubros de alimentos que se comercializan en Centroamérica y de esa forma se realizó la propuesta para implementar nuevas líneas de investigación y desarrollo. Ya habiendo determinado las nuevas líneas de investigación se establecieron los diagramas de flujo por línea de investigación. De esta forma se agruparon los equipos por operación unitaria para la distribución de áreas de la PIA, por lo tanto, para el diseño de la PIA se hizo una revisión de diferentes legislaciones, como el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06, y Buenas prácticas de fabricación, envasado o conservación de alimentos humanos de la FDA.

### **Análisis de espacio para la planta de innovación de alimentos**

Se usó el método de análisis de Muther (1970) quien definió el procedimiento sistemático multicriterio y relativamente simple, con el objetivo de facilitar los problemas de distribución de áreas en plantas de diversa naturaleza. El método es aplicable en instalaciones industriales, locales comerciales, hospitales, entre otros. Mediante una serie de fases y técnicas que, como el propio autor describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

### **Análisis de movimiento de material y personal**

Se realizó un análisis de movimiento de material y personal conforme a las normas y a legislaciones revisadas, se realizó el diagrama de flujo conforme a las operaciones unitarias que se llevarán a cabo dentro de la planta de innovación de alimentos.

### **Análisis de equipos e insumos**

Conforme al inventario realizado en la planta de innovación de alimentos se realizó un listado de equipos existentes y nuevos, en el caso de los equipos nuevos se realizó una investigación por equipo para determinar su área, volumen y precio. De esa forma se ubicó los equipos según las legislaciones ya mencionadas.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### **Plano conceptual de la PIA y el Laboratorio de Análisis Sensorial**

El plano fue dimensionado conforme a las normativas establecidas por el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06, en el cual se establecen las normas y especificaciones para la construcción de un edificio para la preparación de alimentos y también se revisó las Buenas prácticas de fabricación, envasado o conservación de alimentos humanos de la FDA y el Reglamento General de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la República de Honduras, el cual menciona los parámetros necesarios para cumplir con la seguridad ocupacional. También se consideró las especificaciones de la ISO 8589 para la modificación del Laboratorio de Análisis Sensorial.

#### **Ubicación**

Actualmente, la planta de innovación de alimentos cuenta con área superficial de 388.73 m<sup>2</sup> en donde se elaboran productos de panificación del módulo de Aprender Haciendo Procesamiento de Granos para el Consumo Humano, sin embargo, el área que se ocupa para el procesamiento no es suficiente para poder incluir las nuevas áreas a la planta, por este motivo se propone aumentar el área superficial de 89.89 m<sup>2</sup> hacia el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de Zamorano (LMAZ) y 30.32 m<sup>2</sup> en dirección al estacionamiento. Con esta ampliación se ubicaría un área destinada para las siguientes áreas: bodega de equipos, bodega de materia prima seca, cuarto de refrigeración de materia prima húmeda y cuarto de ambiente controlado. Actualmente, la ubicación de los equipos del módulo de Procesamiento de Granos para el Consumo Humano ocupa gran parte del área de producción, por lo que no permite el desarrollo adecuado de las líneas de producción existentes dentro de la planta, por este motivo, en el nuevo diseño propuesto se considera una separación.

#### **Diseño**

El actual diseño de la planta tiene áreas compartidas con el módulo de aprender haciendo de procesamiento de granos para el consumo humano, por lo que la capacidad de personas dentro de la planta es de 15 a 20, pero esto se debe a que los módulos de aprender haciendo son toda la semana en dos turnos, un grupo en la mañana y otro en la tarde, en el nuevo diseño se contempló la capacidad de 10 estudiantes del sexo femenino y 10 del sexo masculino considerando la separación de la PIA y el módulo de producción de granos para el consumo humano.

El diseño de producción de la planta actualmente es un sistema lineal, sin embargo, el diseño lineal y no se consideró adecuado debido que una característica de los sistemas lineales es que son usados para mono – productos, es decir que solo producen una línea de producción. Además, debe contar con dos salidas que se encuentran opuestas, una de entrada de materia prima y la otra de productos terminados (Casp 2005). Esto difiere del diseño actual que solo tiene una salida, por lo tanto, el nuevo diseño conceptual fue realizado en base a una línea de producción en forma de U. Una de las ventajas de este sistema de producción es la posibilidad de la ampliación, con esta forma de producción se puede usar un lado de la planta para el ingreso de materia prima y entrega de producto terminado. Actualmente, la planta tiene limitaciones con respecto al espacio para recibo

de materia prima y entrega de producto terminado, debido que en la parte posterior de la planta se encuentra una carretera. Por tal motivo, no se puede ubicar una salida para entrega de materia prima o de producto acabado. Otro lado en el que la planta no puede ampliarse es la parte frontal debido a que esta se encuentra conectada por un sistema de pasillos que da a otros espacios. Por lo tanto, solo se cuenta con una cara lateral que es la que se encuentra hacia el sur, actualmente en este espacio se encuentra la entrada de materia prima, de esta forma aplicando el sistema en U se puede aprovechar el espacio y ubicar una puerta para la entrega de producto acabado (Figura 2).

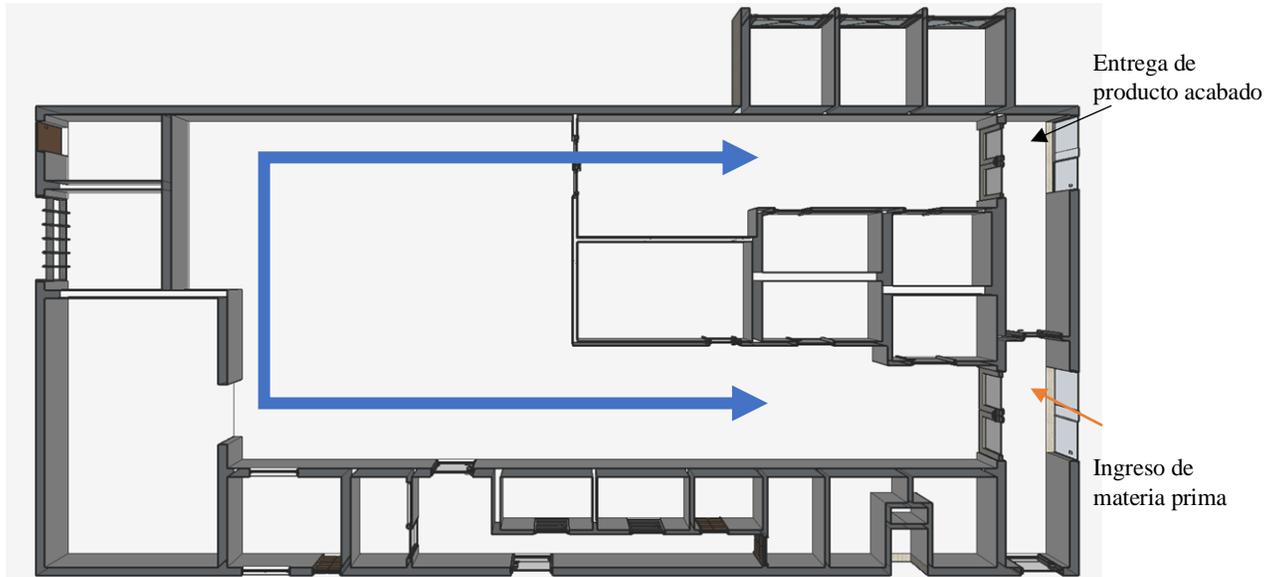


Figura 2. Nuevo diseño de la Planta de Innovación de Alimentos.

### Construcción

Según las reuniones realizadas con el ingeniero civil, gerente de construcciones de Zamorano y la directora de carrera se propone aumentar  $89.89 \text{ m}^2$  en dirección al norte,  $30.32 \text{ m}^2$  en dirección al sur y  $24 \text{ m}^2$  en dirección al este de la planta, el área remarcada en rojo en la Figura 3 es el área aumentada, esta decisión implicó un análisis sobre la posibilidad de mantener el techo actual de la planta de innovación de alimentos, de esa forma en conjunto con el gerente de construcciones se determinó que si existe la posibilidad de mantener el techo actual y aumentar más área en el nuevo diseño de la planta. Para la construcción se tomó en cuenta el grosor de las paredes en este caso se usaron 28 cm para las paredes externas y 15 cm para las paredes internas.

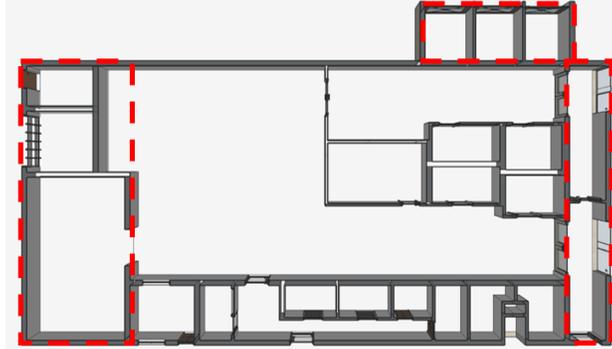


Figura 3. Nuevo diseño de la Planta de Innovación de Alimentos con áreas agregadas.

### **Ventanas, puertas y otras aberturas**

Actualmente la planta tiene un sistema de ventanas con dirección al norte, estas ventanas tienen una estructura de puertas corredizas y cuentan con mallas contra insectos, estas ventanas se encuentran justamente en el área de producción. Según el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 2013) las ventanas que se encuentren en el área de producción no deben tener aberturas, por lo tanto, en el nuevo diseño se eliminó todas las ventanas que se encuentra en el área de producción. También se eliminaron las ventanas que se encuentran en la pared sud de la planta ya que en el nuevo diseño se ha agregado un pasillo cerrado.

### **Pisos**

Actualmente la planta tiene un piso que esta recubierto de baldosas que son denominados Quarry tile, este es un producto que debe tener mantenimiento constante, por lo tanto, ahora el piso se encuentra deteriorado, cabe mencionar que la planta ya tiene 15 años de construcción. Según el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 2013) los pisos no deben tener grietas ni irregularidades en su superficie o uniones, por lo que la planta no cumple con este punto del reglamento. Como solución a este problema se tomó la decisión de cambiar el piso y colocar un recubrimiento del material denominado uretano, este material es muy recomendado por sus ventajas en la industria de alimentos.

### **Ventilación**

Actualmente la planta de innovación tiene un sistema de ventilación de extracción e inyección de aire. Sin embargo, el sistema de ventilación no es el adecuado para el diseño de la planta, y de esta forma las temperaturas no son adecuadas, por lo tanto, no cumple con las regulaciones, debido que en esta se menciona que dentro de una planta debe existir ventilación adecuada para: evitar el calor excesivo, permitir la circulación de aire suficiente, evitar la condensación de vapores y eliminar el aire contaminado de las diferentes áreas. Por lo tanto, se propone buscar apoyo de un ingeniero eléctrico para la solución de este problema.

Se propone la incorporación de un cuarto de temperatura controlado para la preparación de mariscos y pescados, la cual deberá contar con un compresor de aire para mantenerla a una temperatura de 10 °C, de la misma forma, el área de empaque contará con un sistema de ventilación individual.

### **Iluminación**

Actualmente, la planta cuenta con iluminación natural e iluminación artificial, sin embargo, en el nuevo diseño se propone quitar totalmente la iluminación natural, por lo tanto, según la normativa Centroamericana el interior de la planta deberá estar iluminado ya sea con luz natural o artificial, de forma tal que posibilite la realización de las tareas y no comprometa la higiene de los alimentos; o con una mezcla de ambas que garantice una intensidad mínima de:

- 540 Lux (50 candelas/pie<sup>2</sup>) en todos los puntos de inspección.
- 220 Lux (20 candelas/pie<sup>2</sup>) en locales de elaboración.
- 110 Lux (10 candelas/pie<sup>2</sup>) en otras áreas del establecimiento.

Por lo tanto, se calculó la cantidad de focos por área, según Andres (2018), las bombillas LED son las más adecuadas para una planta de alimentos, esto se debe a que el material que contienen no es tóxico, evita el crecimiento de bacterias, garantiza la limpieza diaria y se puede usar a bajas temperaturas. Por esos motivos se aconseja usar este tipo de bombilla para la planta de alimentos, sin embargo, se debe hacer un estudio más a fondo del sistema eléctrico de la planta para poder implementar este tipo de iluminación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de focos por área de trabajo.

<b>Área</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Lúmenes por área</b>	<b>Cant. De focos</b>
Recibo de materia prima	11.80	5192	2
Selección y acondicionamiento	36.09	15815	6
Mezclado	19.57	10955	5
Formado	17.36	8363	4
Secado	29.07	14855	4
Cocido y pasteurizado	49.26	22640	6
Empaque	47.47	17738	5
Oficina	10.85	1173	1
Vestuarios	10.25	846	2
Área de desinfección	7.88	1302	2
Baños	9.25	900	2
Bodega de materiales	48.78	10732	4
Cuartos de refrigeración	7.6	912	1
Cuarto de congelación	7.71	925	1
Bodega de ingredientes	7.23	8049	2

### **Instalaciones sanitarias**

Para la instalación sanitaria dentro de la Planta de Innovación de Alimentos se consideró una cantidad de 20 personas. Sujeto a la legislación del Reglamento Técnico Centro Americano, donde se menciona que por cada 20 personas debe haber inodoros, lavamanos y urinarios, la cantidad de cada uno deberá ser uno para el género masculino y uno para el género femenino. Situando los baños en la parte posterior de los vestidores. En los vestidores se encontrarían los casilleros para estudiantes. El pasillo para ingresar a la planta actualmente cuenta con un espacio para el lavado de manos, sin embargo, no cuenta con un espacio para el lavado de botas, por lo tanto, en el nuevo diseño de la planta se implementó estos espacios para contribuir con las buenas prácticas de manufactura.

### **Escala**

El escalamiento según Amaya y Pedroza (2008), es importante, para poder reproducir a escala industrial, los productos que fueron realizados a escala de investigación, y convertir un proceso de su escala de investigación a una escala industrial. Por lo tanto, la planta está diseñada para una producción en tandas con masa total de 5 a 60 kg, el diseño y el equipamiento está estructurado para generar áreas de investigación, por lo tanto, el tamaño de los equipos es a pequeña escala o llamado también escala de laboratorio. Normalmente, los equipos a pequeña escala son costosos por su capacidad de producción, pero eso se debe a que hay mayor ingeniería y mano de obra involucrados en el diseño y la fabricación a pequeña escala que a gran escala (Clark 2012).

### **Líneas de procesamiento de alimentos**

La planta de innovación de alimentos apoya a las Plantas de Procesamiento de Lácteos, Cárnicos, Miel, Granos, Frutas y Verduras, y tiene siete líneas de producción que se detallan a continuación:

- Vegetales cortados
- Elaboración de helados
- Elaboración de queso
- Productos ahumados
- Productos fritos
- Bebidas naturales
- Productos deshidratados

### **Propuestas de innovación**

Según el informe del CEIE (2019), hubo un crecimiento en las actividades económicas de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y la pesca de un 1.9% y contribuyó al crecimiento un 0.2%. siendo para la industria manufacturera un 2.7% en la variación anual, esto contribuyó al crecimiento de 0.4% en el 2018. Por lo tanto, es importante apoyar la investigación para seguir generando ingresos. De esta forma, se plantea aumentar nuevas líneas de producción que son altamente consumidas en Centroamérica con la finalidad de aumentar las áreas de investigación en lo estudiantes.

La planta de innovación tendría capacidad de cubrir líneas de producción en:

- Bebidas carbonatadas y fermentadas
- Confitería, dulces y chocolates.
- Mariscos y pescados
- Productos secos y molienda

### Bebidas carbonatadas y fermentadas

Las bebidas carbonatadas o bebidas con gas constituyen la mayor parte de la industria mundial de refrescos, según Mendoza (2018). el consumo de bebidas carbonatas generó un valor de alrededor de 57 mil millones de dólares en América Latina y se espera que aumente alrededor de 64 mil millones de dólares para el 2023. Como se puede ver en la Figura 4 y 5, se plantea un diagrama de flujo para la elaboración de bebidas carbonatadas, y en los Cuadros 2 y 3 se especifican los equipos que se deben de implementar para los flujos mencionados.

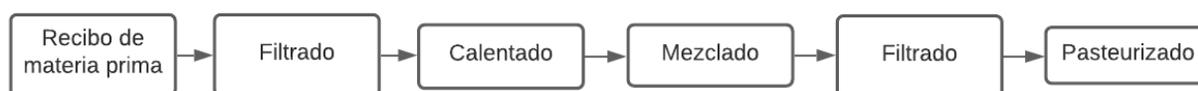


Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de jarabe para las bebidas carbonatadas.

Fuente: (Maticorena 2016)

Cuadro 2. Descripción de equipos para la elaboración de jarabe.

Cantidad	Equipo	Capacidad
1	Balanza	60 kg
1	Marmita	40 L
1	Mezclador	40 L
1	Pasteurizador	50 L

Cuadro 3. Descripción de equipos para la elaboración de bebidas carbonatadas.

Cantidad	Equipos	Capacidad
1	Desaireador	20 L
1	Carbonatador	20 L

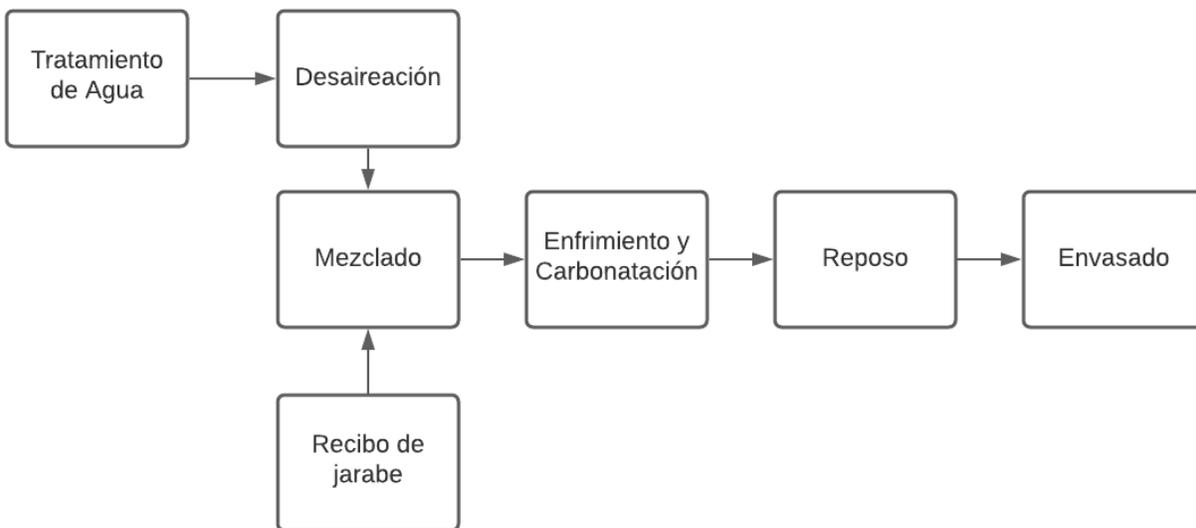


Figura 5. Flujo de elaboración de bebidas carbonatadas.  
Fuente: (Ashurst 2016)

### **Bebidas fermentadas**

Uno de los productos más representativos de las bebidas fermentadas es la producción de cerveza. En los primeros tres meses de 2020 el principal importador de cerveza en Centroamérica continuó siendo Guatemala, con USD 21 millones, seguido de Panamá, con USD 13 millones, Honduras, con USD 12 millones, El Salvador, con USD 5 millones, Costa Rica, con USD 5 millones y Nicaragua, con USD 600 mil (Central America Data 2020). Las bebidas fermentadas se pueden preparar de una variedad de materiales que contienen azúcar como cereales, jugos de frutas y vegetales, té y leche. Así, las bebidas fermentadas obtenidas de diferentes fuentes son cerveza de cebada, kéfir de granos de kéfir, vino de uvas, sidra de manzanas, sake de arroz, hidromiel de miel y otras bebidas fermentadas como los probióticos (Kaur *et al.* 2019). Como se puede ver en la Figura 6, se plantea el diagrama de flujo para la elaboración de bebidas fermentadas, y el Cuadro 4 se especifican los equipos que son necesarios para la implementación de esta nueva línea.

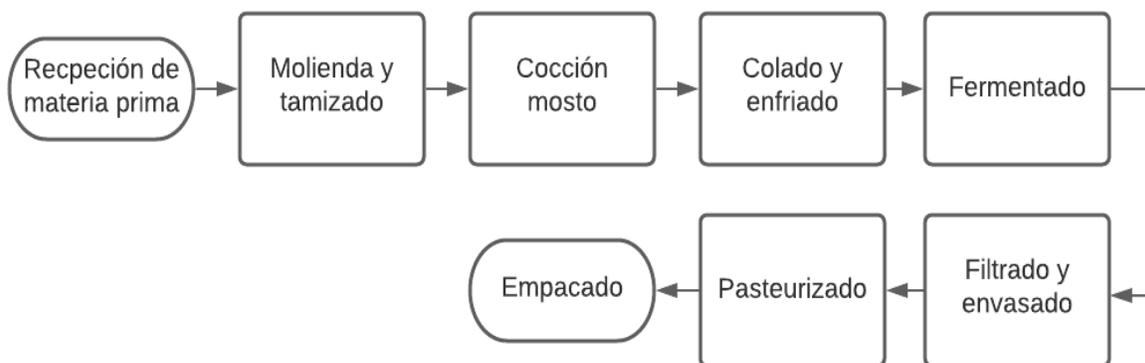


Figura 6. Diagrama de flujo para la elaboración de bebidas fermentadas de soya.  
Fuente: (Rojas *et al.* 2018).

Cuadro 4. Descripción de equipos para la elaboración de fermentado de soya.

Cantidad	Equipo	Capacidad
1	Molino	15 kg
1	Tamiz	1 kg
1	Marmita	50 kg
1	Fermentadora	20 L
1	Pasteurizador	50 L
1	Empacadora de líquidos	20 L

### Confitería y chocolates

Los caramelos son productos obtenidos por la transformación sufrida por el azúcar y otras materias primas que son calentadas a altas temperaturas para luego ser enfriadas, por otro lado, la obtención materia prima para la elaboración de chocolate es más complejo, sin embargo, la industria de los dulces y chocolates cada vez ha ido innovando y cambiando algunos ingredientes con la finalidad de ofrecer productos que cumplan con los requerimientos del consumidor. Actualmente son productos altamente consumidos a nivel mundial, según el informe del CentralAmericaData (2019) los países centroamericanos lograron importaron 167.9 millones de dólares en confites y chocolates en primer semestre del 2019, en el caso de honduras llego a importar hasta 26.7 millones de dólares. Como se puede ver el en la Figura 7 y 8 se plantea ejemplos de diagrama de flujos para la elaboración de caramelos y chocolates, y en los Cuadros 5 y 6 se especifican los equipos que se deben de implementar para los flujos mencionados.

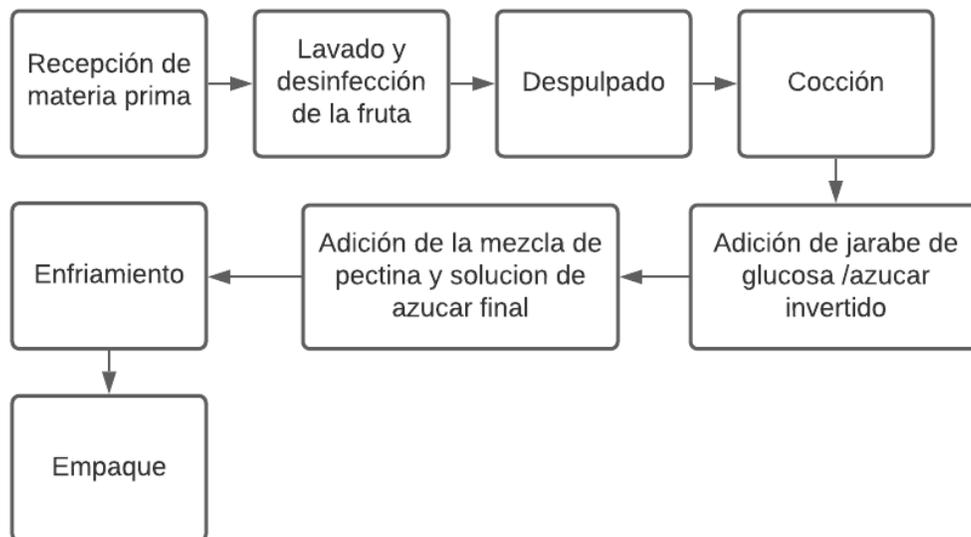


Figura 7. Diagrama de flujo para la elaboración de confite duro.  
Fuente: (Bastidas y Rodríguez 2009).

Cuadro 5. Descripción de equipos para la elaboración de confite duro.

<b>Cantidad</b>	<b>Equipos</b>	<b>Capacidad</b>
1	Balanza	60 kg
1	Tanque de lavado	100 L
1	Despulpador	30 kg
1	Marmita	40 L
1	Mezclador	40 L
1	Formador de caramelos	75 kg

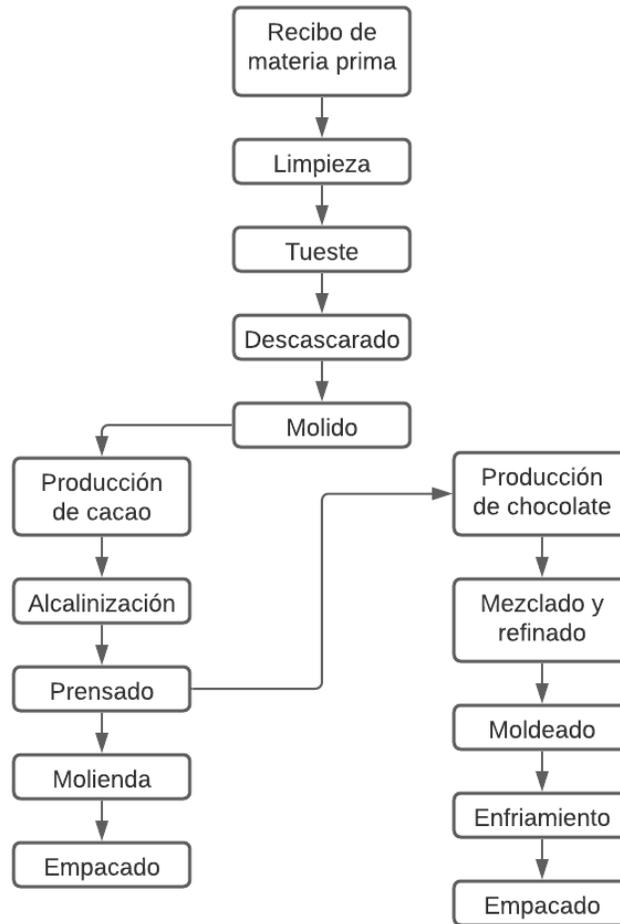


Figura 8. Diagrama de flujo para la elaboración de chocolate.

Cuadro 6. de equipos para la elaboración de chocolate.

Cantidad	Equipo	Capacidad
1	Tostador	30 kg
1	Descascarado	50 kg
1	Molino de cacao	50 kg
1	Prensa	8 kg
1	Bandeja de fundición	20 kg

### Producción de camarones y tilapia

Según el Banco Central de Honduras el 2020, Honduras exportó hasta 164.2 millones de Dolarea el 2019, por otro lado, en el 2020 también se exportó hasta 866.7 millones de dólares de tilapia. El camarón y la tilapia en Honduras son uno de los principales productos de exportación en comparación con otros países centroamericanos. Como se puede ver en la Figura 9, se plantea un diagrama de flujo para la elaboración camarón y en el Cuadro 7 se especifican el equipo que se deben de implementar para el procesamiento de camarón.

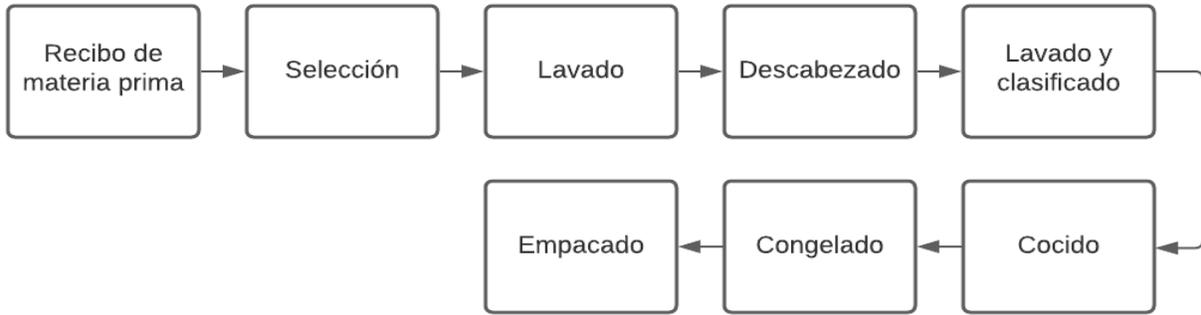


Figura 9. Descripción del flujo de preparación de camarón cocido.  
Fuente: (Villao 2019)

Cuadro 7. Descripción de equipos para la elaboración de camarón.

Cantidad	Equipo	Capacidad
1	Tolva de lavado	50 L

### Diagrama de flujo de movimiento de personal

En la Figura 10 se muestra cómo debe ser el movimiento de los estudiantes dentro de la planta de innovación de alimentos, las flechas de color azul es el movimiento únicamente en área cocida, y las flechas de color anaranjado simboliza el movimiento de los estudiantes en el área cruda.

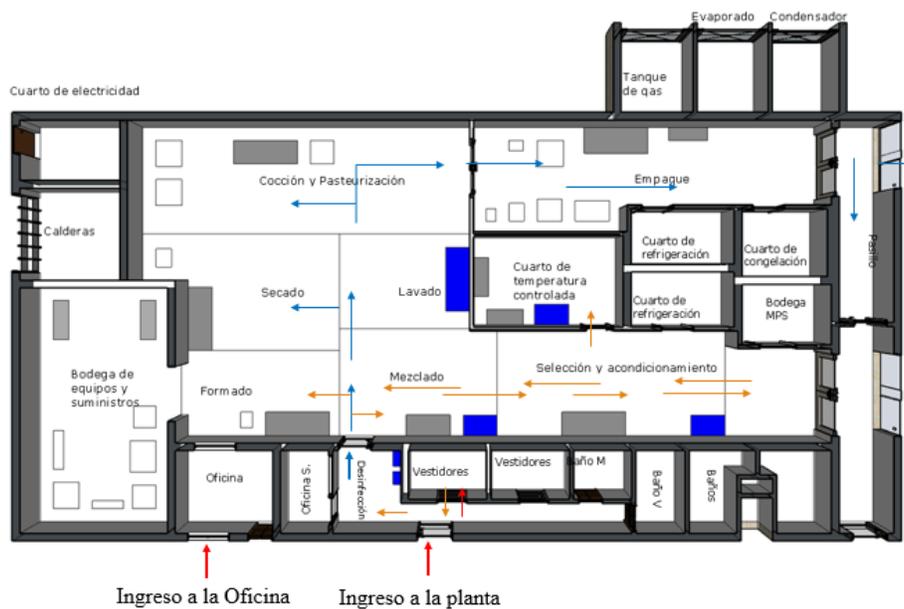


Figura 10. Movimiento del personal en el nuevo diseño de la planta de innovación de alimentos.

## Flujo de proceso general de la planta

En el flujo de proceso de la Figura 11, se detalla cada uno del procedimiento que seguirá según las operaciones unitarias desde que se ingresa la materia prima hasta que se empaqa. Para el flujo se usó la simbología de la norma ISO 9000, la cual asigna los símbolos en base a su proceso (CEN 2001).

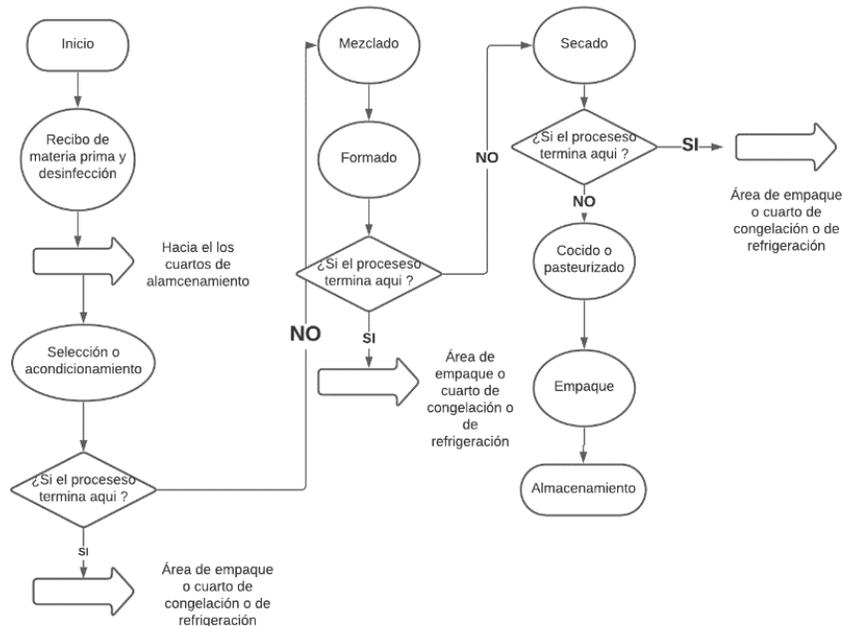


Figura 111. Descripción del flujo de proceso, generalizado de la planta de innovación de alimentos.

## Análisis de áreas y dimensionamiento de espacios en la planta

El dimensionamiento general de la planta estaría basado en los espacios individuales de cada área. Se identificaron dentro del actual Planta de Innovación de Alimentos las operaciones unitarias mencionadas en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Distribución de área en la Planta de Innovación de Alimentos.

Número	Operaciones Unitarias
1	Selección y acondicionamiento de materia prima
2	Mezclado
3	Formado
4	Secado
5	Cocción y Pasteurizador
6	Empaque
7	Enfriamiento y congelamiento

### **Análisis de proximidad de áreas**

Se realizó un estudio de proximidad entre las áreas, usando variables de proximidad en el diagrama de Muther. Este tipo de distribución es un método sistemático para la configuración de plantas industriales. El objetivo de este sistema es relacionar las áreas que intervienen en la fabricación de un producto y la relación que existe entre sí. De esta manera se reducen los tiempos de distribución entre los departamentos para aumentar la productividad de manera considerable. En el Cuadro 9 de proximidad se detallan las variables que se pueden asignar a la interacción de las diferentes áreas.

Cuadro 9. Variables de cercanía para la ubicación de las áreas de la planta.

<b>Variables de proximidad</b>		
<b>Variables</b>	<b>Relación</b>	<b>Color</b>
A	Absolutamente necesario	Rojo
E	Especialmente necesario	Amarillo
I	Importante	Verde
O	Ordinario	Azul
U	No Importante	
X	No deseable	Marrón

### **Diagrama de Muther**

Muther (1970) definió este procedimiento sistemático multicriterio y relativamente simple, con el objetivo de facilitar los problemas de distribución de áreas en plantas de diversa naturaleza. El método es aplicable en instalaciones industriales, locales comerciales, hospitales, entre otros. En el diagrama se mencionan las áreas más importantes de la planta por las que circula el producto y se realiza la asignación de las variables de proximidad detalladas en el Figura 12. Siguiendo

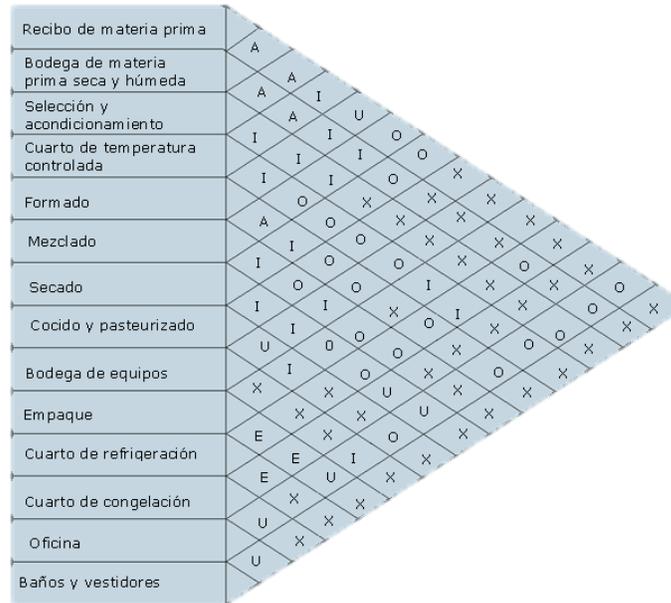


Figura 12. Diagrama de Muther para el ordenamiento o ubicación de las áreas de la planta.

Siguiendo con la metodología para la asignación de la distribución de las áreas en la planta, se procede a cuantificar las variables asignadas para cada zona de producción, como se detalla en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Cuadro resumen del número de variables asignadas a cada área.

Áreas de la planta procesadora	Variables de cercanía						Total
	A	E	I	O	U	X	
1 Recibo de materia prima	2	0	1	3	1	6	13
2 Bodega de materia prima seca y húmeda	3	0	2	3	0	5	13
3 Selección y acondicionamiento	2	0	3	1	0	7	13
4 Cuarto de temperatura controlada	1	0	5	5	0	2	13
5 Formado	1	0	4	4	1	3	13
6 Mezclado	1	0	4	5	0	3	13
7 Secado	0	0	4	5	2	2	13
8 Cocido y pasteurizado	0	0	2	4	1	6	13
9 Bodega de equipos	0	0	3	2	1	7	13
10 Empaque	0	2	2	2	1	6	13
11 Cuarto de refrigeración	0	2	1	4	1	5	13
12 Cuarto de congelación	0	2	0	0	1	10	13
13 Oficina	0	0	1	6	4	2	13
14 Baños y vestidores	0	0	0	0	1	12	13

Cada una de las variables tiene asignado un valor numérico que representa la importancia de la interacción de cercanía entre las áreas. Siendo 10,000 absolutamente necesario y negativo 10,000

no deseable (Cuadro 11). A su vez, se realizó la cuantificación individual de las áreas detalladas en el Cuadro 12.

Cuadro 11. Valor numérico de las variables de cercanía.

<b>Variable</b>	<b>Valor Numérico</b>
A	10,000
E	1,000
I	100
O	10
U	0
X	-10,000

Cuadro 12. Cuantificación de variables por áreas.

<b>Áreas de la planta procesadora</b>	<b>A</b>	<b>E</b>	<b>I</b>	<b>O</b>	<b>U</b>	<b>X</b>	<b>Total</b>
	<b>10000</b>	<b>1000</b>	<b>100</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>-10000</b>	
1 Recibo de materia prima	20000	0	100	30	0	-60000	-39870
2 Bodega de materia prima seca y húmeda	30000	0	200	30	0	-50000	-19770
3 Selección y acondicionamiento	20000	0	300	10	0	-70000	-49690
4 Cuarto de temperatura controlada	10000	0	500	50	0	-20000	-9450
5 Formado	10000	0	400	40	0	-30000	-19560
6 Mezclado	10000	0	400	50	0	-30000	-19550
7 Secado	0	0	400	50	0	-20000	-19550
8 Cocido y pasteurizado	0	0	200	40	0	-60000	-59760
9 Bodega de equipos	0	0	300	20	0	-70000	-69680
1 Empaque	0	2000	200	20	0	-60000	-57780
0							
1 Cuarto de refrigeración	0	2000	100	40	0	-50000	-47860
1							
1 Cuarto de congelación	0	2000	0	0	0	-100000	-98000
2							
1 Oficina	0	0	100	60	0	-20000	-19840
3							
1 Baños y vestidores	0	0	0	0	0	-120000	-20000
4							

### **Distribución de equipos por áreas de operaciones unitarias en la planta de innovación de alimentos**

Se distribuyeron los equipos y en diferentes áreas de operaciones unitarias tomando en cuenta el tamaño y la distribución de las diferentes áreas conforme a la distribución de los equipos y sus necesidades.

### Selección y acondicionamiento

En esta área se agruparon los equipos que tienen la función de realizar la selección y acondicionamiento de la materia prima que ingresa a la planta. Se tomó en cuenta los equipos ya existentes en planta y los nuevos equipos de las nuevas líneas de producción (Cuadro 13), el área de trabajo es de 36.09 m<sup>2</sup> en el que se encontrará una tolva de lavado la tolva de lavado se encuentra identificada con el color celeste y en color gris las mesa, la ubicación de esta área está resaltada en color rojo en la Figura 13.

Cuadro 13. Descripción de equipos para la operación unitaria de selección y acondicionamiento.

Cantidad	Equipo	Capacidad
2	Bascula	30 kg
1	Bascula	60 kg
1	Cámara de clima constante	20 kg
1	Cortador de verduras	150 kg
1	Desaireador	15 L
1	Descascaradora	50 kg
1	Despulpador	30 kg
1	Escaldadora de vegetales	20 kg
1	Extractor de aceite	20 L
1	Molino mecánico	15 kg
1	Molino para cacao	50 kg
1	Prensa para extracción de chocolate	8 kg
1	Tolva de lavado	50 L

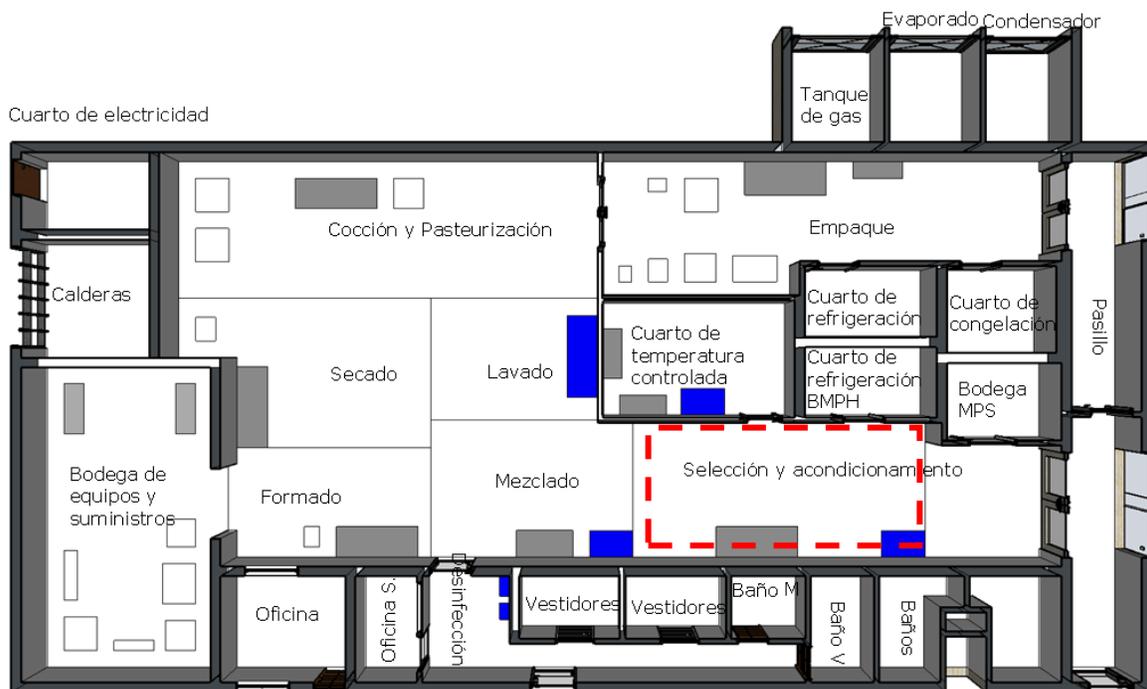


Figura 13. Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos.

## Mezclado

El área de mezclado se encontraría equipada con lo mencionado en el Cuadro 14, en este se encuentran agrupados los equipos existentes y nuevos de la planta. Sin embargo, algunos equipos se encontrarán fuera del área de proceso y se ubicarán en la bodega, eso dependiendo de la necesidad de la investigación. El área de trabajo es de 19.57 m<sup>2</sup> en la que se encontrarían fijadas una mesa y una tolva de lavado, se encuentra remarcado de color rojo en el nuevo diseño (Figura 14).

Cuadro 14. Descripción de equipos para la operación unitaria de mezclado.

Cantidad	Equipos	Capacidad
1	Batidora de mesa	5 L
2	Batidora Industrial	20 L
1	Licuada industrial	20 L
1	Mezclador	25 L

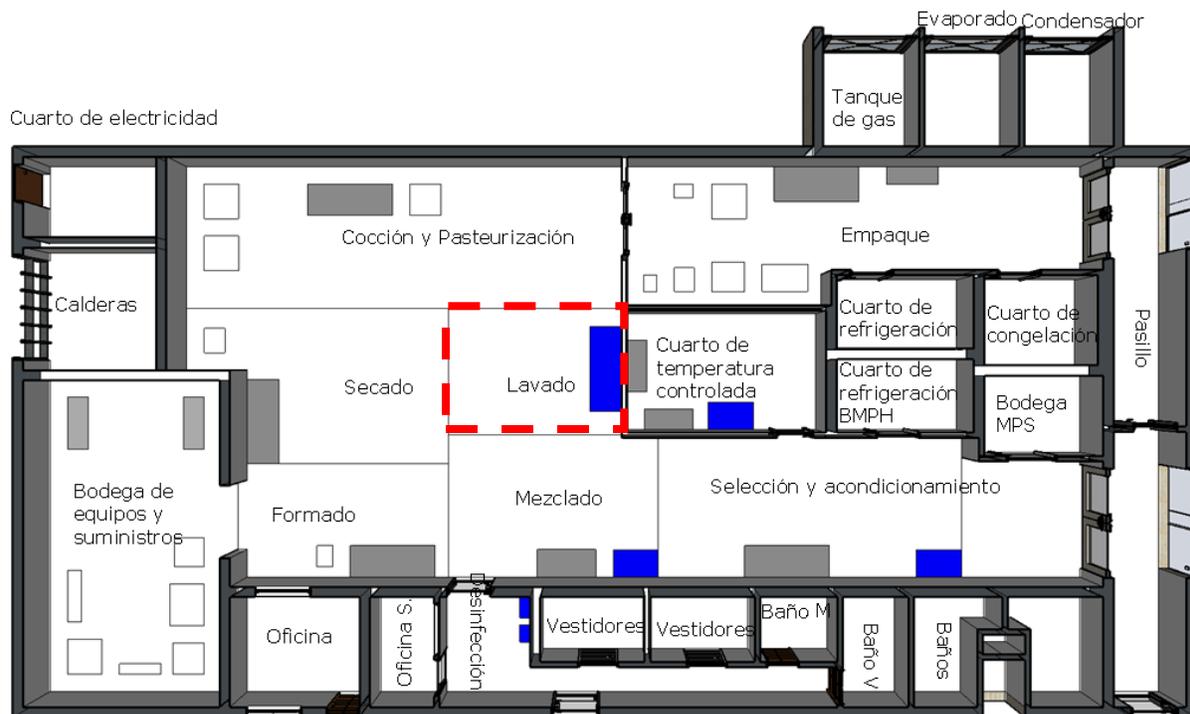


Figura 14. Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos.

## Formado

El área de formado se encontraría equipada con los equipos mencionados en la Cuadro 15, en este se encuentran agrupados los equipos existentes y nuevos de la planta. Sin embargo, algunos equipos se encontrarán fuera del área de proceso y se ubicarán en la bodega eso dependiendo de la necesidad de la investigación. El área de trabajo es de 17.36 m<sup>2</sup> en la que se encontraría fijada una mesa y una tolva de lavado, se encuentra remarcado de color rojo en el nuevo diseño en la Figura 15.

Cuadro 15. Descripción de Equipos para la operación unitaria de formado.

Cantidad	Equipos	Capacidad
1	Amasadora	20 L
1	Cúter	20 kg
1	Máquina para hacer helados	2 L
1	Quesera industrial	200 L

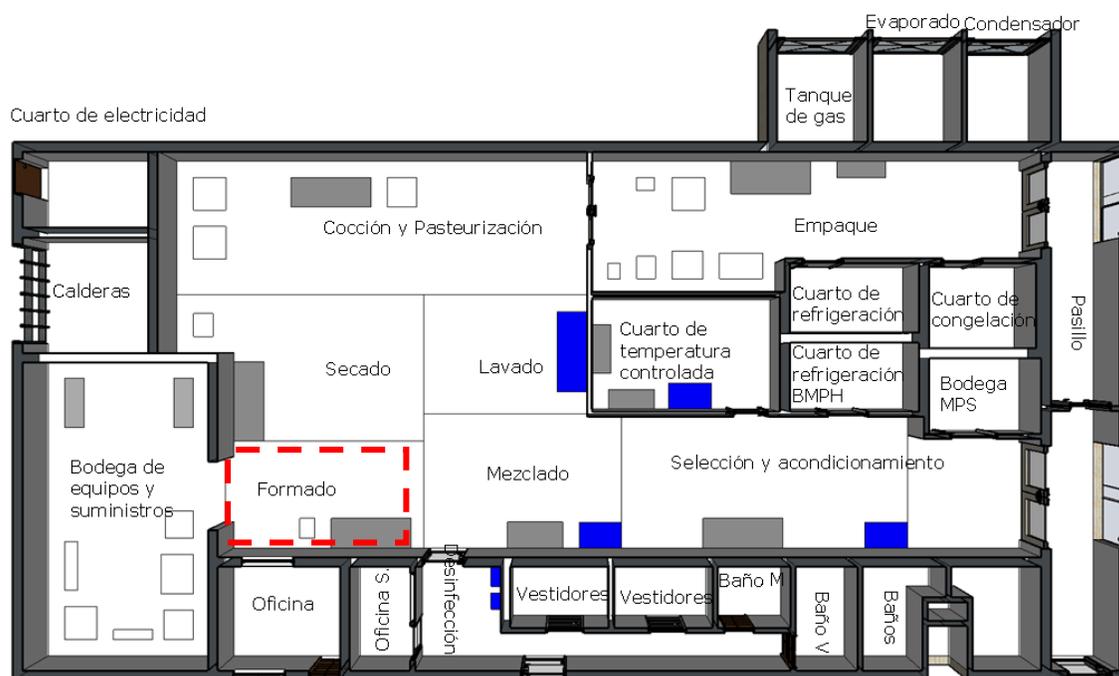


Figura 15. Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos.

### Secado

El área de secado contará con los equipos mencionados en el Cuadro 16, los equipos mencionados se encuentran agrupados entre los equipos existentes y nuevos. Sin embargo, algunos equipos se encontrarán fuera del área de proceso y se ubicarán en la bodega eso dependiendo de la necesidad de la investigación. El área de trabajo para secado es de 29.07 m<sup>2</sup> en la que se encontrará fija una mesa, se encuentra remarcado de color rojo en el nuevo diseño en la Figura 16.

Cuadro 166. Descripción de Equipos para la operación unitaria de secado.

Cantidad	Equipo	Capacidad
1	Deshidratador	15 kg
1	Liofilizador	22 kg
1	Liofilizador AdVantage Pro	6 L
1	Secador de Tambor	10 kg
1	Secador en spray	2 L

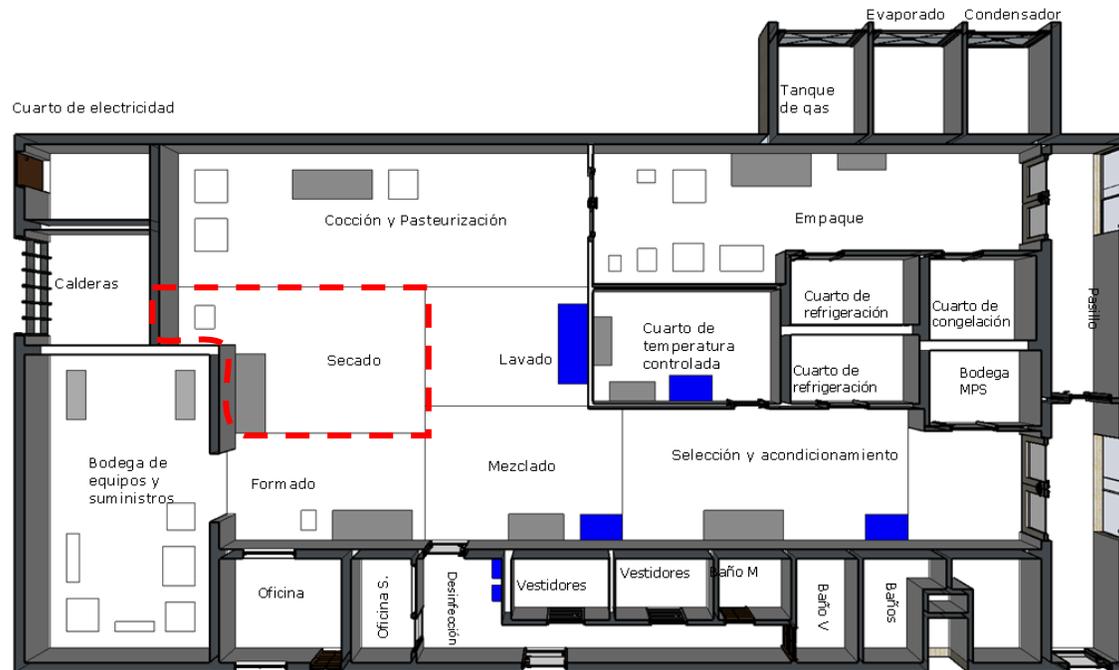


Figura 16. Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos.

### Cocción y pasteurizado

El área de cocido y pasteurizado contará con los equipos mencionados en el Cuadro 17, los equipos mencionados se encuentran agrupados los equipos existentes y nuevos. Sin embargo, algunos equipos se encontrarán fuera del área de proceso y se ubicarán en la bodega eso dependiendo de la necesidad de la investigación. El área de trabajo es de 49.26 m<sup>2</sup> en la que se encontrará fija una mesa, se encuentra remarcado de color rojo en el nuevo diseño (Figura 17).

Cuadro 17. Descripción de Equipos para la operación unitaria de cocción y pasteurización.

Cantidad	Equipo	Capacidad
1	Ahumador	76 L
1	Bandeja de fundición	20 L
1	Calentador de agua	14 L
1	Carbonatador	20 L
1	Estufa de 4 quemadores	30000 btu por quemador
1	Estufa de 1 quemador	30000 btu por quemador
1	Fermentador de bebidas	20 L
1	Freidora	23 kg
1	Marmita eléctrica	283 kg
1	Marmita a vapor	45 L
1	Microondas	42 L
1	Pasteurizador	50 L

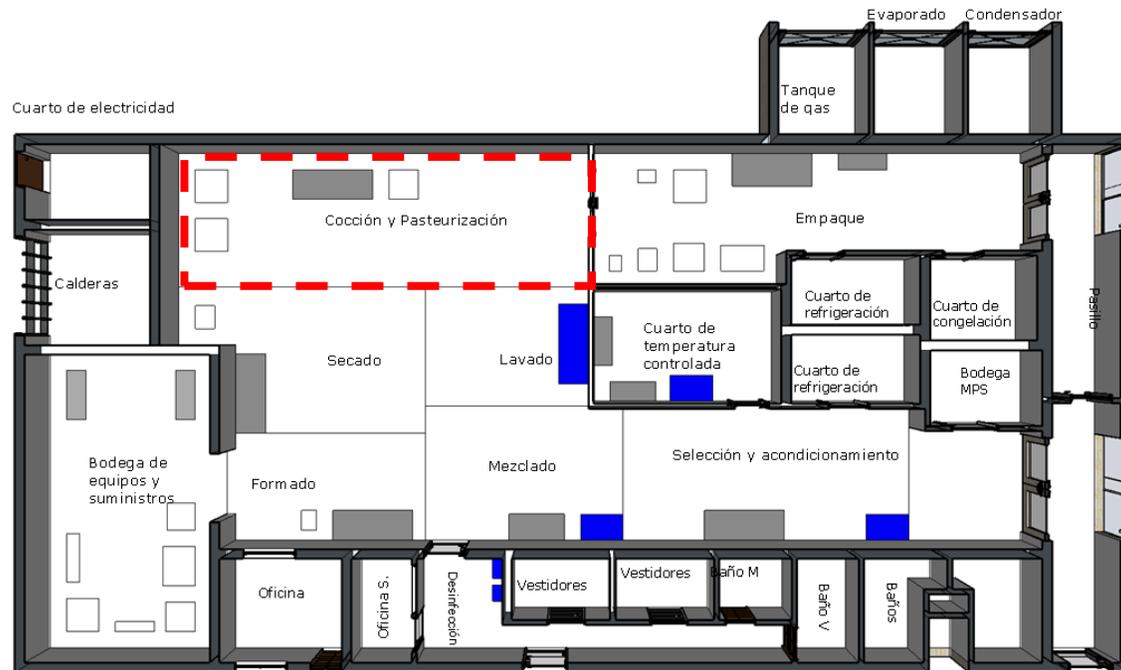


Figura 17. Diseño conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos.

### Empaque

El área de empaque contará con los equipos mencionados en el Cuadro 18, los equipos mencionados se encuentran fijamente en su área correspondiente. El área de trabajo es de 47.47 m<sup>2</sup> en la que se encontrará fija una mesa, el área correspondiente se encuentra remarcado de color rojo en el nuevo diseño en la Figura 18.

Cuadro 18. Descripción de Equipos para la operación unitaria de empaque.

Cantidad	Equipos	Capacidad
1	Autoclave	30 piezas mínimo
1	Empacadora al vacío de bolsas en atmósfera modificada	47 kg
1	Empacadora al vacío de bandejas	4 bandejas por tanda
1	Empacadora de productos líquidos	2100 bolsas × hora
1	Llenadora industrial de contrapresión	20 L
1	Selladora doble de latas	20 kg
1	Selladora eléctrica	200 bolsas por mes
1	Termo selladora semi automática	1 bolsa por tanda

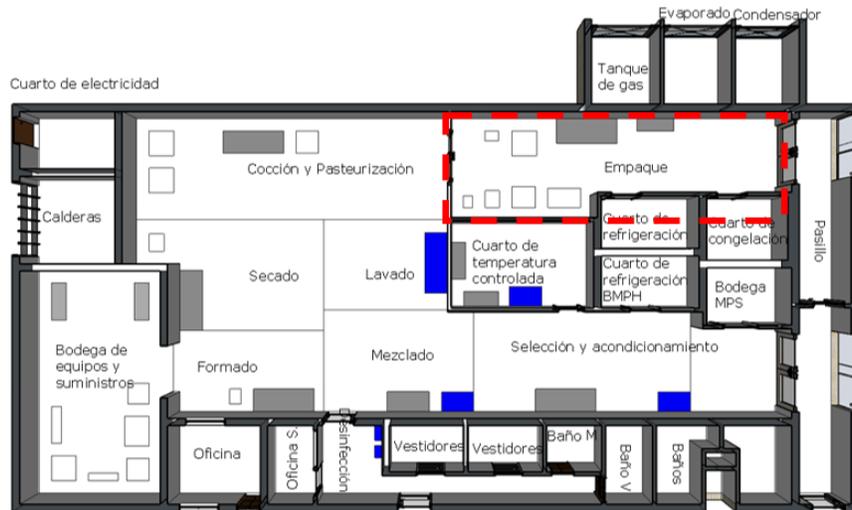


Figura 18. Diseño de la nueva Planta de Innovación de Alimentos.

### Sistema de enfriamiento

El nuevo diseño de la planta cuenta con un sistema de enfriamiento, mediante el uso de cuartos fríos y de congelamiento, los equipos mencionados en el Cuadro 19 se encontrarán fijamente en el área de proceso debido que son usados constantemente en las líneas de producción.

Cuadro 17. Descripción de equipos para el sistema de enfriamiento.

Cantidad	Equipo	Capacidad
1	Blast freezer	30 L
2	Cuarto de refrigeración	120 kg
2	Cuartos de congelación	120 kg
1	Máquina para hacer hielo	454 kg

### Servicios

La planta contaría con diferentes servicios para cumplir con las necesidades de limpieza y funcionamiento de los equipos y las líneas de producción, las cuales son: agua, gas, electricidad, vapor, agua caliente, internet. En el diseño de la planta de innovación se encuentra integrados espacios que solo tienen salida hacia el exterior de la planta para no correr riesgos de futuros accidentes, se encuentra dividido por paredes, el cuarto para las calderas y la electricidad se encuentran en dirección al laboratorio de análisis microbiológico, en el caso del espacio para los condensadores, compresores y tanques de gas. Los equipos que brindarían este servicio se ubicarían en la parte remarcada de la Figura 19.

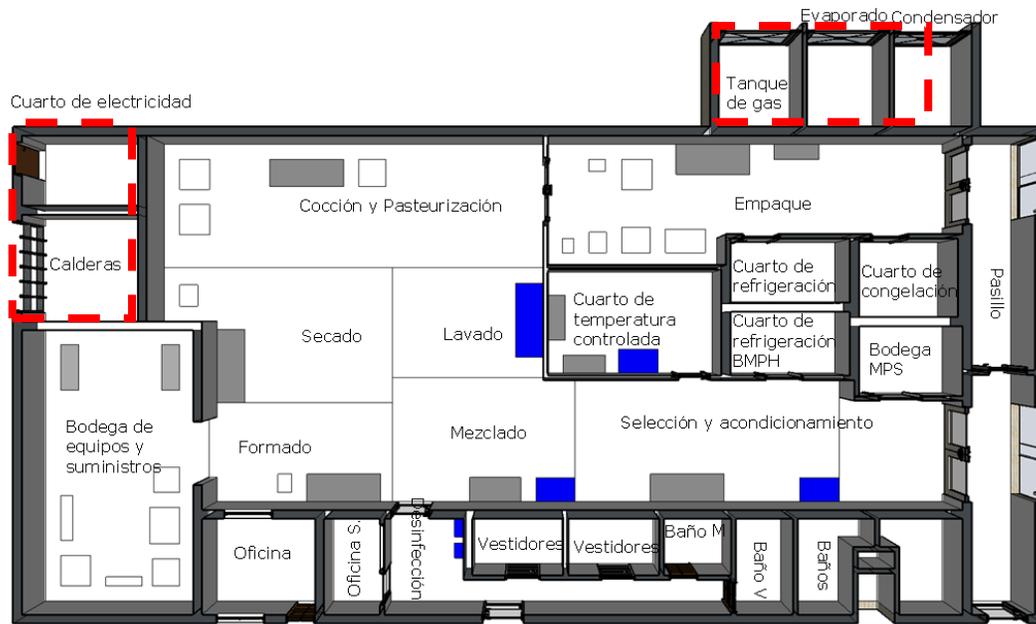


Figura 19. Diseño de la nueva Planta de Innovación de Alimentos.

### Cuarto de ambiente controlado

El cuarto de ambiente controlado cuenta con el área de 18.32 m<sup>2</sup>, este espacio fue diseñado con la finalidad de la elaboración de camarones y otros productos que no pueden ser desarrollados en la planta de cárnicos por motivos de contaminación cruzada. Este espacio tendrá un sistema de refrigeración, la temperatura del interior del cuarto debe ser de 10° C, para cumplir con la cadena de refrigeración, tendrá un sistema de ventilación y enfriamiento diferente al área de producción (Figura 20).

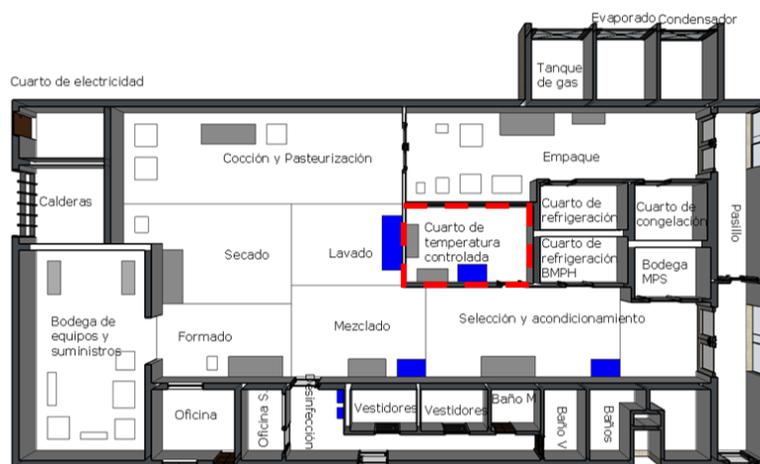


Figura 20. Plano conceptual de la Planta de Innovación de Alimentos.

### **Área de almacenamiento de materia prima seca**

La bodega de Almacenamiento para materia prima seca tiene un área de 7.23 m<sup>2</sup>, tiene la finalidad de almacenar todos los productos que no requieren refrigeración, por eso se encuentra en la entrada de la planta. Según las normas centroamericanas la materia prima debe estar encima de una tarima de plástico que lo permita mantenerlo a una distancia mínima de 15 cm, sobre el piso y estar separadas por 50 cm entre tarima y con la pared y respetar las especificaciones de estiba, el estante para materia deberá ser de plástico o acero inoxidable para reducir factor de contaminación (Figura 21).

### **Área de almacenamiento de materia acabada refrigerada**

La bodega de Almacenamiento para materia prima refrigerada se encontrará cerca del cuarto de refrigeración y congelación con un área de 7.6 m<sup>2</sup>. Según las normas centroamericanas la materia prima debe estar encima de una tarima de plástico que lo permita mantenerlo a una distancia mínima de 15 cm, sobre el piso y estar separadas por 50 cm entre tarima y con la pared y respetar las especificaciones de estiba, el estante para materia deberá ser de plástico o acero inoxidable para reducir factor de contaminación (Figura 21).

### **Área del cuarto de congelación y refrigeración**

El cuarto de congelación y de refrigeración se encuentran en salida por donde se entrega producto acabado, esta zona es considerada la zona limpia por lo que solo se puede almacenar producto terminado. Según las normas centroamericanas la materia prima debe estar encima de una tarima de plástico que lo permita mantenerlo a una distancia mínima de 15 cm, sobre el piso y estar separadas por 50 cm entre tarima y con la pared y respetar las especificaciones de estiba, el estante para materia deberá ser de plástico o acero inoxidable para reducir factor de contaminación (Figura 21).

### **Área de almacenamiento de equipos y utensilios**

Los equipos y utensilios deberán ser almacenado en la bodega que se encuentra dentro de la planta se debe utilizar tarimas o estantes dependiendo de las características de los equipos, los utensilios serán almacenados en un estante metálico según sus características, Según las normas centroamericanas un espacio de almacenamiento debe cumplir con una distancia mínima de 15 cm sobre el piso y estar separadas por 50 cm como mínimo entre sí y de la pared, deben respetar las especificaciones de estiba (Figura 21).

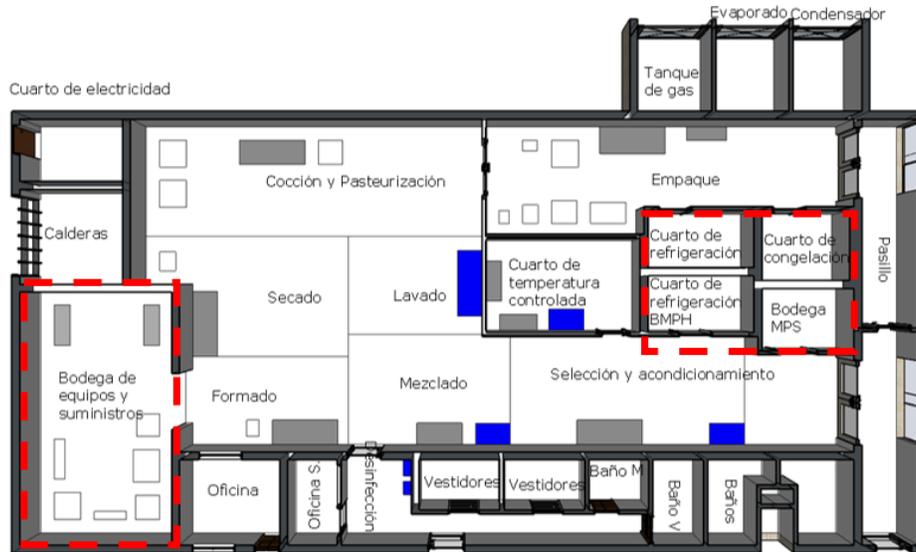


Figura 21. Diseño conceptual de la planta de innovación de alimentos.

### Área de sanitización

La planta contara con una unidad de limpieza, en la cual se encontrará insumos de carácter obligatorio Cuadros 20 y 21 con los que se realizara la limpieza y desinfección dentro de la planta por lo que no debe tener contacto con el exterior. En el diseño actual el área para la sanitización es de 2.83 se identificó este espacio como pequeño debido que los estudiantes no pueden realizar el lavado respectivo de sus botas y manos correctamente. Por lo tanto, en el nuevo diseño se consideró ampliar este espacio a 8.48 m<sup>2</sup> y de esa forma permitir el ingreso correcto de la planta, implementando un espacio para el lavado de botas y manos.

Cuadro 18. Descripción de equipo e insumos para el área de sanitizado.

Cantidad	Equipo/insumos	Dimensiones (m)
		Largo × Alto × Ancho
1	Lavadores de botas	0.50 × 0.40 × 0.40
2	Lavamanos	0.45 × 1.25 × 0.45

Cuadro 19. Descripción de equipos e insumos para el área de limpieza.

Cantidad	Equipo/insumos	Dimensiones (m)
		Largo × Alto × Ancho
4	Escobas	0.25 × 0.14 × 0.50
1	Recogedor metálico	0.24 × 0.78 × 0.24
1	Recogedor de plástico	0.23 × 0.90 × 0.27
2	Escobilla de goma para suelo	0.61 × 0.20 × 0.20
1	Estante metálico	1.90 × 0.50 × 0.50
1	Basurero	0.20 × 0.20

### Baños y vestidores de la planta

Según diferentes normas todas las unidades industriales deben contar con áreas higiénico-sanitarias, y con los equipos necesarios para dichas zonas. En el Cuadro 22 se detalla el número de sanitarios, urinarios, y lavabos que se necesitan por persona, basadas en la (RTCA 2013).

Cuadro 20. Áreas de equipos sanitarias, según el número de estudiantes.

Elementos	Relación por número de trabajadores
Sanitarios	1 por cada 15 varones 1 por cada 15 mujeres
Urinarios	1 por cada 20 varones
Lavabos	1 por cada 10 estudiantes

### Distribución del equipo en los baños y vestidores

El módulo de Aprender Haciendo Producción de Granos y Semillas para el Consumo Humano los estudiantes son distribuidos por turno en grupos de 12 a 15 estudiantes, los turnos son en la mañana y otra en la tarde, los integrantes de los grupos son de ambos géneros en su mayoría son 50% varones y 50% mujeres. A su vez, para el dimensionamiento de estas zonas se detallan las medidas de cada uno de estos equipos en los Cuadros 23 y 24. El área actual de los baños de mujeres es de 3.25 m<sup>2</sup>, en el caso del baño de varones tiene un área de 4 m<sup>2</sup>, en el nuevo diseño se movió el lugar de los baños debido que no cumplían con las normas de ubicación y fueron consideradas un foco de contaminación, por lo tanto se cambió su ubicación y se disminuyó el área a 3.01 m<sup>2</sup> en ambos baños (Figura 22).

Cuadro 21. Distribución de los equipos sanitarios según la cantidad de operarios.

Género	Porcentaje	Total	Sanitarios	Urinarios	Lavabos
Femenino	50%	10	1	1	1
Masculino	50%	10	1	1	1

Fuente: RTCA (2013).

Cuadro 22. Dimensionamiento de los equipos sanitarios.

Equipos	Dimensiones (m)	Distanciamiento entre equipo
Sanitarios	1.20 × 2.40	1 m
Urinarios	0.32 × 0.35 × 0.58	1 m
Lavabos	0.46 × 0.54 × 0.20	1 m

Fuente: RTCA (2013).

### Casilleros

Cada estudiante deberá contar con 1 casillero de 0.32 m × 0.37 m, estimando un total de 12 para la zona de vestuarios para mujeres y 10 para hombres, el área para los casilleros deberá estar separada por una puerta con el baño para disminuir la posibilidad de una contaminación, el área para los

casilleros de los hombre en el antiguo diseño es de 7.15 m<sup>2</sup> y el de las mujeres 7.33 m<sup>2</sup>, mientras que en el nuevo diseño se buscó cambiar la ubicación de los vestuarios debido que se encontraban detrás de los baños por este motivo se tuvo que mover los baños y los casilleros, en el nuevo diseño su área total de los vestuarios es de 5.13 m<sup>2</sup> (Figura 22).



Figura 22. Ubicación de los vestidores y los baños en el nuevo diseño del plano conceptual.

### Oficina del supervisor

La oficina del supervisor actualmente tiene dos ventanas con dirección al área de sanitización para identificar si se cumplen con el proceso de sanitizado antes de ingresar a la planta, y la otra ventana tiene dirección hacia la planta para supervisar las operaciones que se estén realizando dentro de la planta. La actual área para la oficina del supervisor es de 5.88 m<sup>2</sup>, sin embargo, en el nuevo diseño se modificó a 5.33 m<sup>2</sup> este cambio se debe a que el espacio destinado para la sanitización solo era de 2.83 m<sup>2</sup> y solo se contaba con un lavamanos para dos personas, y por este lugar angosto el tránsito de los estudiantes no era el adecuado, porque se amplió 0.53 m hacia la oficina de la supervisora (Figura 23).



Figura 23. Ubicación de la oficina de la supervisora en el nuevo diseño del plano conceptual.

### Oficina del jefe de planta

La oficina del encargado de la planta tendrá una ventana totalmente cerrada con dirección a al área de equipos dentro de la planta, el encargado contará con un espacio para la realización de reuniones y direccionamiento para el desarrollo de nuevos proyectos, la oficina tendrá los equipos necesarios y mobiliario para el manejo adecuado de la planta y el laboratorio de análisis sensorial. El área actual de la oficina es de 10.84 m<sup>2</sup>, el cual no se modificó, debido que la posición en la que se encuentra es la adecuada para la supervisión de la planta.

### Laboratorio de Análisis Sensorial

La planta de innovación de alimentos tendrá una conexión con el Laboratorio de Análisis Sensorial, este se conectará mediante el pasillo que se agregó al nuevo diseño de la planta. El laboratorio de análisis sensorial es independiente pero necesario a la planta de innovación, esto se debe a que todo proyecto que es desarrollado como nuevo producto debe ser evaluado por panelistas para identificar si se cumplió con los objetivos principales de la investigación del nuevo producto. Los requisitos

para un área de prueba dependen de ciertos factores, como la frecuencia de las pruebas, la necesidad de diseñar un gran número de muestras, y el requisito de almacenar muestras en condiciones controladas antes de las pruebas. La cantidad de cabinas para la evaluación sensorial individual depende del espacio que cuenta el laboratorio (ISO8589:2007). Otro factor importante al realizar una evaluación sensorial es el diseño y tamaño de la cabina que dependen de los tipos de evaluaciones que se esperan realizar en el laboratorio de análisis sensorial, por lo tanto, el nuevo diseño de la cabina cumplirá con todos los requisitos para las diferentes evaluaciones sensoriales como las pruebas afectivas, discriminatorias, y descriptivas (Aparicio y Harwood 2013).

### **Construcción**

Según las reuniones realizadas con el ingeniero civil, gerente de construcciones de Zamorano y la directora de carrera se tomó la decisión de aumentar 30.51 m<sup>2</sup> en dirección al este de la planta, sin modificar la infraestructura externa, solo se modificó la distribución de paredes, el grosor de las paredes en este caso son 28 cm para las paredes externas y 15 cm para las paredes internas.

### **Ventanas, puertas y otras aberturas**

Actualmente, el Laboratorio de Análisis Sensorial tiene una serie de ventanas en lado sud del laboratorio, se optó por no modificar las ventanas con el motivo de mantener la luz natural dentro del pasillo.

### **Ventilación**

El laboratorio contara con un extractor de aire, para cocina experimenta, con la finalidad de disminuir los olores generados al momento de preparar una muestra. También contara de un aire acondicionado para mantener la temperatura adecuada el área de evaluación sensorial y el área de capacitación. es importante mencionar que los panelistas deben estar temperatura ambiente de tal forma que no los incomode al momento de realizar la prueba sensorial (Ibañez *et al.* 2001).

### **Distribución de áreas del laboratorio de análisis sensorial**

En la distribución de áreas del Laboratorio Análisis Sensorial, se tomaron en cuenta los requerimientos según la Norma Técnica Colombiana, que es equivalente a la ISO 8589, donde se regulan las áreas necesarias con las que debe contar un laboratorio, como se puede observar en el Cuadro 25.

Cuadro 23. Distribución del Laboratorio de Análisis Sensorial.

<b>Número</b>	<b>Áreas</b>
1	Evaluación por cubículos
2	Evaluación por grupos focales
3	Cocina experimental
4	Oficina

### **Cocina experimental**

En esta área se podrá realizar la preparación de las muestras para los nuevos productos o investigaciones que se realicen en las diferentes plantas de producción de Zamorano, como por ejemplo: productos cárnicos, lácteos, frutas y verduras, mieles, granos y los de la planta de innovación de alimento, se consideró diferentes equipos básicos para una cocina experimental y de esa forma poder cumplir con las necesidades de los estudiantes al momento de realizar sus pruebas, como se puede ver en el Cuadro 26, el área correspondiente para la cocina experimental es de 24.57 m<sup>2</sup>, en comparación con el anterior diseño esta se encuentra totalmente separada del área de evaluación sensorial, cabe mencionar que el anterior diseño tenía un área de trabajo de 66.26 m<sup>2</sup> que se compartían con el espacio donde se encontraban los paneles de evaluación. Según la norma ISO 8589 el área donde se desarrolla la preparación de muestras debe estar totalmente separado al área de evaluación, para que no exista alguna confusión al momento de realizar las pruebas.

Los equipos e insumos de limpieza se encontrarán en un armario ubicado cerca de la puerta en la cocina experimental, las dimensiones del armario y los equipos que se encuentran en el Cuadro 27.

En el nuevo diseño del Laboratorio de Análisis Sensorial se aumentó un espacio de 15.61 m<sup>2</sup> con el motivo de tener un área de capacitaciones para los panelistas que van a desarrollar la prueba, este espacio contara con el equipo necesario como se puede ver en el (Cuadro 28), este espacio tiene la finalidad de impartir conocimientos a los estudiantes sobre las evaluaciones que realizaran de esta forma los resultados pueden ser más satisfactorios para el investigador. En el anterior diseño no se contaba con este espacio de modo que muchos estudiantes de años inferiores realizaban las evaluaciones sin saber cómo es la modalidad para realizar estas pruebas.

El nuevo espacio para los panelistas tendría un área de 38.97 m<sup>2</sup> donde se ubicarían las cabinas para la evaluación sensorial, en el actual diseño del laboratorio, el área donde se realizaba la evaluación era compartido con el área de preparación de muestra por lo que no era adecuado y no cumplía con las normas, por lo que, en el nuevo diseño este espacio se encuentra separado de la cocina experimental por dos pasillos uno vertical y otro horizontal que son 1.3 m de ancho de tal forma que los panelistas no puedan tener ningún contacto con los investigadores, como se puede ver en el Cuadro 29 las medidas de la nueva cabina son conforme a la ISO 8589, por lo tanto, son diferentes a las actuales.

Se agregó al nuevo diseño una oficina donde se almacenarán los resultados de las evaluaciones de los sensoriales y donde se diseñarán el tipo de prueba que se piensan realizar, de esta forma contara con los equipos y mobiliario mencionados en el Cuadro 30, el espacio para esta área es de 8.4 m<sup>2</sup> que se encontrara al lado del área de capacitaciones, y al pasillo lateral que conecta directamente con la cocina experimental, cabe mencionar que el estudiante no tendrá contacto alguno con los panelistas al momento de trasladarse a la cocina experimental.

Cuadro 24. Descripción de equipos para la cocina experimental.

<b>Capacidad de usuarios: 5</b>		<b>Superficie de trabajo (m<sup>2</sup>): 28.95</b>
<b>Cantidad</b>	<b>Equipos</b>	
1	Balanza digital	
1	Calentador de Agua	
1	Cuchara medidora electrónica	
1	Dispensador de agua	
1	Estufa de 4 quemadores	
2	Extractor de Aire	
2	Hornos eléctricos	
1	Lavavajillas	
2	Licuadora	
1	Microondas	
3	Ollas	
1	Pie de rey	
3	Pinzas	
1	Plancha para carne	
1	Refractómetro	
1	Refrigerador	
1	Salamandra	
1	Wok de acero 30 cm	

Cuadro 25. Descripción de equipos e insumos para el área de limpieza.

<b>Cantidad</b>	<b>Equipo/insumos</b>	<b>Dimensiones (m)</b>
		<b>Largo × Alto × Ancho</b>
1	Escobas	0.25 × 0.14 × 0.5
1	Recogedor de plástico	0.23 × 0.90 × 0.27
1	Armario	1.90 × 0.50 × 0.50
1	Basurero*	0.20 × 0.20

Cuadro 26. Descripción de equipos para el área de capacitación

<b>Capacidad de usuarios: 13</b>		<b>Superficie de trabajo (m<sup>2</sup>): 15.61</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Equipos</b>	<b>Dimensiones (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
1	Mesa	3.40 × 0.70 × 0.75	2.55	1.79
12	Sillas	0.50 × 0.87 × 0.39	0.20	0.16

Cuadro 27. Descripción de equipos para el área de evaluación individual.

<b>Capacidad de Panelistas 12</b>		<b>Superficie de trabajo (m<sup>2</sup>) 38.97</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Equipos</b>	<b>Dimensiones (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
12	Cabinas de prueba	0.90 × 0.50 × 0.60	0.45	0.27
12	Sillas	0.51 × 0.57 × 0.40	0.20	0.12

Fuente: ISO 8589

Cuadro 28. Descripción de insumos para la oficina del Laboratorio de Análisis sensorial.

Capacidad: 3 personas		Superficie de trabajo (m <sup>2</sup> ) 8.4		
Cantidad	Equipos	Dimensiones (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	Escritorio	1.50 × 0.75 × 0.60	0.90	0.68
3	Sillas	0.50 × 0.87 × 0.39	0.19	0.17
1	Computadora	0.35 × 0.29 × 0.05	0.02	0.00
1	Estante	0.40 × 1.30 × 0.40	0.16	0.21

### Diseño actual de la cabina para evaluación sensorial

Actualmente, el diseño de las cabinas que son usadas para la evaluación sensorial no se ajusta a las necesidades para la evaluación sensorial. Como se puede ver en la Figura 24, existe un espacio que es para las computadoras y esta genera sombra dentro de la cabina y no permite realizar una buena evaluación sensorial, también se puede observar que la altura en la que se encuentra los focos de colores no es la adecuada porque no ilumina adecuadamente, por lo tanto, se plantea un nuevo diseño en el cual se elimina la tabla donde se encuentra la computadora y disminuye la altura de la cabina para que la iluminación sea más adecuada, se diseñaron las cabina en base a las norma ISO 8589 (Figura 25).



Figura 24. Actual diseño de la cabina para análisis sensorial.

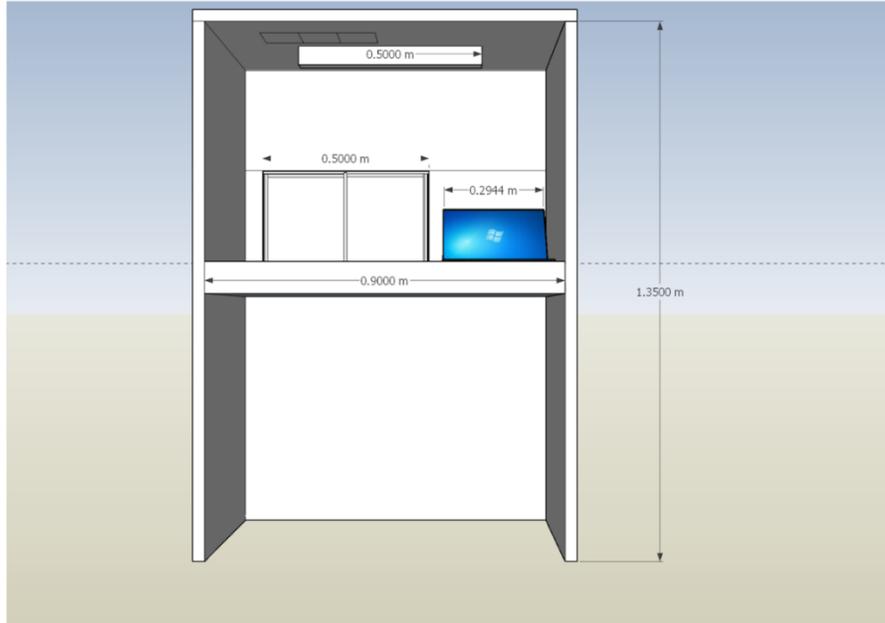


Figura 25. Nuevo diseño de la cabina para evaluación sensorial.

### Plano conceptual del Laboratorio de Análisis de Alimentos

Como se puede ver en el diseño de la Figura 26, el diseño del laboratorio no cumple con el espacio adecuado para realizar análisis sensoriales, esto se debe a que actualmente la cocina de preparación de muestra se encuentra en el mismo espacio en donde se realizan las evaluaciones sensoriales, y esto puede generar confusión en el panelista por el olor generado en el área de preparación de muestra, por lo tanto, se propone aumentar y dividir las áreas conforme a los requerimientos de la ISO 8589 como se puede ver en la (Figura 27) se realizó un nuevo diseño donde se plantea una separación de la cocina experimental y el área de evaluación mediante un pasillo, la capacidad del laboratorio del nuevo diseño es para 12 panelistas, también se agregó espacios para realizar capacitaciones, y reuniones.

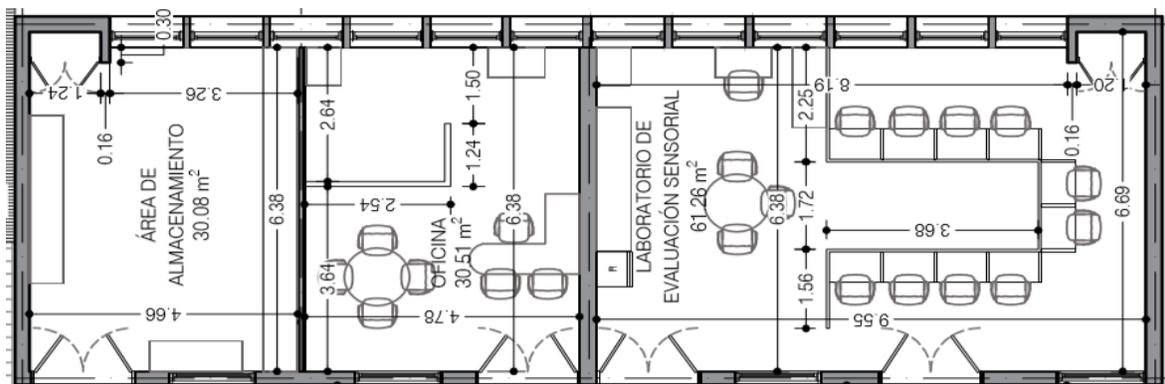


Figura 26. Plano del actual Laboratorio de Análisis sensorial.

Fuente: Oficina de Construcciones- Dirección de P.F. & S.

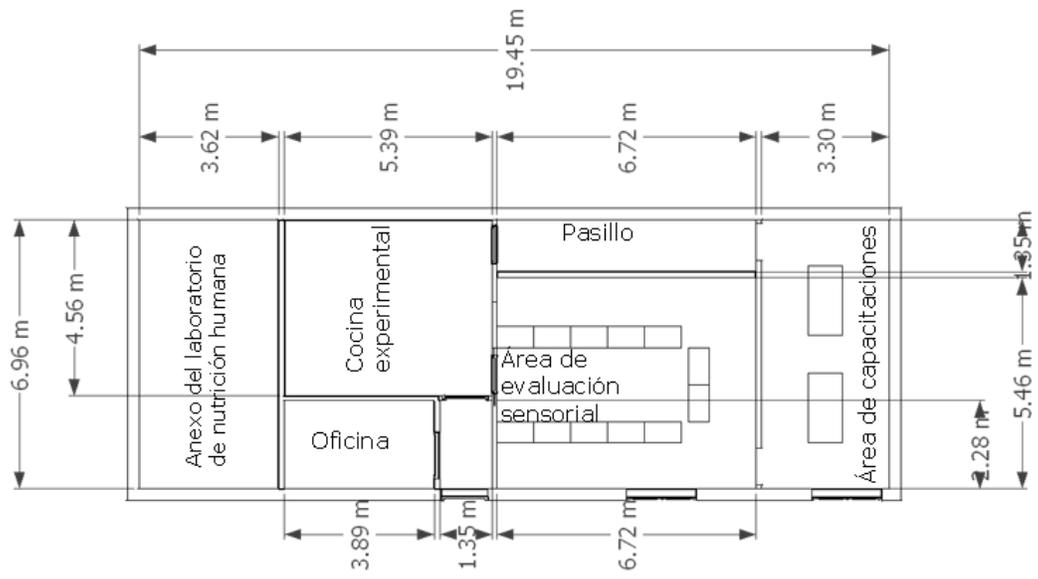


Figura 27. Diseño del nuevo laboratorio de análisis sensorial.

## 4. CONCLUSIONES

- En el diagnóstico realizado se identificaron siete puntos de mejora en la planta de innovación de alimentos y tres en el Laboratorio de Análisis Sensorial.
- El departamento de Agroindustria Alimentaria cuenta con un diseño conceptual de la remodelación de la Planta de Innovación de Alimentos con la capacidad de producir 60 kg por línea de procesamiento, y una ampliación para un mejor flujo de materia y personal, también se aumentaron tres líneas de producción las cuales son bebidas carbonatadas y fermentadas, confitería, dulces y chocolates y elaboración de camarón y tilapia.
- El departamento de Agroindustria Alimentaria cuenta con un diseño conceptual del Laboratorio de Análisis Sensorial que cumple con las regulaciones de la ISO 8589:2007 y el Manual para la Elaboración de Sensoriales de Camarón de la FAO, además, cuenta con espacio para la evaluación de sensoriales por grupos focales y tiene una capacidad de 12 panelistas.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Realizar un análisis financiero y un estudio de caso de negocio para determinar la viabilidad y la inversión del proyecto.
- Conforme a los resultados del estudio de factibilidad, se debe buscar apoyo financiero para la implementación del Proyecto.
- Realizar el diseño del plano conceptual para el módulo de aprender haciendo de procesamiento de granos para el consumo humano.

## 6. LITERATURA CITADA

- Alexopoulos K, Chryssolouris G, Mourtzis D. 2012. Flexibility consideration in the design of manufacturing systems: An industrial case study. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*. 5(4):276–283. doi:10.1016/j.cirpj.2012.10.001.
- Amaya A, Pedroza H. 2008. Scaling-up, the art of chemical engineering: pilot plants, the step between the egg and the hen. México; [consultado el 29 de oct. de 2020]. <https://www.redalyc.org/pdf/482/48223105.pdf>.
- Andres. 2018. Comparación de bombillas: LED vs. CFL vs. Incandescente. Andres; [consultado el 30 de oct. de 2020]. <https://www.electricaplicada.com/comparacion-led-fluorescente-incandescente/>.
- Aparicio R, Harwood J. 2013. *Handbook of olive oil: Analysis and properties*. Second edition. New York: Springer. xii, 772 pages. ISBN: 9781461477761.
- Ara R, Hurtado A, Mendoza E, Saavedra L, Ramos M. 2018. Optimización de parámetros del proceso de elaboración de chicha de jora. *Campus*; [consultado el 8 de oct. de 2020]. 23(25):11–28. doi:10.24265/campus.2018.v23n25.01.
- Ardón N. 2019. Zamorano diversifica su matriz energética; [consultado el 8 de sep. de 2020]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5289/1/CPA-2006-T006.pdf>.
- Asale R, Rae. 2019. Innovación. *Diccionario de la lengua española*. España: [internet]; [consultado el 4 de nov. de 2020]. <https://dle.rae.es/innovaci%C3%B3n>.
- Ashurst P. 2016. Carbonated beverages. En: Smithers GW, editor. *Reference module in food science*. [Amsterdam]: Elsevier. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081005965032406>.
- Autio E, Alexy O, George G. 2011. International entrepreneurship and capability development-qualitative evidence and future research directions. *Entrepreneurship Theory and Practice*. 35(1):11–37. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-6520.2010.00421.x>.
- [BCH], Banco Central de Honduras. 2020. Informe de comercio exterior de mercancías generales. Honduras; [Internet]. [https://www.bch.hn/informe\\_comex.php](https://www.bch.hn/informe_comex.php)
- Carlsson B, Holmén M, Jacobsson S, Rickne A. 2002. Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research Policy*. 31(2): 233-245. doi:10.1016/S0048-7333(01)00138-X.
- Carpenter R, Lyon D, Hasdell T. 2000. *Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control*. Second Edition. Boston, MA: Springer US. 212 p. ISBN: 9781461544470. eng.
- Casp A. 2005. *Diseño de industrias agroalimentarias*. Madrid: Mundi-Prensa (Tecnología de alimentos). ISBN: 84-8476-219-X.
- [CEN], Comité Europeo de Normalización. 2001. Diagrama de flujo para planta de proceso. [internet]. Madrid:AENOR; [consultado el 10 de sep. de 2020]. [https://www.academia.edu/34639983/Norma\\_ISO\\_para\\_diagramas\\_de\\_procesos](https://www.academia.edu/34639983/Norma_ISO_para_diagramas_de_procesos)

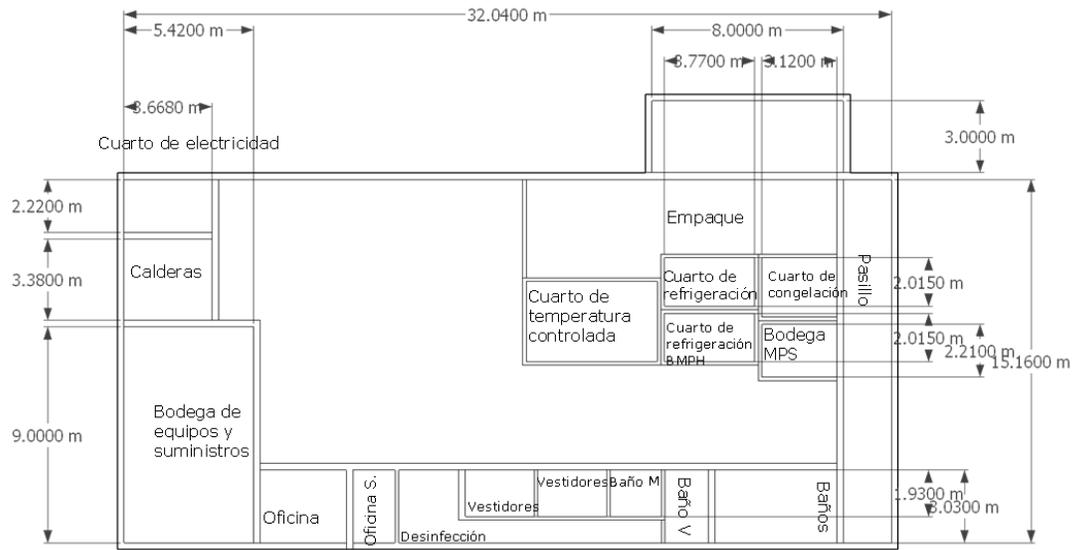
- CentralAmerica Data. 2020. Snacks: ¿En qué marcas piensa el consumidor? [sin lugar]: CentralAmericaData; [consultado el 20 de oct. de 2020]. [https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Snacks\\_En\\_qu\\_marcas\\_piensa\\_el\\_consumidor](https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Snacks_En_qu_marcas_piensa_el_consumidor).
- [CEIE], Centro de Estudios para la Integración Económica. 2019. Informe económico regional. Guatemala: Sistema de Integración Centroamericana. [https://www.sica.int/busqueda/busqueda\\_archivo.aspx?Archivo=info\\_120741\\_1\\_09012020.pdf](https://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=info_120741_1_09012020.pdf)
- Clark P. 2012. Good Practices for Pilot Plants. [Internet]: IFT; [consultado el 7 de oct. de 2020]. <https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2012/september/columns/processing>.
- Cordero G, Villegas R. 2017. Análisis sensorial de los alimentos. Madrid: Madrid Vicente. 475 p. ISBN: 8494555847.
- Cortés LY, Fisberg M, Gómez G, Herrera-Cuenca M, Koletzko B, Kovalskys I, Pareja RG, Rigotti A, Yépez García MC, Zimberg IZ. 2019. Latin American consumption of major food groups: Results from the ELANS study. PLoS One. 14(12). eng. doi:10.1371/journal.pone.0225101.
- Demian A. 2001. The Relationship between Universities and Industry: The American University Perspective. Food technology biotechnology. 39(3):157-160. [https://www.researchgate.net/publication/228404779\\_The\\_relationship\\_between\\_universities\\_and\\_industry\\_The\\_American\\_university\\_perspective](https://www.researchgate.net/publication/228404779_The_relationship_between_universities_and_industry_The_American_university_perspective)
- Espinosa J. 2007. Evaluación sensorial de los alimentos. La Habana: Editorial Universitaria. 126 p. ISBN: 978-959-16-0539-9. Spanish.
- Espinoza de la Cruz. EM. 2016. Caracterización de aguas residuales de lavandería y de la Planta de Postcosecha de Zamorano para el riego de áreas verdes. [Tesis de pregrado]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 42p.
- [FDA], Food & Drog Administration. 2019. Buenas prácticas de fabricación, envasado o conservación de alimentos humanos. Estados Unidos; [actualizado el 4 de nov. de 2020; consultado el 4 de nov. de 2020] <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=110&showFR=1&subpartNode=21:2.0.1.1.10.2>.
- [FAO], Food and Agriculture Organization. 2017. The future of food and agriculture: Trends and challenges. Rome: Food and Agriculture Organization of the United States. 163 p. ISBN: 978-92-5-109551-5.
- [FAO], Food and Agriculture Organization. 1999. Directrices para la evaluación sensorial del pescado y los mariscos en laboratorio.: CAC/GL 31-1999. Estados Unidos; [actualizado 1999]. [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%252F31-1999%252FCXG\\_031s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%252F31-1999%252FCXG_031s.pdf).
- Güity Zapata NA. 2009. Cuantificación de la oferta y demanda de agua para consumo en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. [Tesis de pregrado]. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 42p.

- Heymann H, Lawless H. 2010. Sensory Evaluation of Food. Estados Unidos: Springer New York. ISBN: 978-1-4419-6487-8.
- [IAEA], Internacional Atomic Energy Agency. 1990. Guidebook on Design, Construction and Operation of Pilot Plants for Uranium Ore Processing. Vienna: IAEA. 81 str (Technical Reports Series; vol. 314). ISBN: 92-0-145290-X.
- Ibáñez Moya F, Barcina Angulo Y. 2001. Análisis sensorial de alimentos: Métodos y aplicaciones. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica. 180 p. ISBN: 84-07-00801-X.
- [IFT], Institute of Food Technologist. 2019. Guidelines for Initial IFT Approval of Undergraduate Food Science and Food Technology Programs; [consultado el 8 de sep. de 2020]. <https://www.ift.org/-/media/community/educators-herb/2018herbguidelinesforinitialiftapproval1.pdf?la=en&hash=559ED853B136E7DD47C812C14B478DE32B4CBEF5>.
- ISO 8589. 2007. Sensory analysis - General guidance for the design of test rooms: Sensory analysis - General guidance for the design of test rooms; [consultado el 20 de sep. de 2020]. <https://www.sis.se/api/document/preview/909357/>
- Kaur P, Ghoshal G, Banerjee UC. 2019. 3 - Traditional Bio-Preservation in Beverages: Fermented Beverages. En: Grumezescu AM, Holban AM, editores. Preservatives for the beverage industry. Duxford, United Kingdom: Woodhead Publishing. p. 69–113 (The science of beverages; volume 15). <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128166857000033>.
- Maticorena L. 2016. Elaboración de una bebida carbonatada de algarrobina. Lima: Univerisdad De Piura.
- Muther R. 1970. Determinación de la circulación flojo. En: Muther Richard, editor. Editorial Hispano Europea. Distribución en planta. 2da ed. Barcelona (España). p 231-249.
- [ONU], Organización de las Naciones Unidas. 2015. Objetivos de Desarrollo Sostenible: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización1970 sostenible y fomentar la innovación. Estados Unidos; [actualizado el 14 de jul. de 2020; consultado el 14 de jul. de 2020]. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>.
- Rodríguez E, Bastidas P. 2009. Evaluación del proceso de cocción para obtener un confite duro a partir de pulpa de araza (*Eugenia stipitata*). Revista ingeniería e investigación. 29(2):35–41. <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v29n2/v29n2a05.pdf>
- RTCA, Reglamento Técnico Centroamericano. 2013. Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales; [actualizado 2013; consultado el 13 de jul. de 2020]. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/nic98358.pdf>.
- Universidad Zamorano. 2019. Agroindustria Alimentaria: Capacidades profesionales. Honduras; [actualizado el 8 de sep. de 2020; consultado el 8 de sep. de 2020]. <https://www.zamorano.edu/carreras/agroindustria-alimentaria/>.
- Valenzuela A, Valenzuela R. 2015. La innovación en la industria de alimentos: Historia de algunas innovaciones y de sus innovadores. Rev. chil. nutr. 42(4):404–408. doi:10.4067/S0717-75182015000400013.

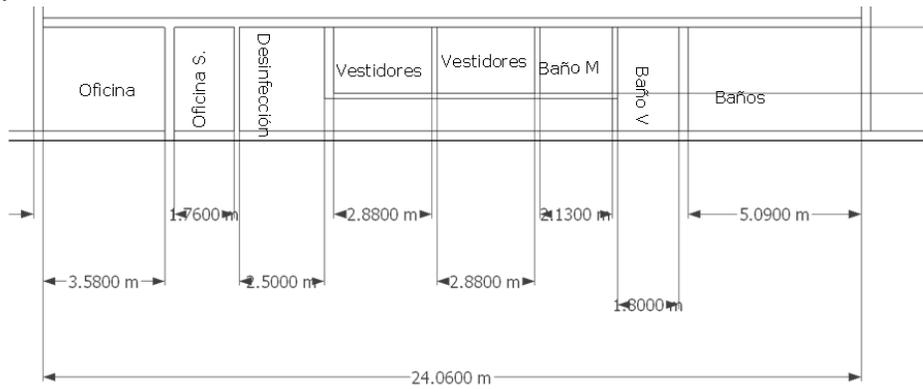
- Villao Astudillo MA. 2019. Diseño Conceptual del plano de una planta procesadora de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en el Guayas - Ecuador. [Tesis de pregrado] Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 64p.
- Zahra SA, Newey LR. 2009. Maximizing the Impact of Organization Science: Theory-Building at the Intersection of Disciplines and/or Fields. *Journal of Management Studies*. 46(6):1059–1075. doi:10.1111/j.1467-6486.2009.00848.x



**Anexo 2. Dimensiones de las áreas de la Planta de Innovación de Alimentos.**



**Anexo 3. Dimensiones de las áreas antes de ingresar al área de producción Planta de Innovación de Alimentos.**



**Anexo 4.** Descripción de equipos ya existentes en la actual Planta de Innovación de Alimentos.

Equipo	Dimensiones (m)		
	Largo	Alto	Ancho
Ahumador	0.37	0.8	0.43
Autoclave	1	1	2
Balanza pequeña	0.21	0.1	0.21
Balanza pequeña	0.21	0.1	0.21
Calentador de Agua	0.3	0.3	0.3
Cúter	0.47	0.48	0.61
Deshidratador	0.4	0.4	0.4
Despulpador	0.62	0.52	0.36
Empacadora al vacío	0.59	1.39	0.69
Escaldadura de vegetales	0.6	0.6	0.3
Estufa industrial	0.4	0.5	0.4
Freidora	1.15	0.8	0.4
Homogeneizador	0.6	0.4	0.6
Licuada industrial	0.3	0.3	0.3
Liofilizador AdVantage Pro	0.9	0.5	0.6
Liofilizador	0.60	1.4	0.71
Llenadora de líquidos	0.95	1.9	0.85
Máquina de hielo	0.76	1.12	0.85
Máquina para helados	0.42	0.4	0.4
Marmita eléctrica	0.52	0.98	0.75
Marmita a vapor	0.86	0.99	0.93
Microondas	0.65	0.47	0.58
Pasteurizador	1.9	2.1	1.2
Prensa hidráulica	0.7	1.2	0.9
Quesera industrial	0.85	0.8	1.5
Selladora eléctrica	0.45	0.3	0.35
Selladora doble de latas	0.55	1.6	0.4
Termo selladora semiautomática	1.331	0.61	0.781

**Anexo 5.** Costos para la renovación de la planta de innovación de alimentos.

<b>Equipos</b>	<b>Largo</b>	<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>	<b>Precio</b>
Cámara de clima constante	0.864	0.745	0.55	\$ 4,000.00
Cortador de verduras	0.389	0.544	0.45	\$ 600.00
Des aireador	1	1.5	1	\$ 2,000.00
Molino para granos	0.52	0.63	0.55	\$ 160.00
Batidora de mesa	0.287	0.41	0.37	\$ 1,500.00
Mezclador	1.26	-	0.15	\$ 2,800.00
Secador en espray	1.1	1.5	0.5	\$ 3,500.00
Carbonatador	0.53	0.92	0.67	\$ 6,880.00
Estufa de 4 quemadores	0.9	0.9	0.9	\$ 2,700.00
Fermentador de bebidas	0.9	1.7	0.9	\$ 3,000.00
Blast freezer	0.83	1.02	0.8	\$ 3,000.00
Formador de caramelo duro	0.61	0.51	0.48	\$ 3,000.00
Tostador	0.64	0.76		\$ 1,060.00
Extractor de aceites esenciales	1	1.9	0.6	\$ 689.00
Prensa para extracción de chocolate	0.87	1.35	0.78	\$ 2,500.00
Molino para cacao	0.72	0.62	0.39	\$ 185.00
Descascaradora	1.57	1.53	0.67	\$ 2,600.00
Extractor de Aceite	1.2	1.09	0.99	\$ 20,710.00
			<b>Total</b>	<b>\$ 40,157.00</b>

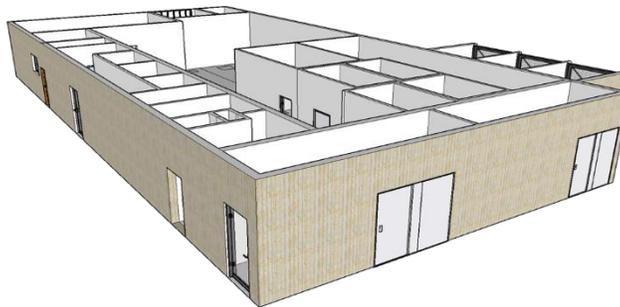
**Anexo 6.** Costos de inversión de la Planta de Innovación de Alimentos

<b>Construcción de la planta de innovación de alimento</b>	<b>Costo por m<sup>2</sup></b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>Precio</b>
Costos por renovación	\$ 650	327.67	\$ 212,985.00
Costos por construcción nueva	\$ 1,000	141.85	\$ 141,850.00
		<b>Total</b>	<b>\$ 394,992.00</b>

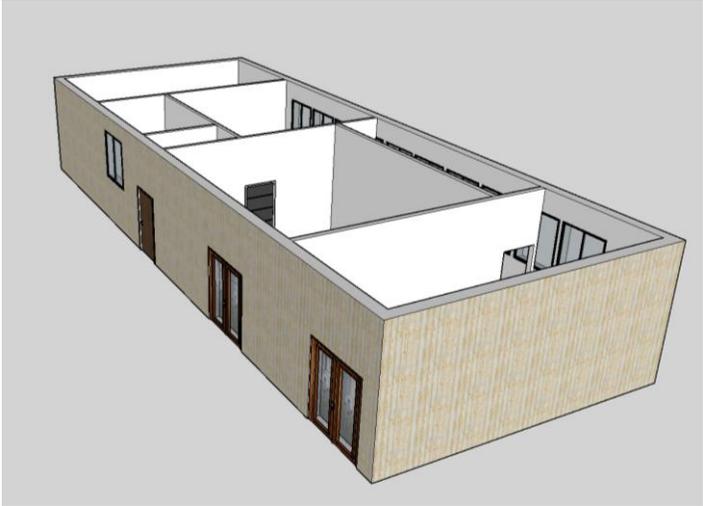
**Anexo 7.** Tipos de iluminarias por áreas de innovación de alimentos.

Área	LED (watt)	Fluorescentes (watt)	Incandescentes (watt)
Recibo de materia prima	13	32	130
Selección y acondicionamiento	26	66	264
Mezclado	22	55	219
Formado	21	52	209
Secado	37	93	371
Cocido y pasteurizado	38	94	377
Empaque	35	89	353
Oficina	12	29	117
Vestuarios	4	11	42
Área de desinfección	9	22	87
Baños	2	5	20
Bodega de materiales	20	50	201
Cuartos de refrigeración	19	23	91
Cuarto de congelación	9	23	92
Bodega de ingredientes	6	15	60
Pasillo lateral	8	21	83

**Anexo 8** Diseño conceptual de la planta de Innovación de Alimentos en 3D.



**Anexo 9.** Diseño del Laboratorio de Análisis Sensorial en 3D.



**Anexo 10.** Espacio de almacenamiento de equipos e instrumentos.



**Anexo 11.** Espacio donde se almacena la materia prima en la actual planta.



**Anexo 12.** Área de producción.



**Anexo 13.** Espacio de lavado de utensilios y herramientas.



**Anexo 14.** Espacio de preparación de muestras para la evaluación sensorial.



**Anexo 15.** Cabinas para la evaluación sensorial.

