

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción**

Diseño de una planta multipropósito para procesamiento de banano fuera de especificación proveniente de exportaciones ecuatorianas.

INGE-2217

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingenieros en alimentos**

Presentado por:

Lilian Sofía Banchón Coello

Axel Samuel López Alaña

Guayaquil - Ecuador

Año: 2023

## **Dedicatoria**

El presente proyecto lo dedico a Dios, a mis  
padres y mis amistades.

Samuel López

Una mención especial para Dios, mis padres,  
mi hermana, sobrinos y mejores amigos y  
amigas, quienes me apoyaron en toda  
circunstancia durante este proyecto

Sofia Banchón

## **Agradecimientos**

A Dios por la guía que me ha dado incondicionalmente, a mis padres por sus enseñanzas y consejos, a los docentes por transmitirnos sus conocimientos y experiencias y a mis amistades por darme apoyo y comprensión.

Samuel López

A mis padres por sus consejos y mensajes de aliento, a mis tutores que siempre nos guiaron en la realización de este proyecto, a mi grupo que siempre me apoyo desde el pre Thomas,N, Jhossue.C, Katty,O y Melissa, G, a mi mejor amiga Ari y a Bruce. por el apoyo en este proyecto y por prestarme la laptop para poder realizar la tesis.

Sofia Banchón

## Declaración Expresa

---

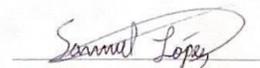
Nosotros Sofía Banchón y Samuel López acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 05 de febrero del 2024.

  
Autor 1

  
Autor 2

## Evaluadores

<b>Nombre del Profesor</b>	<b>Nombre del Profesor</b>
M.Sc. Andrea Ortega	M Sc. Verónica Guadalupe

## Resumen

Ecuador en las últimas décadas se ha perfilado como un país de gran exportación agrícola, siendo el banano su producto primordial; sin embargo, existen especificaciones de exportación que, en cierta medida no se cumplen, lo cual corresponde al 5% de la producción total; constituyendo así pérdidas económicas. Por ello, el valor agregado que impulsa la propuesta de diseño de una planta procesadora multipropósito mostrará beneficios crecientes a pequeña y gran escala en el país. Este proyecto nació de una demanda real por parte de una empresa exportadora de banano, que busca una solución para manufacturar productos nutritivos de valor agregado a base de banano. Para lograr este objetivo se aplicó metodologías ligadas a la Systematic Layout Planning o SLP como: los diagramas de flujo, de equipos, estimaciones de espacio y sus proximidades y, software como CORELAP y AutoCAD, respetando normativas ISO, reglamentos de trabajadores y los ODS. Se graficó dos Layout que comprenden 18 y 20 departamentos que evidencian los requerimientos básicos de diseño y se analizó la factibilidad económica de la propuesta 1. Como resultados se desarrolló 2 propuestas de diseño de planta, la 1 de 254 m<sup>2</sup>, correspondiente a un valor de inversión de \$170.839,07 y la 2 de 321 m<sup>2</sup> (considerando línea de fritura y línea de extrusión) correspondientes a un valor de inversión de \$209.550,37 y \$205.850,37 respectivamente, siendo ambos recuperables en 2 años.

**Palabras Clave:** Valor agregado, propuesta, metodologías, harina de banano.

## **Abstract**

*In the last decades, Ecuador has emerged as a country committed to economic growth through agricultural exports, with bananas as its principal product; however, there are many exports specification that not met in a way, representing 5% of total production; thus, constituting economic losses. Therefore, the value-added that drives the proposal design of a multipurpose processing plant showing increasing benefits on a small and large scale in the country in the future. This project arose form a real demand by a banana exporting company, which is looking for a solution by manufacturing nutritious value-added banana-based products. To achieve this objective, a lot of methodologies linked to Systematic Layout Planning or SLP were applied, such as flow diagrams, equipment diagrams, space estimations and their proximities using CORELAP and AutoCAD software, respecting ISO standards, worker's regulations and the ODS. Two layout comprising 18 and 20 departments was drawn up, evidence the basic design requirements and the economic feasibility of the proposal 1. As results 2 proposal, the first one about 254 m<sup>2</sup>, corresponding to an inversion value about \$170.839,07, and the second about 321 m<sup>2</sup> (considering a line for fried products and a line for extruded products) corresponding to an inversion value about \$209550,37 and \$205850,37 respectively, were both of them recoverable in 2 years.*

*Keywords: Value-added, proposal, methodologies, banana flour.*

## Índice general

Resumen .....	I
Abstract .....	II
Índice general .....	III
Abreviaturas .....	VI
Simbología .....	VIII
Índice de figuras .....	X
Índice de tablas .....	XI
Capítulo 1.....	1
1.    Introducción.....	2
1.1    Descripción del problema .....	3
1.2    Justificación del problema .....	4
1.3    Objetivos.....	5
1.3.1    Objetivo general.....	5
1.3.2    Objetivos específicos .....	5
1.4    Marco teórico .....	6
1.4.1    Planta multipropósito .....	6
1.4.2    Banano .....	6
1.4.3    Antecedentes sobre otros productos a base de banano.....	7
1.4.4    Harina de banano .....	7
1.4.4.1.    Aporte nutricional de la harina de banano.....	7

1.4.5	Tecnologías para la operación de secado .....	8
1.4.5.1	Secador de bandejas o de Armario .....	8
1.4.5.2	Secador por bomba de calor de fuente de aire .....	8
<b>Capítulo 2.....</b>		<b>10</b>
2.	Metodologías .....	11
2.1	Revisión bibliográfica .....	11
2.2	Diagrama de flujo y descripción del proceso .....	11
2.2.1	Obtención de harina de banano .....	11
2.2.2	Obtención de otros productos (opcionales) .....	13
2.2.3	Bodegas de producto en proceso y en producto terminado .....	14
2.2.4	Descripción de los productos.....	15
2.3	Diseño de la planta procesadora y del laboratorio de control de calidad y desarrollo de nuevos productos .....	16
2.3.1	Localización de la planta.....	16
2.3.2	Metodología Systematic Layout Planning (SLP) .....	16
2.3.3	Diagramas de flujo.....	16
2.3.4	TRA.....	17
2.3.5	Estimación de espacios .....	19
2.3.6	Layout de la planta .....	20
2.3.7	Análisis económico.....	21
<b>Capítulo 3.....</b>		<b>22</b>

<b>3. Resultados</b> .....	23
<b>3.1 Revisión bibliográfica</b> .....	23
<b>3.1.1 Tendencias de consumo y mercado</b> .....	23
<b>3.2 Diagrama de flujo y descripción del proceso</b> .....	25
<b>3.3 Diseño de planta procesadora y del laboratorio de control de calidad y desarrollo de nuevos productos</b> .....	26
<b>3.3.1 Diseño de planta procesadora</b> .....	26
<b>3.3.2 Diseño del laboratorio</b> .....	38
<b>3.4 Análisis económico</b> .....	39
<b>3.5 Valor agregado por la harina de banano</b> .....	43
<b>Capítulo 4</b> .....	44
<b>4. Conclusiones y recomendaciones</b> .....	45
<b>4.1 Conclusiones</b> .....	46
<b>4.2 Recomendaciones</b> .....	47
<b>Referencias</b> .....	48
<b>Bibliografía</b> .....	48
<b>APÉNDICES</b> .....	56

## Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
PIB	Producto Interno Bruto
OEB	Observatorio Estadístico del Banano
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
AEBE	Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ISO	International Organization for Standardization
AISI 304	Acero Inoxidable 304
BPP1	Bodega de Producto en Proceso 1
BPP2	Bodega de Producto en Proceso 2
BPT	Bodega de Producto Terminado
APPCC	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control
TRA	Tabla Relacional de Actividades
CORELAP	Computerized Relationship Layout Planning
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno
EEUU	Estados Unidos

USD United States Dollars

LF Línea de fritura

LE Línea de extruido

## Simbología

%	Porcentaje
\$	Dólar estadounidense
g	Gramo
Kg	Kilogramo
mm	Milímetro
°C	Grados Celsius
h	Horas
$S_s$	Superficie estática
l	Largo del equipo o instalación
a	Ancho del equipo o instalación
$S_g$	Superficie gravitacional
N	Número de lados a ocupar del equipo o número de relaciones totales en el TRA
$S_e$	Superficie de evolución
K	Coefficiente de evolución
$S_T$	Superficie total
Kg/h	Flujo de la materia en proceso o capacidad de flujo de un equipo
n	número de actividades

m<sup>2</sup>

Área o superficie

## Índice de figuras

<i>Figura 1. Etapas de la metodología que se usó en el proyecto.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2. Diagrama de flujo de harina de banano y otros productos .....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 3. Diagrama de equipos de la planta multipropósito.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 4. TRA de las distintas actividades de la planta .....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 5. Layout de la planta, propuesta 1 de 254 m<sup>2</sup>.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 6. Layout de la planta, propuesta 2 de 321 m<sup>2</sup>.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 7. Layout de laboratorio de calidad y desarrollo.....</i>	<i>39</i>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Comparación de tecnologías de secado respecto a la humedad	9
<b>Tabla 2.</b> Significado de los códigos para elaboración de tabla relacional de actividades en función de proximidad	18
<b>Tabla 3.</b> Descripción de las razones en función de proximidad	18
<b>Tabla 4.</b> Explicación de las fórmulas consideradas en la metodología de necesidad de espacios	20
<b>Tabla 5.</b> Elaboración de harina de banano sin cáscara	24
<b>Tabla 6.</b> Elaboración de harina de banano con cáscara	25
<b>Tabla 7.</b> Humedad de harina de banano con cáscara y sin cáscara	25
<b>Tabla 8.</b> Descripción de los terrenos propuestos por la empresa exportadora de banano	27
<b>Tabla 9.</b> Factores ponderados para la elección del terreno	28
<b>Tabla 10.</b> Matriz de priorización para la elección de equipos	29
<b>Tabla 11.</b> Equipos con su respectiva capacidad	30
<b>Tabla 12.</b> Cálculos del TRA	32
<b>Tabla 13.</b> Número de departamentos con el área de m <sup>2</sup> por departamento	33
<b>Tabla 14.</b> Equipos de laboratorio de calidad y desarrollo	38
<b>Tabla 15.</b> Resumen de los ingresos por operaciones anuales de la planta	41
<b>Tabla 16.</b> Resumen de costos de rubros por inversión inicial de la planta	41
<b>Tabla 17.</b> Resumen de rubros por costos fijos de producción anual en planta	41
<b>Tabla 18.</b> Resumen de rubros por costos variables de producción anual en planta	42
<b>Tabla 19.</b> Cálculo del costo de producción unitaria y precio de venta anual de la propuesta 1 y 2	42
<b>Tabla 20.</b> Análisis de peso y precio de la caja de banano y harina de banano obtenida por la planta procesadora.	43

# Capítulo 1

## 1. Introducción

El Ecuador es un país cuya riqueza agrícola ha logrado ubicarlo como uno de los principales exportadores del mundo, siendo este sector una de las bases fundamentales dentro de la economía ecuatoriana, gracias a la producción y exportación de productos como banano, cacao, flores, etc. La exportación del banano ecuatoriano contribuye con el 2% del Producto Interno Bruto (PIB) del país, y del 35% del PIB agrícola, posicionándolo como principal fuente de ingresos a la economía de medianos y pequeños emprendimientos, aportando con un 78% del poder productivo, y así también, como una fuente de trabajo y empleo primordialmente para las zonas rurales (León *et al.*, 2023).

En un marco internacional, Ecuador ocupa desde el año 2021, el primer lugar en exportaciones de banano a nivel mundial. De acuerdo con el Observatorio Estadístico del Banano (OEB) en el 2021 se generaron 6,41 millones de toneladas de banano a USD 3181 millones y en el 2022, se logró exportar 6,023 millones de toneladas de banano a USD 3124 millones; por otro lado, los principales países importadores de banano ecuatoriano son Bélgica, Alemania, y Estados Unidos, sumándoseles países como Rusia, Turquía y Países Bajos (Fresh Plaza, 2022; Portal Portuario, 2022; León *et al.*, 2023).

De acuerdo con Acosta *et al.*, (2018), se estima que aproximadamente el 5% del total de las exportaciones del banano ecuatoriano ha sido categorizado como un producto fuera de especificaciones para la exportación, lo cual constituye una pérdida aproximada de \$47 millones de dólares al vender este banano en un mercado local para su consumo directo sin darle un valor agregado (FAO, s.f.).

De ahí nace la propuesta de dar valor agregado a dicho banano por medio del procesamiento industrializado. Como resultado de varias investigaciones ecuatorianas, se ha

propuesto el desarrollo de una gama de productos de banano con valor agregado tales como: harina, jalea, conservas, licor, confituras y hojuelas (Ramírez y Solórzano, 2012); Además, el poder cambiar un enfoque económico de importación de productos procesados, a uno de adquisición de tecnologías para el procesamiento de alimentos de valor agregado logrará potenciar la industrialización y crear nuevas fuentes de ingreso económico en mercados aún no aprovechados en su totalidad (Creamer, 2022).

### **1.1 Descripción del problema**

Según datos de la Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador (AEBE), en el periodo enero-julio del 2023, las toneladas de banano de exportación muestran una cifra de 3,74 millones de toneladas a USD 1547 millones (220,85 millones de cajas), de las cuales casi 187000 toneladas se quedan sin exportar, debido a que no cumplen con las especificaciones de exportación (Portal Frutícola, 2023). De esta estimación, anteriormente Ecuador desechaba esta materia prima, causando contaminación e impactos ambientales desfavorables, y una pérdida mayor del 5% de sus ventas desde el año 2014. Actualmente, Ecuador destina el porcentaje no calificado para exportación (aproximadamente del 5%) en consumo animal (70%), abono (10%) y para consumo local (20%) (Acosta *et al.*, 2018; Ramírez y Solórzano, 2012).

Para la realización de este proyecto, se cuenta con la participación dinámica de una empresa reconocida en Ecuador como líder de exportaciones de banano (el cliente), para el diseño de una planta multipropósito que permita aprovechar el banano verde no exportable para la manufactura de productos con valor agregado, generando un beneficio directo a la comunidad dentro de las áreas de influencia de la compañía, ya que se generaría plazas de trabajo y además se proveerá a dicha comunidad de los productos desarrollados a precios muy asequibles. Dicha empresa ha destinado un presupuesto para la construcción de la infraestructura de la planta

multipropósito, para la compra e implementación de equipos, contratación de operarios, entre otros propósitos.

El proyecto comprende específicamente una propuesta de diseño de una planta multipropósito para la elaboración de harina de banano verde y otros productos a base de banano, selección de los equipos que se utilizarán y el diseño de un laboratorio de control de calidad y desarrollo de nuevos productos, empleando metodologías encontradas en la literatura (diagrama de Gantt, Tabla Relacional de actividades, entre otras). Se trabajará en base a criterios que permitan aprovechar al máximo la distribución de hombres, máquinas, flujo de material, áreas y entre otras actividades que se encuentren en una planta procesadora de alimentos.

Las variables de interés como el espacio requerido para la distribución de los equipos de producción de los diferentes productos, la capacidad de flujo de trabajo requerida en función de las especificaciones operativas de los equipos y de la meta inicial de producción, tiempos y rendimientos de producción del producto serán definidos a partir de: la ficha técnica del proveedor/fabricante, especificaciones por parte del cliente, y mediante criterios técnicos, junto con su debido respaldo literario.

Entre las limitaciones del proyecto consta el tiempo destinado a la implementación de la planta, por lo que se entregará un diseño que cumpla con todas las necesidades que se hayan identificado en conjunto con la empresa exportadora de banano.

## **1.2 Justificación del problema**

El cliente busca procesar industrialmente el banano verde no calificado para la exportación generando productos con valor agregado, ampliando así su cadena productiva y generando crecimiento económico para la empresa y para la comunidad aledaña, actualmente no cuenta con

un sistema que le permita alcanzar dicho objetivo. Es por ello, que la empresa ha decidido destinar un presupuesto para el diseño, y a futuro la implementación de una planta procesadora multipropósito cuyo producto principal sea la harina de banano. Este proyecto también permitirá el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como son el objetivo 9 (Industria, innovación e infraestructura y producción) y 12 (Producción y consumo responsable) que vendrían comprendiendo el cumplimiento de crear nuevas industrias, además de la producción y consumo responsables a nivel de país.

El proyecto cumplirá a su vez con una de las estrategias de incentivar el crecimiento económico por medio de la generación de plazas de trabajo para los moradores de las fincas de la empresa exportadora de banano que se encuentra en la provincia de Los Ríos, debido a una iniciativa de responsabilidad social de esta empresa con la comunidad.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Diseñar una planta multipropósito empleando criterios técnicos de selección y decisión, que permitan aprovechar al máximo la distribución en planta y dar valor agregado al banano ecuatoriano que se encuentra fuera de especificaciones de exportación, incentivando así el crecimiento económico de este sector productivo.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

Definir junto con el cliente el alcance del diseño de planta en cuanto a la versatilidad para elaborar productos a base de banano verde.

Evaluar dos propuestas de equipos para el proceso de harina de banano, mediante la matriz de prioridades, considerando los criterios de valor establecidos por el cliente.

Elaborar el Layout de la planta multipropósito y los diagramas de flujo del proceso de harina de banano y de los productos alternativos.

Establecer costos de inversión y costos de producción para elaborar harina de banano, así como el precio de venta al público, a fin de medir la factibilidad económica de la planta.

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 *Planta multipropósito***

Una planta multipropósito consiste en la obtención de productos diferentes a partir de una misma materia prima (Alvernas *et al.*, 2012). Dicha materia prima va sufriendo transformaciones que pueden requerir diferente uso de equipos o seguir una secuencia diferente en un mismo proceso productivo (FAO, s.f.). La distribución de la planta permite que estos equipos se utilicen de manera flexible para diferentes propósitos, además de mostrar una capacidad de ajuste hacia la demanda del mercado sin necesidad de cambiar la línea de operaciones (Comisión Europea, 2006; Alvernas *et al.*, 2012).

### **1.4.2 *Banano***

Clasificada como una planta gigante monocotiledónea, presenta un rizoma corto y vainas foliares. Necesita de un clima tropical para su producción, lo que le permite tener disponibilidad durante todo el año (Pineda, 2021). Las variedades de banano de exportación más ofrecidas en el Ecuador son: Canvendish, banano rojo y orito (Ekos, 2020). La variedad para usar en el proyecto será la Cavendish.

Conforme al acuerdo ministerial 316, existen requerimientos mínimos del banano para clasificarse como un producto de exportación, los cuales son: tener una conformación correcta (consistentes y sin evidenciar daños superficiales), pedúnculos intactos, calibre entre 39 y 46

mm, longitud mínima de 8 pulgadas por caja, las manos deben oscilar de 4 a 8 dedos (dependiendo del país hacia donde se exporta) y colocación adecuada de etiquetas (caja y banano) (Pardo y Novillo, 2016).

### ***1.4.3 Antecedentes sobre otros productos a base de banano***

El banano, debido a su versatilidad de conversión en productos procesados, ha sido motivo de estudio y generación de propuestas de procesamiento. Los primeros productos elaborados a partir del procesamiento del banano fueron los postres, sin embargo, contando en su formulación con la materia prima en un estado con poca transformación de la materia prima; su proceso principal es el mezclado y horneado debido a que son parámetros que determinan su correcta formación. Es a partir de este primer producto que se comienza a industrializar otros productos como la harina de banano para elaborar panes, snacks como chips de banano, néctar, compotas, vino, cereales, cakes entre otros; así mismo, con el avance tecnológico, promovió otras propuestas como licor, vinagre, biocombustible, entre otros (Guylène *et al.*, 2009).

### ***1.4.4 Harina de banano***

#### **1.4.4.1. Aporte nutricional de la harina de banano**

La harina de banano con cáscara posee en su composición fisicoquímica un aproximado de 8,25% de humedad, 2,65% de cenizas, 3,01% de proteínas, 0,18% de lípidos, 1,73% de fibra curda y 84,18% de carbohidratos (Montoya *et al.*, 2016)

### **1.4.5 Tecnologías para la operación de secado**

#### **1.4.5.1 Secador de bandejas o de Armario**

Está formado por una cámara metálica rectangular donde contiene unos soportes móviles sobre los que se apoyan los bastidores, cada bastidor contiene un cierto número de bandejas montadas una sobre otras donde se cargan con el material a secar (Sandoval, 2005).

Los rendimientos térmicos de los secadores tipo bandeja comprenden entre el 20 y el 50% pudiendo ser más bajo; este tipo de secadores generalmente son útiles para la deshidratación de productos agrícolas tales como espinacas, ajos perejil, guisantes, champiñones, cebollas, etc. (Maupoey *et al.*, 2001).

Para el uso de esta tecnología es recomendable un acondicionamiento previo del banano, mediante el uso de sustancias antioxidantes como el ácido ascórbico y el ácido cítrico (Neira, 2018).

#### **1.4.5.2 Secador por bomba de calor de fuente de aire**

Esta tecnología de secado se considerará como alternativa en el proyecto. La alimentación de la materia prima a secar es similar al del secado de bandejas, pero a comparación de aquellos que usan principio de emisión de calor por convección, presenta beneficios respecto a eficiencia energética sin uso de combustible fósiles, permite controlar mejor que las tecnologías anteriores la humedad, y lo más importante controla indirectamente la calidad del producto debido a que mantiene el calor sensible en el producto (Muñoz y Vivas, 2015; Vásquez, 2017).

Los beneficios de esta tecnología de secado radican en la eficiencia del secado. En el caso específico del banano, el secador por bandeja presentó un rendimiento térmico entre 45 a 50%,

mientras que los rendimientos térmicos del secador por bomba de calor son del 85% (Chiriboga, 2022).

En la *Tabla 1* se puede observar las distintas tecnologías de secado que se van a comparar en el presente proyecto (por bomba de calor y por bandejas), debido a la elección de equipos que se hace posteriormente. En la tabla se analiza el contenido de humedad en base a distintos tiempos y temperaturas.

**Tabla 1.**

*Comparación de tecnologías de secado respecto a la humedad*

Temperatura (°C)	Secado por bomba de calor		Secado de bandejas	
	Tiempo (h)	Contenido de humedad (%)	Tiempo (h)	Contenido de humedad (%)
<b>40</b>	26,5	9,36	27	9,42
	18,6	9,25	19,5	9,37
	17	9,1	18,5	9,15
<b>45</b>	21	9,18	21,5	9,23
	17	9,1	18	9,16
	13	8,46	15	8,83
<b>50</b>	18	8,57	19	8,68
	15	8,16	16	8,49
	10	7,48	11	7,72
<b>55</b>	15,5	7,88	16	7,9
	11,5	7,64	12	7,75
	8	7,3	9	7,38

*Nota.* Datos obtenidos de Chiriboga (2022).

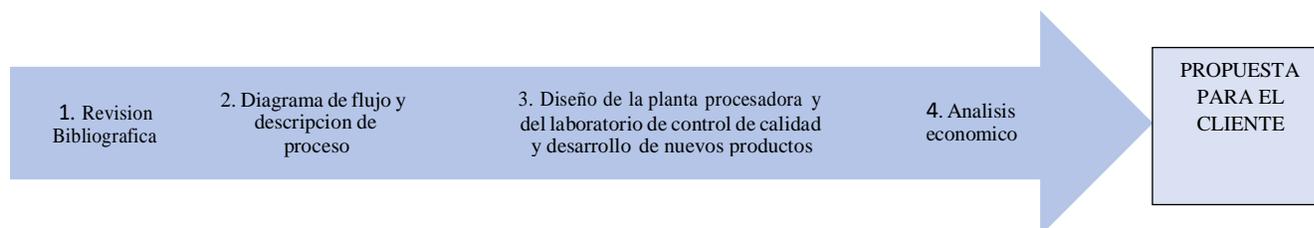
## Capítulo 2

## 2. Metodologías

El presente capítulo muestra las metodologías aplicadas para el diseño de la planta multipropósito lo que permitirá fundamentar las decisiones tomadas para alcanzar los objetivos planteados. Esto se va a realizar por medio de las etapas descritas a continuación:

### *Figura 1.*

*Etapas de la metodología que se usó en el proyecto*



### 2.1 Revisión bibliográfica

La revisión bibliográfica fue uno de los pilares fundamentales para la sustentación del análisis, proporcionando una base de conocimientos previos e investigaciones actuales que respaldan el contenido presentado. Entre los componentes bibliográficos usados fueron: el libro de “Diseño de industrias agroalimentarias”, la información de como elaborar los productos alternativos en la planta multipropósito de harina de banano, la conexión con distintos proveedores a nivel mundial para la cotización e información de los diferentes equipos a usar en la planta, y las Normativas ISO y “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo”.

### 2.2 Diagrama de flujo y descripción del proceso

#### 2.2.1 *Obtención de harina de banano*

El flujo operacional está diseñado para procesar 1000kg de banano y obtener 180 Kg de harina de banano al día en dos turnos de 8 horas.

**2.2.1.1 Recepción.** En la recepción se almacena la materia prima de banano verde que no cumple con las especificaciones de exportación, los bananos llegan a la planta procesadora de harina de banano desde las fincas de la empresa exportadora. Entre las especificaciones técnicas con las que llegaría la materia prima se detalla, el grado de maduración de 1y que se encuentre libre de contaminaciones, enfermedades y plagas (Frutabona, 2023).

**2.2.1.2 Lavado.** Esta etapa se realiza por medio de un lavado por inmersión en agua con hipoclorito de sodio a una concentración de 200ppm (OIRSA, 2020), donde ocurre un posterior proceso de enjuague.

**2.2.1.3 Corte de puntas y pelado.** El corte de puntas o eliminación de su cascara (el pelado es una etapa opcional), es una etapa que se realiza a través de una banda transportadora con el uso de cuchillos.

**2.2.1.4 Rebanado.** El rebanado del banano es importante en el proceso de producción, porque dependiendo del grosor de la rodaja varía el tiempo de secado (mientras más fina la rodaja de banano el tiempo de secado sería menor). En esta etapa se realiza el corte de los bananos en rodajas con un grosor que va desde 2 mm hasta 3 mm.

**2.2.1.5 Secado.** La etapa de secado es la más crítica para el proceso de producción de la harina de banano, ya que garantiza la conservación, durabilidad y concentración de nutrientes. Dicha etapa se realiza colocando las rodajas en bandejas de acero inoxidable (amontonándolas lo menor posible entre ellas) a una temperatura de 70°C y se las deja secando por un tiempo de 8 horas.

**2.2.1.6 Molienda y tamizado.** Estas etapas determinan algunas características del producto final como la textura, consistencia y pureza de este. Se realiza la molienda de las rodajas de banano secado y tamizado con un número de malla 80 y tamaño de partícula 180  $\mu\text{m}$ .

**2.2.1.7 Embolsado (envasado a granel).** Se embolsa la harina que sale de la molienda en sacos de polipropileno en presentación de 25kg, se amarra y dependiendo de la finalidad del producto terminado se procede a colocar en la Bodega de Producto en Proceso 2 o si se desea continuar con el flujo de la harina al área de envasado.

**2.2.1.8 Envasado y etiquetado.** Una vez completada la fase de embolsado, el siguiente paso es el envasado de la harina en paquetes de polietileno sellados de forma hermética. Estos paquetes están diseñados en presentaciones de 250g. Previamente, el material de empaque ha sido rotulado.

**2.2.1.9 Detección de metales.** En esta etapa los productos terminados pasan por un detector de metales para separar los productos que contengan metales ferrosos, no ferrosos y acero inoxidable.

**2.2.1.10 Almacenamiento.** Una vez finalizado el proceso de producción de la harina de banano y de los otros múltiples productos estos se almacenan dentro de la bodega de producto terminado a una temperatura entre 12 a 18°C (Aseconsa, 2010; Castellanos, 2011).

## **2.2.2 Obtención de otros productos (opcionales)**

**2.2.2.1 Fritado.** Etapa propuesta para obtención de chips de banano. El fritado se realiza posterior a la etapa de rebanado, donde se fríen las rodajas a una temperatura de 105 – 120°C durante un tiempo de 9 minutos, esta etapa requiere de un equipo freidor, un escurridor y un tambor para el sazonado (Ugalde, 2018).

**2.2.2.2 Mezclado.** Etapa propuesta para obtención de premezclas de polvos para preparación de colada y usos en repostería. Se emplea un mezclador en tipo "V" para el proceso de mezclado, diseñado específicamente para combinar polvos con variadas granulometrías. Este equipo permite lograr una mezcla homogénea en un lapso breve, generando un producto final de alta calidad. La etapa de mezclado se propone como parte fundamental en la elaboración de premezclas destinadas a la repostería y la preparación de coladas. Una vez completada la fase de mezclado, el producto resultante avanza hacia la fase de envasado. La etapa de mezclado también es una etapa previa a las opciones de fritura y extruido

**2.2.2.3 Extruido.** Etapa propuesta para obtención de productos extruidos, para la cual se requeriría una mezcla previa (en la etapa explicada en el punto anterior). El proceso de extrusión se basa en fundir y moldear a flujo constante de presión y fuerza un producto hasta obtener la forma deseada para su aplicación final. Dependiendo del equipo y del producto, se puede requerir un horneado posterior y un tambor para el sazonado

### ***2.2.3 Bodegas de producto en proceso y en producto terminado***

Se dispone de dos bodegas las cuales tienen el nombre de Bodega de Producto en Proceso (BPP). La primera bodega (BPP-1) se usará para almacenar productos frescos como cáscara o banano cortados. La segunda bodega, denominada como producto en proceso 2 (BPP-2), se destina al almacenamiento de productos secos como la harina evaluada al granel (25kg) y premezclas previo a la etapa de extruido o envasado final; los productos son ubicados en racks. En la bodega de producto terminado (BPT) se almacenan los productos empacados en unidades pequeñas listos para entregar. Es fundamental asegurar que estos espacios estén adecuadamente acondicionados para mantener una temperatura y ambiente óptimos que salvaguarden la integridad y calidad de los productos almacenados. La correcta preservación de estos entornos es

esencial para mantener la frescura y propiedades de la cáscara o productos cortados y para asegurar la calidad y viabilidad de la harina para formulaciones de premezclas y productos extruidos.

#### **2.2.4 Descripción de los productos**

**2.2.4.1 Harina de banano.** Es un alimento en polvo fino y suave que resulta de un proceso de deshidratación y molienda del banano (Montoya *et al*, 2016).

**2.2.4.2 Premezclas.** Las premezclas son combinaciones homogéneas de varios ingredientes secos que se mezclan para elaborar una amplia variedad de productos. En el presente proyecto se realizó la investigación de dos tipos de premezclas: para coladas y repostería.

**2.2.4.2.1 Para coladas.** Son mezclas que contienen distintos ingredientes secos como harinas, almidones, bicarbonato de sodio, canela en polvo, harina de trigo, fibra de avena entre otros ingredientes cuya finalidad es la preparación de la colada (García, 2023).

**2.2.4.2.1 Para repostería.** Son mezclas de ingredientes básicos para la elaboración de recetas de repostería como harina base, sal, azúcar, levadura, leche en polvo, emulsionantes, entre otros (García, 2023).

**2.2.4.3 Chips de banano.** Los chips de banano son rodajas delgadas de plátano frito o deshidratado que se obtienen a partir del banano verde o plátano maduro, estos vienen en presentaciones conocidas como snack o aperitivos.

**2.2.4.4 Productos extruidos.** Son alimentos preparados con trigo, arroz, girasol, soya y mezclas de harinas (como la del banano), ricos en almidón y proteínas, obteniendo productos crocantes y de gran versatilidad de formas (García, 2012).

## **2.3 Diseño de la planta procesadora y del laboratorio de control de calidad y desarrollo de nuevos productos**

### **2.3.1 Localización de la planta**

La instalación de esta planta procesadora versátil se llevará a cabo en Santa Rita, una comunidad situada en la provincia de Los Ríos, Ecuador. Esta elección se realizó con el uso de “criterios ponderados”, evaluando siete factores como: acceso de servicios básicos, trasportación, dimensiones, costo de implementación, normativas, proveedores y materia prima, en la cual cada factor recibe un peso que refleja su grado de relevancia con otros factores dentro del mismo contexto, permitiendo tomar decisiones.

### **2.3.2 Metodología Systematic Layout Planning (SLP)**

Esta herramienta implica vincular las diversas tareas llevadas a cabo en una instalación o planta con su flujo correspondiente. El objetivo principal radica en estructurar estas actividades para poder identificar, evaluar y representar claramente los elementos que constituyen la disposición física de una planta de procesamiento de alimentos. Este enfoque permite a las empresas mejorar la configuración de sus instalaciones, al tiempo que facilita la recopilación de datos esenciales para comenzar a diseñar la distribución de la planta. Este diseño puede realizarse manualmente o mediante el uso de software especializado en la organización y disposición de esta información (Casp, 2005).

### **2.3.3 Diagramas de flujo**

La utilización de los diagramas de flujo en las plantas de procesamiento implica organizar de manera secuencial y visual la información relativa a las diferentes etapas del proceso productivo. En el ámbito de la industria alimentaria, estas fases se conocen como procesos unitarios. Estos diagramas incluyen componentes clave, tales como la entrada y salida de

materias primas, recursos empleados y los residuos generados durante el proceso (Cárdenas, 2022).

En el presente proyecto, el diagrama de flujo está relacionado con las etapas que se explicó anteriormente en el índice 2.2.1, pero es importante recalcar que el diagrama de flujo es la base para los siguientes diagramas como son: diagrama de equipos, diagrama de recorrido sencillo y la Tabla Relacional de Actividades o TRA como se puede ver en el apéndice D

#### **2.3.4 TRA**

La TRA establece la conexión existente entre las actividades relacionadas con la producción o flujo de trabajo y aquellas consideradas como medios auxiliares o actividades no productivas. Este recurso se configura como una tabla diagonal que evalúa las necesidades de proximidad entre cada par de actividades. En este proceso de evaluación, se emplea un código conformado por dos dígitos: el primero, compuesto por letras (A, E, I, O, U y X), que representan diferentes escalas de valoración de la necesidad de proximidad; el segundo dígito, que varía del 1 al 8, especifica la razón o motivo asociado a esa escala de valoración como se ven en las **Tabla 2** y **Tabla 3** a continuación (Casp, 2005).

**Tabla 2.**

*Significado de los códigos para elaboración de tabla relacional de actividades en función de proximidad*

<b>CÓDIGO</b>	<b>PROXIMIDAD</b>	<b>COLOR</b>
<b>A</b>	Absolutamente necesario	Rojo
<b>E</b>	Especialmente importante	Amarillo
<b>I</b>	Importante	Verde
<b>O</b>	Ordinario	Azul
<b>U</b>	Sin importancia	Negro
<b>X</b>	Rechazable	Café

*Nota.* Información obtenida del libro de Diseño de industrias agroalimentarias (2005)

**Tabla 3.**

*Descripción de las razones en función de proximidad*

<b>MOTIVO</b>	
<b>1</b>	Proximidad en el proceso
<b>2</b>	Higiene
<b>3</b>	Control
<b>4</b>	Polvos
<b>5</b>	Malos olores, ruidos, etc.
<b>6</b>	Seguridad del producto
<b>7</b>	Utilización material común
<b>8</b>	Accesibilidad

*Nota.* Información obtenida del libro de Diseño de industrias agroalimentarias (2005).

### 2.3.5 *Estimación de espacios*

Este método se enfoca en una labor de gran importancia: calcular, planificar, y determinar el espacio físico requerido para albergar equipos, áreas departamentales y diversas secciones dentro de toda la planta. La estimación de estos espacios es un aspecto crítico en el diseño y distribución de instalaciones, y uno de los métodos más empleados para llevar a cabo esta estimación es el método de Guerchet, reconocido por su eficacia en términos de distribución espacial.

El método Guerchet adopta una perspectiva que trata cada actividad como un puesto de trabajo individual. Este enfoque considera aspectos como el número de instrumentos, equipos y la cantidad de lados utilizados en cada uno de estos puestos de trabajo. En el cálculo de esta estimación se aplican las fórmulas (2.1, 2.2 y 2.3) que evalúan el espacio requerido en unidades de superficie, comúnmente expresadas en metros cuadrados ( $m^2$ ). Estas fórmulas están detalladas en la **Tabla 4** que describe, de manera sistemática, las expresiones y cálculos necesarios para determinar con precisión el espacio requerido para cada actividad específica en la planta.

$$S_s = l * a \quad (2.1)$$

$$S_g = S_s * N \quad (2.2)$$

$$S_e = (S_s + S_g) * K \quad (2.3)$$

**Tabla 4.**

*Explicación de las fórmulas consideradas en la metodología de necesidad de espacios*

<b>Descripción</b>	<b>Simbología</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Superficie estática</b>	$S_s$	$S_s = l$ (largo equipo/instalación) * $a$ (ancho equipo/instalación)	Superficie generada por el propio equipo o instalación
<b>Superficie gravitacional</b>	$S_g$	$S_g = S_s * N$ (número de lados a ocupar del equipo)	Superficie que indica el número de lados efectivos de uso del equipo por parte del obrero y el material.
<b>Superficie de evolución</b>	$S_e$	$S_e = (S_s + S_g) * K$ (coeficiente de evolución)	Superficie que se reserva para el desplazamiento del personal y del mantenimiento. El $K$ es un valor constante que varía de acuerdo con el desenvolvimiento de los operarios y las dimensiones del equipo.
<b>Superficie total</b>	$S_T$	$S_T = S_s + S_g + S_e$	Comprende el total de espacio ocupado por todas las superficies anteriores.

*Nota.* Información obtenida del libro de Diseño de industrias agroalimentarias (2005).

### **2.3.6 Layout de la planta**

El Layout de una planta es el diseño físico y la posición estratégica de los diferentes elementos como son los equipos, maquinarias, áreas de trabajo y flujo de materiales. Para el presente proyecto se utilizó un software “CORELAP (Computerized Relationship Layout

Planning”), este es un método el cual desarrolla una distribución en la cual los departamentos con mayor relación de cercanía estén lo más próximo posible (Fernández, 2006).

### **2.3.7 *Análisis económico***

Se llevó a cabo un análisis económico el cual implicó cuantificar la inversión inicial del proyecto y los costos de producción. Esta evaluación se basó en los costos asociados con la construcción de la infraestructura, adquisición de maquinaria o equipos, operarios y tecnologías requeridas, estimando estos gastos a partir de los precios teóricos actuales del mercado. Se proyectó un flujo de caja medible en 2 años, teniendo en cuenta los ingresos anuales y los costos variables estimados durante este periodo. Además, se calcularon los costos de la maquinaria considerando las cotizaciones de equipos disponibles en el mercado actual por medio de distintos proveedores de China, Ecuador y EE. UU., junto con el consumo de energía y los insumos necesarios para su operación.

Este análisis minucioso permitió evaluar la viabilidad económica del proyecto. Para este propósito, se consideraron indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Estos cálculos proporcionaron una visión detallada sobre la rentabilidad a largo plazo y la eficiencia financiera del proyecto en un horizonte temporal (Valverde, 2023).

## Capítulo 3

### 3. Resultados

El resumen de los resultados se los presenta a continuación:

#### 3.1 Revisión bibliográfica

Hubo respuesta por parte de proveedores como “GELGOOG” y CNESTRONIC quienes facilitaron la información de cada equipo requerido, y por medio del libro de Diseño de industrias agroalimentarias y normativas se respondió al diseño de planta, desde el diagrama de flujo hasta el software CORELAP.

##### 3.1.1 *Tendencias de consumo y mercado*

En los últimos años se ha notado un fuerte interés en la harina de banano, especialmente entre aquellos que buscan alternativas sin gluten en la cocina y la repostería.

Esta harina versátil se usa para una amplia gama de productos como panes, muffins, tortas, galletas y pancakes, siendo apreciada por su capacidad para mejorar texturas y añadir consistencia a batidos, smoothies y salsas. La demanda de harinas alternativas ha crecido debido al interés en dietas más saludables y sostenibles.

La harina de banano verde ha ganado popularidad en Estados Unidos, donde aproximadamente el 6% de la población es intolerante al gluten, reemplazando hasta un 30% de la harina de trigo. Destaca por su valor nutricional equilibrado y su amigabilidad con el medio ambiente, además de atraer a quienes buscan controlar los niveles de azúcar en sangre debido a su bajo índice glucémico. (MordorIntelligence, 2023)

En 2020, la demanda de harina de banano alcanzó los \$751.7 millones, con una proyección de crecimiento del 6.8% hasta 2028. Asia se perfila como un mercado crucial para su exportación, representando el 35.9% del total, impulsado por cambios en los hábitos alimenticios hacia opciones más saludables. (MordorIntelligence, 2023).

### 3.1.2 Elaboración de harina de banano a escala piloto y cumplimiento de normativa

La harina de banano se realizó a escala piloto, a 60°C por 20 horas, mediante el empleo de los equipos de la planta piloto de la ESPOL con lo cual se obtuvo los siguientes rendimientos que se observan en la **Tabla 5** y **Tabla 6**, estos rendimientos se calcularon por medio del flujo en kg/h de cada etapa.

El rendimiento obtenido de la harina de banano sin cáscara (HBSC) fue del 14%, esto considerando el parámetro más relevante, el del secado, a una temperatura de 60-65°C por un tiempo de 20 horas. Este resultado se valida con los resultados de González (2017), el cual obtuvo un rendimiento del 15,48% considerando diferentes pesos iniciales por bandejas del secador, a 60°C por 36 horas.

El rendimiento que se obtuvo de la harina de banano con cáscara (HBCC) fue del 18%, esto considerando las condiciones de secado anteriormente mencionadas. Este resultado se valida con los resultados de Braz (2017), el cual obtuvo un rendimiento del 21% considerando 2,72 Kg de banano verde en un secador “FANEN dryer” a 60°C por 20 horas.

**Tabla 5.**

*Elaboración de harina de banano sin cáscara*

<b>Etapa</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Rendimiento por etapa (%)</b>	<b>Flujo (kg/h)</b>
<b>Limpieza</b>	10	0,17	100	40,62
<b>Corte de puntas y pelado</b>	11	0,18	67	23,32
<b>Rebanado</b>	16	0,27	80	13,63
<b>Secado</b>	1200	20	28	0,084
<b>Premolienda</b>	80	1,33	98	0,75
<b>Molienda</b>	22	0,37	97	2,68
<b>Tamizado</b>	60	1	98	0,28
<b>Total</b>	1399	23	14	

**Tabla 6.***Elaboración de harina de banano con cáscara*

<b>Etapa</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Rendimiento por etapa (%)</b>	<b>Flujo (kg/h)</b>
<b>Limpieza</b>	20	0,33	100	36,32
<b>Corte de puntas</b>	6	0,10	92	105,56
<b>Rebanado</b>	32	0,53	99	20,28
<b>Secado</b>	1200	20	21	0,12
<b>Premolienda</b>	115	1,92	98	1,22
<b>Molienda</b>	53	0,88	99	2,61
<b>Tamizado</b>	67	1,12	96	1,99
<b>Total</b>	1493	25	18	

Los valores de humedad obtenidos de la harina de banano sin cáscaras, como con cáscaras, están en el rango de Normativa, como se observa en la **Tabla 7**, la harina de banano con cáscara obtuvo un porcentaje menor de humedad a diferencia de la harina de banano sin cáscara y esto se debe a que la cáscara actúa como una barrera natural que ayuda a reducir la exposición directa al medio ambiente.

**Tabla 7.***Humedad de harina de banano con cáscara y sin cáscara*

<b>Parámetro</b>	<b>Harina de banano sin cáscara</b>	<b>Harina de banano con cáscara</b>	<b>Normativa Técnica Colombiana NTC 2799 (máx.)</b>
<b>humedad</b>	6,92%	6,605%	10%

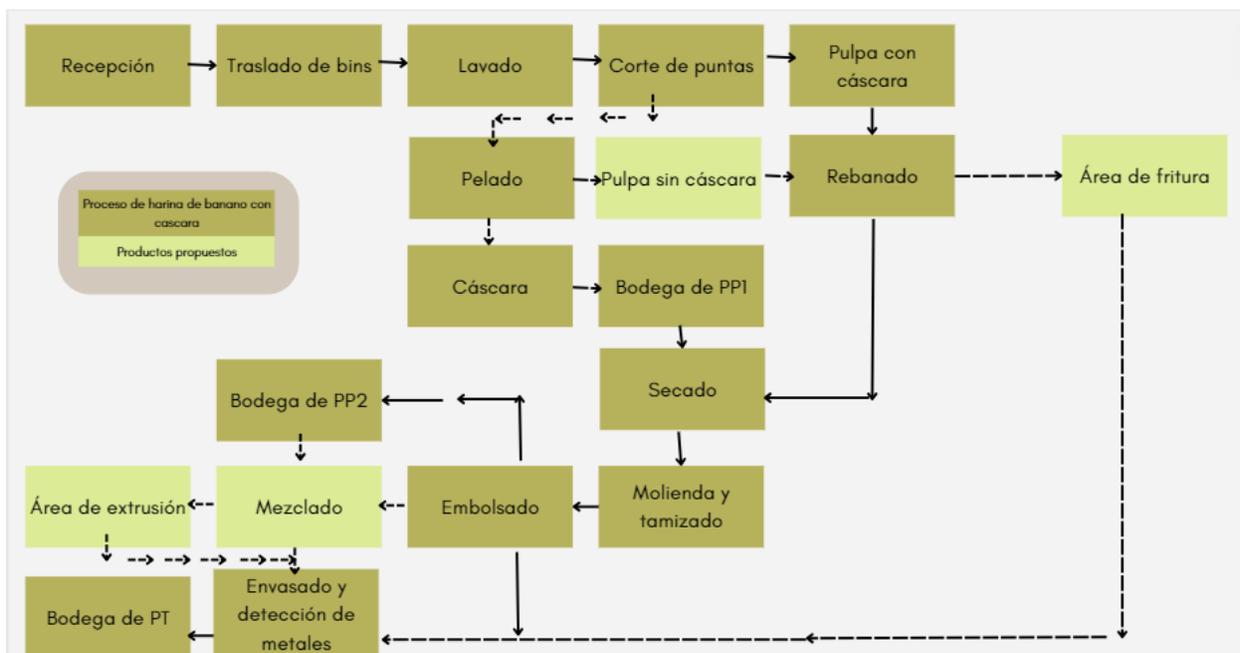
### 3.2 Diagrama de flujo y descripción del proceso

En la **Figura 2** se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de la harina de banano verde (etapas unidas con líneas continuas), así como para productos opcionales (etapas unidas con líneas discontinuas).

La descripción del proceso se lleva a cabo por el diagrama de Gantt (Ver Apéndice B), el cual muestra el tiempo que conlleva cada etapa y el número de operarios que intervienen (Casp, 2005).

### Figura 2.

Diagrama de flujo de harina de banano y otros productos



## 3.3 Diseño de planta procesadora y del laboratorio de control de calidad y desarrollo de nuevos productos

### 3.3.1 Diseño de planta procesadora

Poniendo en práctica las metodologías descritas (en el capítulo 2) para el diseño de la planta, se pudo dar respuesta a todos los elementos básicos requeridos de distribución de plantas, los cuales comprenden: El producto, la cantidad, el recorrido, los servicios y el tiempo (Casp, 2005).

### 3.3.1.1 Localización de la planta procesadora.

Para determinar la localización de la planta, se evaluaron tres terrenos propuestos por el cliente, como se ve en la **Tabla 8**. Se seleccionó el más idóneo utilizando un enfoque de factores ponderados que consideraba siete criterios mostrados a continuación en la **Tabla 9** (Casp, 2005). Esto permitió conocer los servicios para llevar a cabo los procesos de fabricación.

**Tabla 8.**

*Descripción de los terrenos propuestos por la empresa exportadora de banano*

<b>Terrenos</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Área</b>
<b>Terreno A</b>	Finca de la empresa exportadora de banano, junto a las bodegas	216 m <sup>2</sup>
<b>Terreno B</b>	Finca de la empresa exportadora de banano, cerca del camino de camiones	846 m <sup>2</sup>
<b>Terreno C</b>	Finca de la empresa exportadora de banano, cerca de las plantaciones de banano y de la pista de aterrizaje	400 m <sup>2</sup>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 9.**

*Factores ponderados para la elección del terreno*

Factores	Ponderación	Alternativas		
		Terreno A	Terreno B	Terreno C
<b>Acceso a servicios básicos</b>	20%	4	6	8
<b>Transportación</b>	10%	7	7	6
<b>Dimensiones</b>	20%	3	4	9
<b>Costo de implementación</b>	15%	7	3	6
<b>Normativas</b>	25%	7	7	7
<b>Proveedores</b>	5%	4	4	3
<b>Materia prima</b>	5%	8	8	7
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>5,5</b>	<b>5,5</b>	<b>7,15</b>

*Nota.* Elaboración propia.

En la **Tabla 9** se observan siete factores que se analizaron para la elección del terreno más adecuado.

El primero se relaciona con la accesibilidad a servicios básicos, donde se evaluó qué terreno se encuentra más cercano a estos servicios esenciales. El segundo, referido al transporte, consideró la distancia entre los trabajadores que laborarán en la planta y la misma. El tercero, las dimensiones, se enfocó en el tamaño del terreno disponible. El cuarto analizó los costos de implementación, evaluando la inversión necesaria para la puesta en marcha de la planta. El quinto, las normativas, verificó si los terrenos cumplen con los requisitos establecidos. El sexto, relacionado con los proveedores, consideró la distancia entre estos y la planta. El séptimo, la materia prima, evaluó la proximidad de esta a la ubicación de la planta.

### 3.3.1.1 Metodología SLP

**3.3.1.2.1 Diagrama de flujo.** Como fue explicado en la sección 3.2, este diagrama definió un total de 5 productos finales a considerar (Harina de banano, chips de banano, pre-mezclas de repostería, pre-mezclas de colada y producto extruidos de banano) (Casp, 2005).

**3.3.1.2.2 Diagrama de equipos.** El diagrama de equipos (**Figura 3**) es el resultado de definir la capacidad de flujo (en Kg/h) y los diferentes equipos que se usarán para el diseño de la planta, conociendo así la cantidad de producción (Casp, 2005).

Para seleccionar los equipos se usó la técnica de matriz de prioridades, la cual se muestra en la Tabla 10. La matriz evaluó cuatro criterios (minimización de desperdicios, multifuncionalidad del diseño, reducción de tiempos de producción y costos de inversión). Cada opción de diseño para la etapa fue ponderada en función de la importancia otorgada por el cliente, representando un total del 100%. Estos criterios se calificaron en una escala del 1 al 3, donde se indicaba falta de cumplimiento, mientras que 2 y 3 representaban niveles crecientes de cumplimiento. La elección de la opción por etapa se basó en la que obtuvo la puntuación más alta sobre 3 como se observa en la **Tabla 10** y la **Tabla 11** representan los equipos escogidos con su respectiva capacidad

**Tabla 10.**

*Matriz de priorización para la elección de equipos*

<b>Etapa</b>	<b>Opciones</b>	<b>Puntaje total (sobre 3)</b>	<b>Seleccionado (Si/No)</b>
<b>Lavado</b>	Lavado automático	1,7	No
	Lavado semiautomático	2,8	<b>Si</b>
<b>Corte de puntas</b>	Mesas de trabajo	2,3	No

	Banda transportadora	2,6	Si
<b>Rebanado</b>	Manual	1,2	No
	Máquina rebanadora	2,8	Si
<b>Secado</b>	Secador de bandejas	2,1	No
	Secador de bomba de calor	2,5	Si
<b>Molienda y tamizado</b>	Equipos separados	2,0	No
	Equipos unificados	3,0	Si
<b>Envasado, sellado y detección de metales</b>	Equipos separados	1,8	No
	Equipos unificados	3,0	Si

*Nota.* En la sección del secado, se trabajará con un secador con bomba de calor, ya que este equipo cumple el tiempo de proceso de 4 secadores de bandejas requiriendo menor espacio y minimiza el consumo eléctrico.

**Tabla 11.**

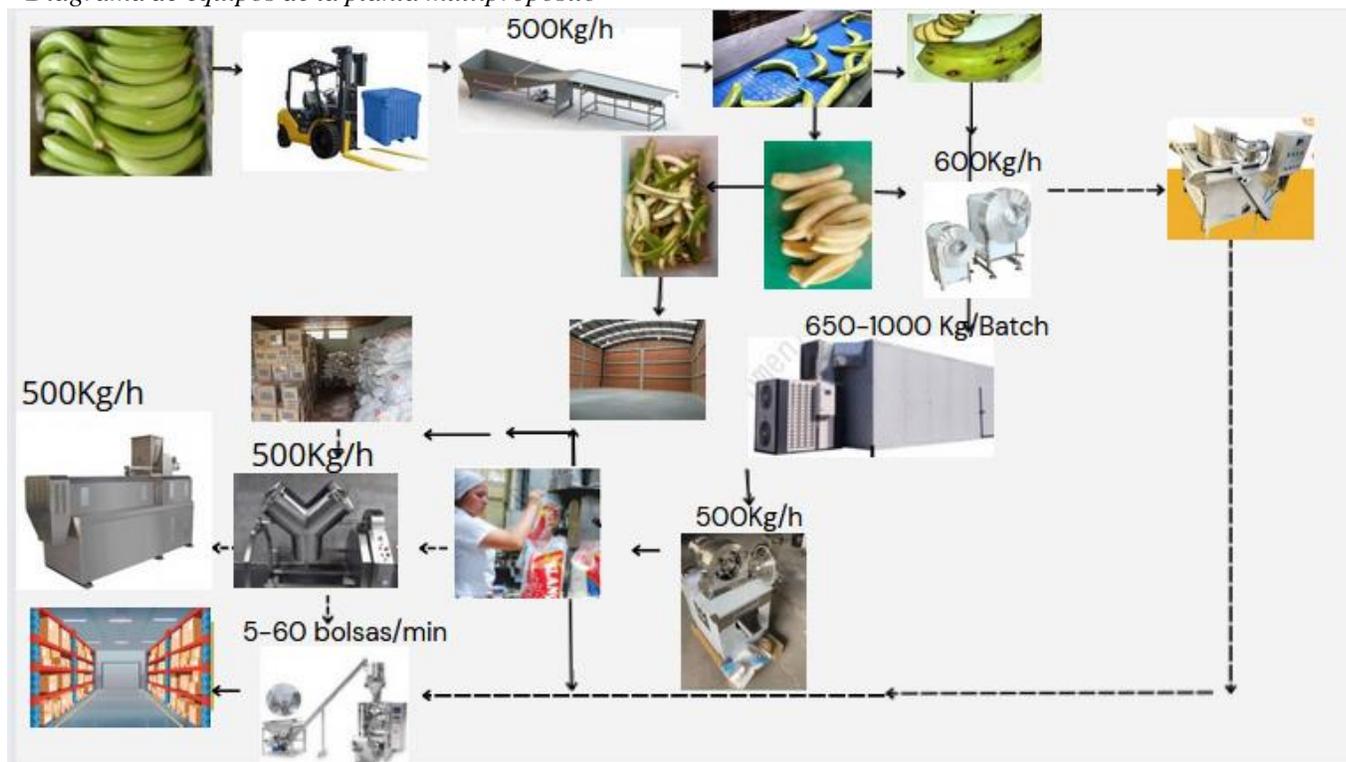
*Equipos con su respectiva capacidad*

<b>Etapa</b>	<b>Equipo</b>	<b>Capacidad</b>
<b>Lavado</b>	Tina de lavado semiautomático	500Kg/h
<b>Corte de puntas</b>	Banda transportadora	500Kg/h
<b>Rebanado</b>	Rebanador	600Kg/h
<b>Secado</b>	Secador de bomba de calor	650-1000Kg/Batch
<b>Molienda y tamizado</b>	Molino y tamizador	500Kg/h
<b>Envasado, sellado y detección de metales</b>	Envasado, sellado y detección de metales unificados	5-60 fundas/min

*Nota.* Las capacidades indicadas de los equipos fueron obtenidas de las fichas técnicas proporcionadas por los proveedores consultados.

**Figura 3.**

*Diagrama de equipos de la planta multipropósito*



**3.3.1.2.4 TRA.** Las actividades que muestran una mayor importancia de proximidad son las etapas de la 1 a la 9 (como son la entrada, recepción, área de traslado de bins, lavado, corte de puntas, rebanado, BPP1, fritado y secado), debido a que en estas etapas secuenciales se manejan 1000 Kg de banano verde desde la recepción y se termina con aproximadamente 200 Kg de producto seco, saliendo de la etapa de secado. Esto se puede visualizar en la **Figura 4** y **Tabla 12**.

El resumen de la **Figura 4** se encuentra en la **Tabla 12**. El número de actividades “n” representa las actividades o departamentos totales, el número de relaciones totales “N”, se lo obtiene multiplicando “n” por “(n-1)/2”. El valor mínimo y máximo solamente son indicadores de qué tanto se ajusta teóricamente el resultado real del conteo de las relaciones “A”, “E”, “I”, “O”, “U” y “X”.

Figura 4.

TRA de las distintas actividades de la planta

	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	Entrada (filtro sanitario)	A1	E1	X2	O2	I6	X3	I8	X6	X6	X6	X2	X2	X2	X2	X2	O8	I8	X2	X2	I8	
2	Recepción en planta		A1	X2	I1	E6	X3	I8	X6	X6	X6	X2	X2	X2	X2	X2	X6	X2	X2	X2	X2	
3	Área de traslado de Bins			E1	E1	O6	X3	I8	X6	X6	X6	X2	X2	X2	X2	X2	X6	X2	X2	X2	X2	
4	Lavado				A7	I6	E2	O8	X4	X6	X6	X2	X2	X2	X2	X2	X6	X2	X2	X2	X2	
5	Corte de puntas					A7	E2	I8	U4	X6	X6	X2	X2	X6	X6	X2	X6	X2	X2	X2	X2	
6	Rebanado						A1	E8	A7	X6	X6	X2	X2	X6	X6	X2	X6	X2	X2	X2	X2	
7	BPP1							X3	A8	O8	X6	E8	X2	X6	X6	I8	X6	X2	X2	X2	X2	
8	Fritado								E8	O1	X6	X2	X2	X6	X6	X2	X6	X2	X2	X2	X2	
9	Secado									A1	A8	E6	I8	E8	O8	I8	X6	X2	X2	X2	X2	
10	Molienda y envasado al										A3	A1	E8	A1	E8	I8	X6	X2	X2	X2	X2	
11	BPP2											A8	E8	E8	E8	O8	X6	X2	X2	X2	X2	
12	Mezclado												E8	E8	E8	O8	X6	X2	X2	X2	X2	
13	Extruido													E8	E8	I8	X6	X2	X2	X2	X2	
14	Envasado y detección de														A1	I8	X6	X2	X2	X2	X2	
15	BPT															I8	X6	X2	X2	X2	X2	
16	Laboratorio																X6	X2	X2	X2	X2	
17	Bodega de mantenimiento																	I8	I8	I8	X2	
18	Oficina																		I8	I8	X2	
19	Baños																			E2	X2	
20	Limpieza y vestuarios																					X2
21	Comedor																					

Nota. Elaboración propia.

Tabla 12.

Cálculos del TRA

<b>n (número de actividades)</b>	<b>21</b>		
<b>N (número de relaciones totales)</b>	<b>210</b>		
	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Real</b>
<b>A</b>	4	11	14
<b>E</b>	6	21	22
<b>I</b>	11	32	21
<b>O</b>	21	53	9
<b>U</b>	-	-	1
<b>X</b>	-	-	143

*Nota.* Elaboración propia.

**3.3.1.2.5 Estimación de espacios.** Se dividió en departamentos a todas las actividades en planta realizadas por zonas productivas y no productivas (Casp, 2005). Así mismo, el cálculo del espacio de las superficies que intervienen en el departamento fue llevado a cabo con las fórmulas mencionadas en el capítulo 2. En la **Tabla 13** se resume área final para cada departamento se muestra continuación:

**Tabla 13.**

*Número de departamentos con el área de m<sup>2</sup> por departamento*

<b>Número de Departamento</b>	<b>Departamento</b>	<b>Área requerida (m<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	Entrada (filtro sanitario)	11,4
<b>2</b>	Recepción de materia prima	9,0
<b>3</b>	Área de traslado de Bins	15,9
<b>4</b>	Lavado	6,0
<b>5</b>	Corte de puntas	7,2
<b>6</b>	Rebanado	8,1
<b>7</b>	Bodega de producto en proceso 1	9,0
<b>8</b>	Fritado	7,4
<b>9</b>	Secado	40,7
<b>10</b>	Molienda y envasado al granel	4,5
<b>11</b>	Bodega de producto en proceso 2	9,6
<b>12</b>	Mezclado	9
<b>13</b>	Extruido	9
<b>14</b>	Envasado y detección de metales	9
<b>15</b>	Bodega de producto terminado	9
<b>16</b>	Laboratorio de calidad y desarrollo	14,7
<b>17</b>	Bodega de mantenimiento	6,1
<b>18</b>	Oficina	6,0
<b>19</b>	Baños	5

20	Limpieza y vestuarios	6,8
21	Comedor	8,2
Área departamentos (m <sup>2</sup> )		211,6

*Nota.* Elaboración propia.

Cabe destacar que en el **Apéndice G**, el área de los pasillos y de las paredes en toda la planta suman 105,555 m<sup>2</sup>, comprendidos en el espacio total requerido en la planta de 321,555 m<sup>2</sup>.

**3.3.1.2.5 Layout de la planta.** En los diseños presentados en las figuras mencionadas a continuación, **Figura 5** y **Figura 6** integran los fundamentos esenciales de una distribución efectiva en una planta. La propuesta 1, corresponde al proceso diagramado de un área de 254 m<sup>2</sup>.

La recepción y traslado de Bins manejan la manipulación inicial del banano, mientras que la BPP2 almacena el producto semielaborado de la harina de banano y otros insumos necesarios, la BPT almacena los productos finales, y la gestión de los residuos derivados de las cáscaras del banano se realiza en la BPP1.

Además, hay 5 departamentos de producción auxiliares (baños, vestuarios, oficina, bodega de mantenimiento y comedor) que contempla la planta. Los departamentos se han ubicado estratégicamente para optimizar la continuidad del proceso, minimizando los tiempos de operación y traslado de materiales en proceso.

En la **Figura 6**, se puede observar la propuesta 2 del diseño de la planta, con 321 m<sup>2</sup>. Las diferencias son que esta comprende un área de almacenamiento de la harina envasada al granel, la BPP2, además de un área vacía la cual fue calculada para poder instalarse una línea de fritura cuyo uso será definido por el cliente. Por último, podría sugerirse ampliar el área de fritura de la propuesta 2 unos 68 m<sup>2</sup> de superficie adicional y en sentido horizontal, moviendo a su vez las

zonas de la columna derecha del Layout (es decir, la zona de mezclado, BPP2, molienda, envasado y BPT) para acoger una línea de productos extruidos (ver **Apéndice E**).

Figura 5.

Layout de la planta, propuesta 1 de 254 m<sup>2</sup>

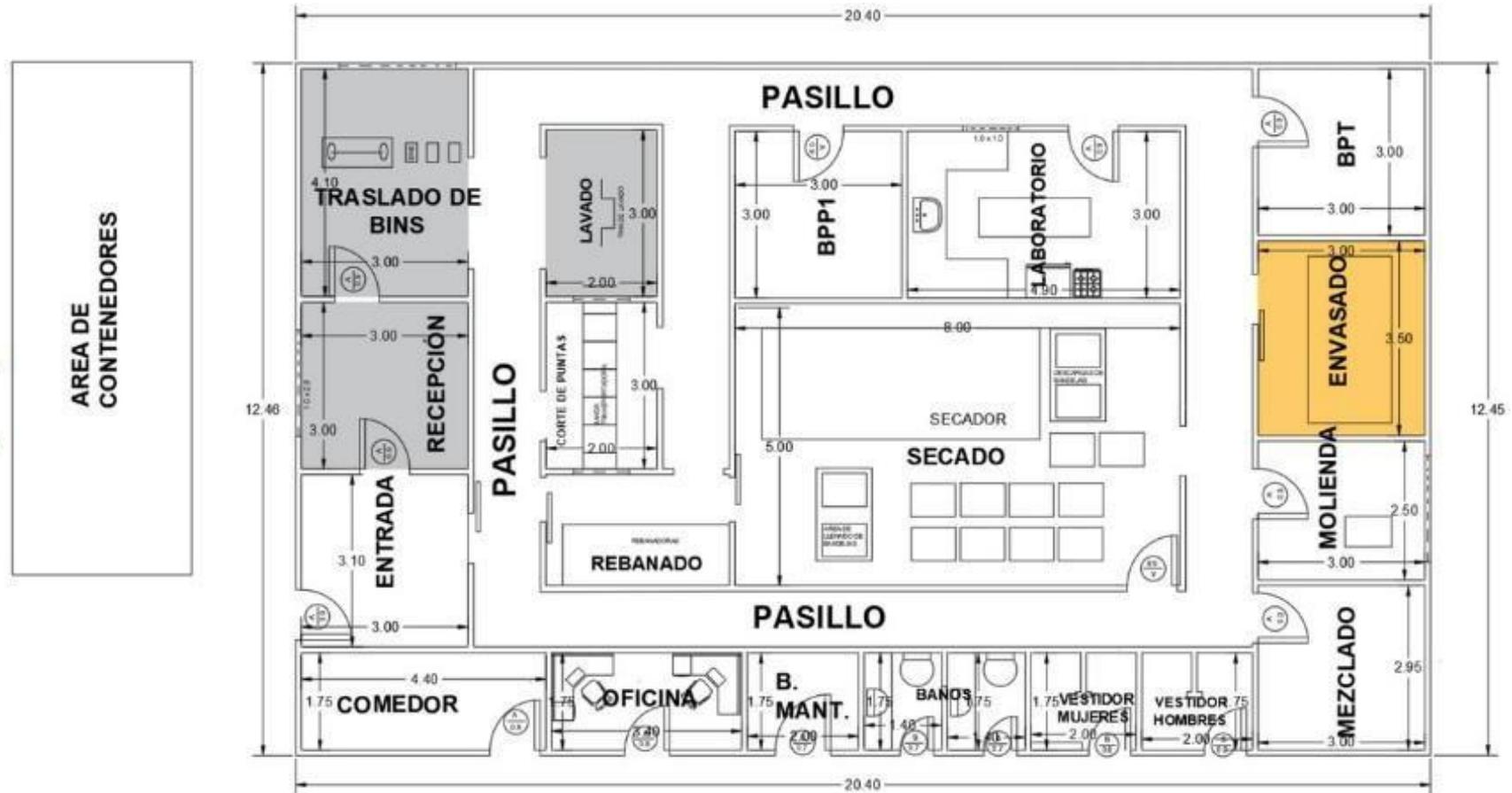
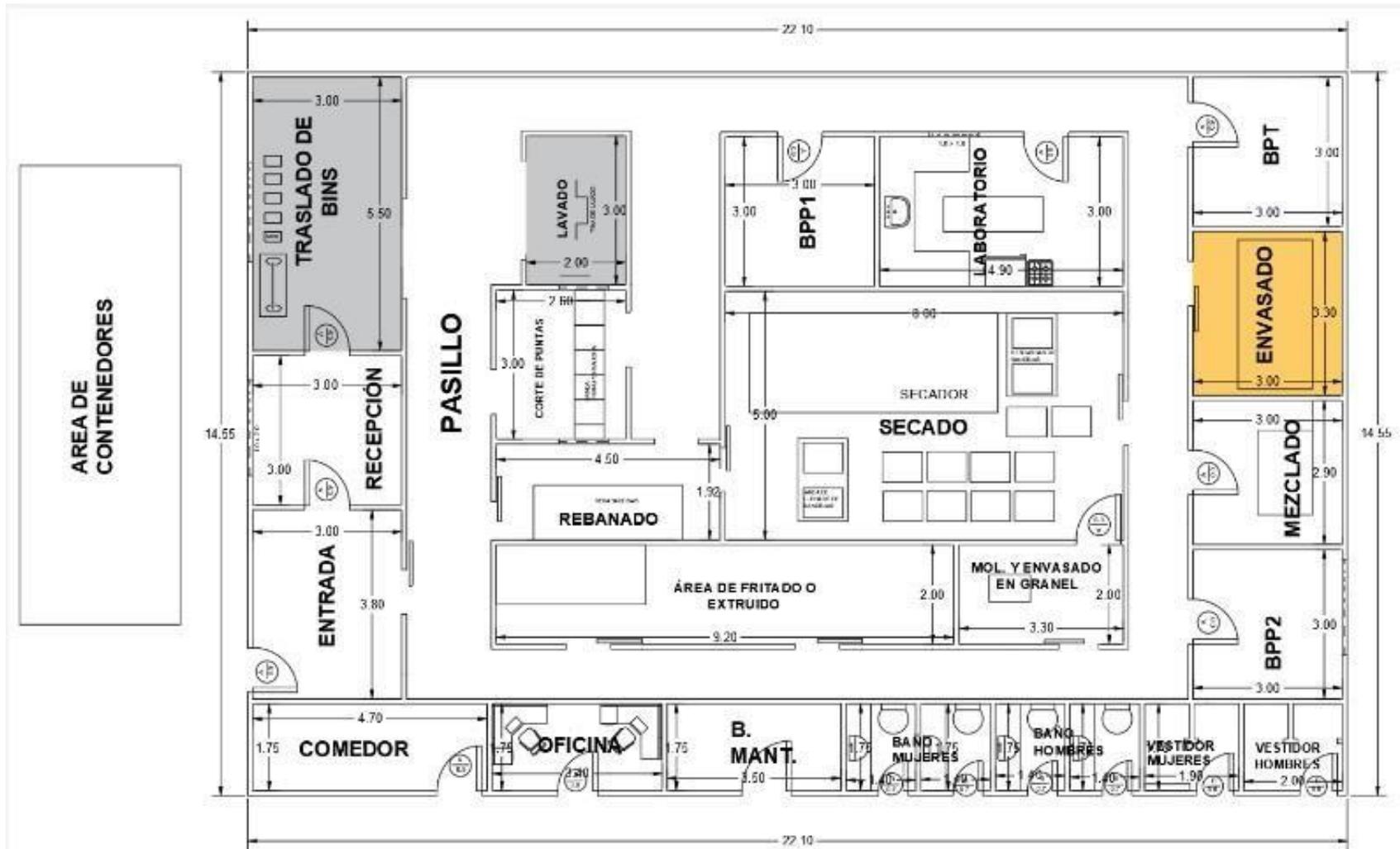


Figura 6.

Layout de la planta, propuesta 2 de 321 m<sup>2</sup>

### 3.3.2 *Diseño del laboratorio*

Para el diseño de laboratorio se utilizó la herramienta de estimación de espacios y se investigó los respectivos análisis que se hace previo a la elaboración de harina de banano durante y después. Es así como se concluyó que se necesitaba los siguientes equipos para el laboratorio de, los subprocesos de control de calidad y de desarrollo de productos, descritos en la **Tabla 14**.

**Tabla 14.**

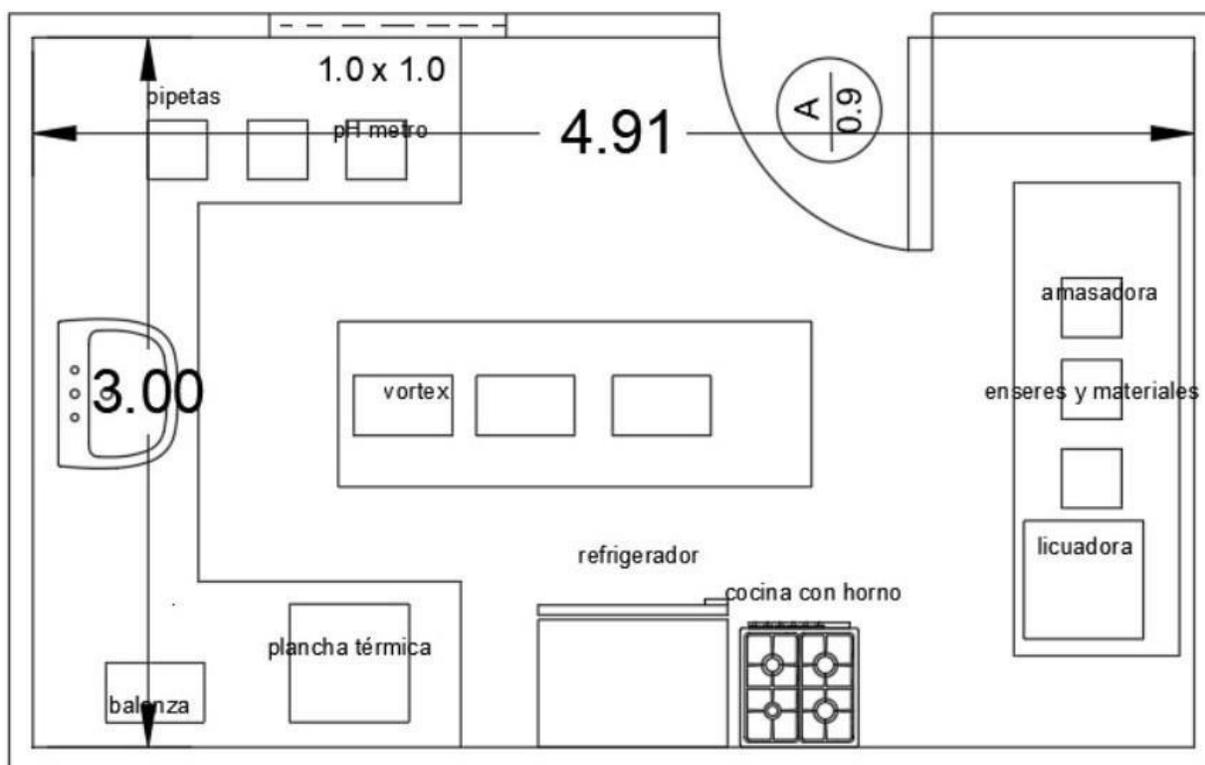
*Equipos de laboratorio de calidad y desarrollo*

<b>Control de calidad</b>	<b>Desarrollo de productos</b>
Balanza de precisión	Refrigeradora
Refractómetro	Cocina con horno
pH metro potenciómetro	Sellador a vacío
Tamizador	Molino de laboratorio
Densímetro	Balanza de precisión
Termobalanza	Licuada
Plancha térmica con agitación	Enseres y materiales
Pipeteador	Amasadora
Pipeta de vidrio 10 ml	
Varilla agitadora de vidrio 21 cm	
Vortex 0-3000RPM 110V	

*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 7.**

*Layout de laboratorio de calidad y desarrollo*



### 3.4 Análisis económico

El flujo de caja para calcular los costos se consideró bajo la propuesta 1 de 254 m<sup>2</sup>. Sin embargo, se analizará también (y bajo la propuesta 1) a la propuesta 2 de 321 m<sup>2</sup>, que incluye nuevo costo de inversión inicial por motivo de costo de construcción y costo de inversión (adquiriendo la línea de fritura (LF) y otro distinto considerando la línea de extruido (LE)). Se establecieron 4 rubros para medir la factibilidad económica de la planta, y estos fueron: la inversión inicial, costos fijos y variables, y la utilidad para marcar el precio de venta.

Como se ve en la **Tabla 16** y los **Apéndices A e I**, parte de los componentes de la inversión inicial consideraron el costo de los equipos de planta y de laboratorio, los cuales fueron cotizados con los proveedores. Otro componente fue el costo de la construcción civil, cuyas cotizaciones en internet

muestran valores entre \$197 y \$383 por el metro cuadrado, escogiéndose un valor referencial de \$300 (Dirección del Trabajo, 2021).

Dentro de los costos fijos de producción fueron considerando los salarios de los empleados bajo los diferentes cargos y los costos de mantenimiento en función del 15% del costo de producción (Mantenimiento preventivo, 2023).

Los costos variables consideraron: un consumo de agua para industrias según la huella hídrica de alimentos, entre 2 a 6 m<sup>3</sup>/día a \$0,27/ m<sup>3</sup> y 132 m<sup>3</sup>/mes, a un precio de \$35,64 (Nadal, 2021). El cálculo del consumo eléctrico es llevado a cabo la fórmula 2.4 (ver además **Apéndice I**), donde KW es la potencia del equipo, h son las horas de uso, d son los días de uso, con un costo de \$0,075/KWh (ARCERNNR, 2023; s.f., 2024).

Se cuenta con un capital de parte del cliente de \$120.000 y para la diferencia de \$50.839,07 se sugiere realizar un préstamo productivo PYMES, con 11,09% de interés anual (Banco Central del Ecuador, 2024).

La factibilidad económica se la midió con el estudio de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) en un periodo de 2 años, resultando factible la recuperación en ese periodo, debido a que el TIR resultó en un 38%, el cual supera a una tasa de descuento referencial de proyectos de inversión del 12% para Ecuador, y así mismo, un VAN mayor a 0, de \$61071,02 (Castillo y Zhangallimbay, 2021).

A continuación, se medirá la factibilidad de la propuesta 2 de 321 m<sup>2</sup> considerando LF y LE respectivamente. Dichas propuestas también fueron factibles para un periodo de 2 años, solo que mostrarían un TIR del 16% y 17%, y un VAN de \$10.441,59 y de \$13.821,38 menores a la propuesta 1 respectivamente (ver **Apéndice J**). El resumen de los costos es mostrado a continuación:

$$KWh = \frac{KW \times h \times d}{1000} \quad (2.4)$$

**Tabla 15.**

*Resumen de los ingresos por operaciones anuales de la planta*

<b>Descripción</b>	<b>Ingresos</b>
<b>Unidades anuales producidas</b>	211.200 unidades/año
<b>Contenido neto por unidad</b>	250 g
<b>Precio de venta al público</b>	\$1,50
<b>Ingresos anuales</b>	<b>\$316.800,00</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 16.**

*Resumen de costos de rubros por inversión inicial de la planta (considerando la propuesta 1 y la propuesta 2 (adquiriendo la línea de fritura (LF) y la línea de extruido (LE)).*

<b>Descripción</b>	<b>Propuesta 1</b>	<b>Propuesta 2 (LF)</b>	<b>Propuesta 3 (LE)</b>
<b>Equipos planta</b>	\$83.085,00	\$101.585,00	\$97.885,00
<b>Muebles de oficina</b>	\$600,00	\$600,00	\$600,00
<b>Implementos y equipos lab</b>	\$6.853,31	\$6.853,31	\$6.853,31
<b>Construcción civil de la planta</b>	\$76.255,20	\$96.466,50	\$96.466,50
<b>Utensilios de planta</b>	\$3.895,56	\$3.895,56	\$3.895,56
<b>Enseres de papelería</b>	\$150,00	\$150,00	\$150,00
<b>Total</b>	<b>\$170.839,07</b>	<b>\$209.550,37</b>	<b>\$205.850,37</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 17.**

*Resumen de rubros por costos fijos de producción anual para las 2 propuestas*

<b>Descripción</b>	<b>Propuesta 1</b>	<b>Propuesta 2 (LF)</b>	<b>Propuesta 2 (LE)</b>
<b>Operarios planta</b>	\$45.687,60	\$45.687,60	\$45.687,60
<b>Administrativo</b>	\$7.770,00	\$7.770,00	\$7.770,00

<b>Ingeniero</b>	\$17.094,00	\$17.094,00	\$17.094,00
<b>Ayudante de ingeniero</b>	\$7.197,04	\$7.197,04	\$7.197,04
<b>Mantenimiento general</b>	\$10.888,89	\$10.976,13	\$11.102,63
<b>Depreciación</b>	\$8.305,50	\$10.398,50	\$10.028,50
<b>Subcontratación de microbiología</b>	\$4.402,56	\$4.402,56	\$4.402,56
<b>Total</b>	<b>\$101.348,59</b>	<b>\$103.525,83</b>	<b>\$103.282,53</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 18.**

*Resumen de rubros por costos variables de producción anual para las 2 propuestas*

<b>Descripción</b>	<b>Propuesta 1</b>	<b>Propuesta 2 (LF)</b>	<b>Propuesta 2 (LE)</b>
<b>Consumo eléctrico</b>	\$11.689,56	\$12.281,17	\$13.124,47
<b>Consumo de agua</b>	\$1.346,40	\$1.346,40	\$1.346,40
<b>Paquetes de polietileno</b>	\$57.024,00	\$57.024,00	\$57.024,00
<b>Pirola poliéster (580 m)</b>	\$24,00	\$24,00	\$24,00
<b>Fundas de basura</b>	\$359,04	\$359,04	\$359,04
<b>Hipoclorito de sodio</b>	\$939,60	\$939,60	\$939,60
<b>Saco de polipropileno</b>	\$1.200,00	\$1.200,00	\$1.200,00
<b>Total por año</b>	<b>\$72.592,60</b>	<b>\$73.174,21</b>	<b>\$74.017,51</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 19.**

*Cálculo del costo de producción unitaria y precio de venta unitario anual de la propuesta 1 y 2*

<b>Descripción</b>	<b>Costo anual (propuesta 1)</b>	<b>Costo anual (propuesta 2) LF</b>	<b>Costo anual (propuesta 2) LE</b>
<b>Costos fijos</b>	\$101.348,59	\$103.525,83	\$103.282,33
<b>Costos variables</b>	\$72.592,60	\$73.174,21	\$74.017,51
<b>Total</b>	\$173.941,19	\$176.700,04	\$177.299,83
<b>Unidades producidas</b>	211.200	211.200	211.200
<b>Costo de Producción Unitario</b>	\$0,82	\$0,84	\$0,84
<b>Precio de Venta al Público</b>	\$1,50	\$1,50	\$1,50

<b>Utilidad bruta por unidad</b>	\$0,68	\$0,66	\$0,66
<b>Utilidad porcentual</b>	83%	79%	79%

*Nota.* Elaboración propia.

### 3.5 Valor agregado por la harina de banano

A continuación, se mostrará un ejercicio sobre el valor agregado que se le daría al banano si se lo transforma a harina en términos económicos:

**Tabla 20.**

*Análisis de peso y precio de la caja de banano y harina de banano obtenida por la planta procesadora.*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Peso aproximado de la caja de banano (Kg)</b>	18,18
<b>Precio aproximado de venta de la caja de banano (\$)</b>	6,36
<b>Costo de producción unitaria de la caja de banano (\$)</b>	3,94
<b>Utilidad porcentual en venta de la harina de banano (%)</b>	61
<b>Peso de la funda de harina de banano (Kg)</b>	0,25
<b>Precio de venta de la funda de harina de banano (\$)</b>	1,50
<b>Costo de producción unitaria de la caja de banano (\$)</b>	0,82
<b>Utilidad porcentual en venta de la harina de banano (%)</b>	83

*Nota.* Información obtenida de Mata *et al.*, (2021) y elaboración propia.

En la **Tabla 20** podemos observar el precio de una caja de banano con 18,18 Kg, y el precio de venta de una unidad de harina de banano de 250g (o 0,250 Kg).

La tasa de obtención de harina de banano es de 180kg de harina/1000kg de banano fresco = 0,18. Esto quiere decir que, en 18,18 Kg por caja de banano, la planta puede obtener 3,27 Kg de harina.

Considerando el PVP de harina de banano \$1,50/0.25kg entonces 3,27 Kg de harina de banano cuestan \$19,62 y a su vez el precio de la caja de banano de \$6.36, tenemos que el valor agregado económico al procesar 18,18 Kg de banano y vender 3,27 Kg como harina de banano, resulta \$19,62/\$6,36 = 3 veces mayor., es decir que se ganan el triple al transformar el banano en harina.

## Capítulo 4

#### **4. Conclusiones y recomendaciones**

Las variables a las que el proyecto busca converger comprenden el uso de tecnologías pertinentes, el componente agroindustrial y la sostenibilidad, en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Los resultados obtenidos verifican el cumplimiento de las distintas metodologías presentadas, demostrando ser una solución con un enfoque integral hacia un problema de estudio de la vida real. Las fortalezas de este proyecto consisten en el tema multipropósito que adquiere gran impacto en la industrialización de un país que presenta fortaleza productiva en el sector agrícola, suplir las necesidades de mercados que buscan un producto con valor agregado nutricional, el agilizar pruebas de análisis de alimentos al contar con un laboratorio propio que garantice la calidad del producto final. Entre los obstáculos que se presentaron en el proyecto, el principal consistió en el tiempo que se dispuso para lograr desarrollar la solución propuesta, siguiéndole a su vez el alcance del proyecto y los conocimientos multidisciplinarios que consistían en considerar variables adicionales a la planteada inicialmente y que se escapaban inclusive del dominio profesional de la carrera; otro inconveniente que guarda relación con el alcance comprende el ajuste del diseño al espacio disponible; y finalmente la cotización de los equipos por parte de los proveedores, debido a que no todos los equipos eran ofrecidos por el mismo proveedor, lo que resultaba un inconveniente a la hora de ajustar el flujo y el consumo energético de estos. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, los resultados de este proyecto frente a otros trabajos muestran la posibilidad gráfica (mediante software de dibujo) al aprovechar la versatilidad del banano optimizando los flujos, tiempo y cantidad de productos terminados mostrando más de dos alternativas de estos últimos. A nivel nacional este trabajo pretende mostrar una propuesta de mejora del sector productivo, para que se pueda invertir en plantas procesadoras que aprovechen la materia prima local y le den un valor agregado y, a nivel global, el impulsar la generación continua de nuevo

conocimiento y mejorar la contribución intelectual de dicho trabajo al darle un enfoque multidisciplinario, para concluir alcances más reales en menor tiempo.

#### **4.1 Conclusiones**

- El diseño de la planta multipropósito responde al objetivo de desarrollo sostenible 9, de industria, innovación e infraestructura, debido a que promueve un concepto industrial novedoso, pudiendo ahorrar espacio y dinero al tener una línea versátil que pueda producir varios productos utilizando los mismos equipos en la mayor parte de las etapas.
- El diseño de la planta multipropósito responde al objetivo de desarrollo sostenible 12, de producción y consumo responsable, a razón de contribuir al PIB productivo del país y sin necesidad de agotar nuevo recurso primo de banano, ya que se procesa el porcentaje que no logró ser exportado.
- El Layout, los diagramas, y demás metodologías usadas en el software CORELAP respondieron a los requerimientos básicos considerados en la correcta distribución de una planta, considerando un flujo diario de 1000 Kg y obteniendo 180Kg de harina de banano con cáscara.
- El alcance del proyecto fue contemplado diseñando dos propuestas con un área total de 254 m<sup>2</sup>, donde se puede apreciar la distribución de departamentos para elaborar harina de banano y productos alimenticios distintos a base de mezclas; propuesta 2, con un área total de 321 m<sup>2</sup>, a fin de obtener productos de fritura o productos extruidos a más de la harina de banano y los productos de mezclas.
- La propuesta de los equipos se consideró según los cuatro criterios de valor establecidos con el cliente, resultando en un total de 9 equipos para elaborar harina de banano.

- La implementación de ambas propuestas para la planta multipropósito sería factible en 2 años.
- La propuesta 1 del diseño de la planta multipropósito es más rentable implementarla, debido al menor costo de inversión en equipos e infraestructura, entre otros costos, dando un TIR de 38% y un VAN de \$61071,02

#### **4.2 Recomendaciones**

- Realizar un estudio de mercado sobre oportunidades de demanda para productos extruidos y productos freídos, para decidir cuál de las 2 líneas se instalaría en el espacio dispuesto en la propuesta 2.
- Considerar un préstamo productivo que cubra el restante de los costos de inversión debido a que el prepuesto establecido por el cliente no lo sustenta.
- Realizar un análisis de distribución de personal que permita reducir a un solo turno de 8 horas. La presente propuesta establece dos turnos de 8 horas.

## Referencias

### Bibliografía

Acosta, R., Guerrero, V. & Zambrano, L. (2018). Análisis del consumo de banano en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. *Revista Espacios*, 39(41), 6.

<https://www.revistaespacios.com/a18v39n41/a18v39n41p06.pdf>

ARCERNNR. (2023). Pliego tarifario del servicio público de energía eléctrica. [Online].

Disponible en: [https://www.cnelep.gob.ec/wp-](https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2023/01/pliego_tarifario_spee_-_a%C3%B1o_2023.pdf)

[content/uploads/2023/01/pliego\\_tarifario\\_spee\\_-\\_a%C3%B1o\\_2023.pdf](https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2023/01/pliego_tarifario_spee_-_a%C3%B1o_2023.pdf)

ASODECAMPE. (2020). Ficha técnica harina de plátano. [Online]. Disponible en:

[https://connectamericas.com/sites/default/files/company\\_files/Ficha%20tecnica%20harina%20de%20platanos%20Motana.pdf](https://connectamericas.com/sites/default/files/company_files/Ficha%20tecnica%20harina%20de%20platanos%20Motana.pdf)

Alvernas, Y., González, M., González, E., Corsano, G. & Verelst, H. (2012). Procedimiento para la síntesis y diseño óptimo de plantas discontinuas (Parte I). *Tecnología Química*, 32(3),

206-207. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852012000300005)

[61852012000300005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852012000300005)

Banco Central del Ecuador. (2024). Tasas de interés activas efectivas referenciales. [Online].

Disponible en:

[https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indexe.ht](https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indexe.htm)

[m](https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indexe.htm)

Braz, J. (2017). The use of green banana (*Musa balbisiana*) Pulp and peel flours as an ingredient for tagliatelle pasta. *Food Technology*, 20, 5.

<https://www.scielo.br/j/bjft/a/KFqJQyvSDTyKdmR9dsJJMTM/>

Calculators conversión (2024). [Online]. Disponible en:

<https://www.calculatorsconversion.com/es/calculadora-energia-consumida-hogar-kwh/>

Cárdenas, F. (2022). Diagrama de flujo de proceso: qué es, cómo se hace y ejemplos. [Online].

Disponible en: <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-diagrama-flujo-procesos#:~:text=Un%20diagrama%20de%20flujo%20de%20proceso%20es%20una%20representaci%C3%B3n%20gr%C3%A1fica,prismas%20circulares%2C%20entre%20otros%20s%C3%ADmbolos.>

Casp, A. (2005). *Diseño de industrias agroalimentarias*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Castellanos, D., Algecira, N. & Villota, C. (2011). Aspectos relevantes en el almacenamiento de banano en empaques con atmósferas modificadas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 12(2), 117-118. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81320900002.pdf>

Castillo, J. & Zhangallimbay, D. (2021). La tasa social de descuento en la evaluación de proyectos de inversión: una aplicación para el Ecuador. *Revista de la CEPAL*, 134, 79.

<http://lee.fcsh.espol.edu.ec/sites/default/files/pictures/Working%20paper%202.pdf>

Champredonde, M. & González, J. (2016). ¿Agregado de valor o valorización? Reflexiones a partir de denominaciones de origen en América Latina. *Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad*, 3(9), 148.

Chiriboga, E. (2022). *Optimización de equipos térmicos y termodinámicos con enfoque mecatrónico* [Tesis de grado Escuela Politécnica Nacional]. Bibdigital.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/23154/1/CD%2012580.pdf>

Comisión Europea. (2006). Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Organic Fine Chemicals. [Online]. Disponible en: [https://prtr-es.es/Data/images/BREF%20Qu%C3%ADmica%20Org%C3%A1nica%20Fina-2E4ED81AD4BEA8C1.pdf](https://prtr-es.es/Data/images/BREF%20Qu%C3%ADmica%20Org%C3%A1nica%20Final%202E4ED81AD4BEA8C1.pdf)

Creamer, C. (2022). Estado e industrialización en el Ecuador, 1948-2021. *Revista del Instituto Riva-Agüero*, 7(1), 59-60.  
<https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agora/files/FA-AGORA-2022-Creamer.pdf>

Cronoshare. (s.f.). ¿Cuánto cuesta construir una nave industrial? [Online]. Disponible en: <https://www.cronoshare.com/cuanto-cuesta/construir-nave-industrial>

Dirección del Trabajo. (2021). ¿Qué norma legal exige el suministro de agua potable en los lugares de trabajo? [Online]. Disponible en: <https://www.dt.gob.cl/portal/1628/w3-article-60435.html#:~:text=Si%20el%20lugar%20de%20trabajo,por%20persona%20y%20por%20d%C3%ADa.>

Educ.ar. (2021). Detectives de la energía: Desenmascarando los consumos. [Online]. Disponible en: <https://www.educ.ar/recursos/152019/detectives-de-la-energia-desenmascarando-los-consumos>

Ekos. (2020). Ecuador, líder en la producción de banano. [Online]. Disponible en: <https://ekosnegocios.com/articulo/ecuador-lider-en-la-produccion-de>



González, L. (2017). *Elaboración de harina a base de banano verde para la formulación de pastas dirigidas a personas con intolerancia al gluten*. [Tesis de grado Universidad Rafael Landívar]. Recursosbiblio.

<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/02/07/Gonzalez-Lourdes.pdf>

Guyllène, A., Parfait, B. & Fährsmann, L. (2009). Bananas, raw materials for making processed Food products. *Trends in Food Science and Technology*, 20(2), 82-84.

[https://hal.inrae.fr/hal-02666942/file/2009\\_Aurore\\_FST\\_1.pdf](https://hal.inrae.fr/hal-02666942/file/2009_Aurore_FST_1.pdf)

León, J. P., Espinoza, M. A., Carvajal, H. R. & Quezada, J. (2023). Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 7497.

<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4981/7563>

Mantenimiento preventivo. (2023). Costos de mantenimiento 2023. [Online]. Disponible en:

<https://www.mantenimientopreventivo.site/articulos-de-interes/costos-de-mantenimiento/>

Mata, D., Suatunce, J. & Poveda, R. (2021). Análisis económico del banano orgánico y convencional en la provincia Los Ríos, Ecuador. *Avances*, 23(4), 421.

<https://www.redalyc.org/journal/6378/637869393005/html/#gt2>

Maupoey, P.F. *et al.* (2001) *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*, La Librería.

[Online]. Disponible en:

[https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC\\_4092\\_02\\_01.pdf?guest=true](https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/e8b523c5-4970-4ae6-b2a3-86f576e81359/TOC_4092_02_01.pdf?guest=true)

MCYTAF. (2017). *Infraestructura: Laboratorio Desarrollo de Nuevos Productos*. [Online].

Disponible en:

<https://www.itdurango.edu.mx/descargas/LABORATORIO%20DE%20DESARROLLO%20DE%20NUEVOS%20PRODUCTOS.pdf> (URL) [08/11/2023].

- Mordor Intelligence. (2023). Tamaño del mercado de harina de plátano y análisis de acciones tendencias de crecimiento y pronósticos (2023 - 2028). [Online]. Disponible en <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/banana-flourr>
- Muñoz, K. & Vivas, D. (2015). *Aplicación del sistema de bomba de calor en el secado de Arracacha (Arracacia xanthorrhiza)* [Tesis de grado Universidad del Valle]. Biblioteca digital. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/fff6f746-07e0-442d-9b09-dc1f4de95af5/content>
- Nadal, A. (2021). ¿Cuánta agua se necesita para una taza de café? Huella Hídrica de los alimentos. *AmbientePAI*, 4(8), 3. <https://www.uv.mx/cosustenta/files/2022/02/08-03.pdf>
- Neira, B. (2018). *Obtención y caracterización de harina de raquis de banano (Musa paradisiaca)* [Tesis de grado Universidad Señor de Sipán].
- OIRSA. (2020). Guía para uso de cloro en desinfección de frutas y hortalizas de consumo fresco, equipos y superficies en establecimientos. [Online]. Disponible en: <https://www.oirsa.org/contenido/2020/Guia%20para%20uso%20de%20cloro%20como%20desinfectante%20en%20establecimientos%2023.06.2020.pdf>
- Pardo, C. & Novillo, E. (2016). Proceso de control de calidad para el banano de exportación en finca bananera. [Online]. Disponible en: <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2016/finca-bananera.html>
- Pineda, J. (2021). *Evaluación de diferentes métodos de aplicación de fungicidas y extractos botánicos para el control de pudrición de corona de banano* [Tesis de grado Universidad Técnica de Machala]. Dspace.

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16561/1/TTUACA-2021-IA-DE00027.pdf>

Portal Frutícola. (2023). Ecuador: Exportaciones de banano aumentan un 6,4% en primer semestre respecto al 2022. [Online]. Disponible en:

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2023/08/25/ecuador-exportaciones-de-banano-aumentan-un-64-en-primer-semestre-respecto-al-2022/>

Portal Portuario. (2022). Ecuador: Exportaciones de banano generan USD 3.181 millones en 11 meses del 2021. [Online]. Disponible en: [https://portalportuario.cl/ecuador-](https://portalportuario.cl/ecuador-exportaciones-de-banano-generan-usd-3-181-millones-en-11-meses-del-2021/)

[exportaciones-de-banano-generan-usd-3-181-millones-en-11-meses-del-2021/](https://portalportuario.cl/ecuador-exportaciones-de-banano-generan-usd-3-181-millones-en-11-meses-del-2021/)

Ramírez, C. & Solórzano, S. (2012). *Banano rechazado para la exportación en Ecuador:*

*Propuesta de creación de valor para lograr su introducción al mercado internacional*

[Tesis de posgrado Universidad Politécnica Salesiana]. Dspace.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2840/1/UPS-GT000315.pdf>

Sandoval, S., Rodríguez, J., Méndez, L. & Sánchez, J. (2005). Rapidez de secado reducida: una aplicación al secado convectivo de plátano Roatán. *Revista Mexicana de Ingeniería*

*Química*, 5(1), 35. <https://www.redalyc.org/pdf/620/62009907.pdf>

Santos, D. (2021). Proceso productivo: qué es, características y etapas. [Online]. Disponible en:

<https://blog.hubspot.es/marketing/proceso-productivo>

Trazable, (2022). Diagrama de flujo APPCC: qué es y cómo se aplica. [Online]. Disponible en:

<https://trazable.io/blog/diagrama-de-flujo-appcc-que-es-y-como-se-aplica/#:~:text=El%20diagrama%20de%20flujo%20se,gesti%C3%B3n%20de%20recursos%20y%20residuos.>

Vargas, A., Watler, W., Morales, M. & Vignola, R. (2017). Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica. [Online].

Disponible en: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8205.pdf>

Vásquez, G. (2017). *Modelación matemática, simulación, análisis paramétrico y financiero de una cámara de secado solar para cacao* [Tesis de grado Universidad de Piura]. Piurua.

<https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/44e1464f-1cc5-4c91-be2d-8517ca6ca86b/content>

# APÉNDICES

## APÉNDICE A

### Cotización del costo de equipos de planta e implementos de laboratorio

#### Equipos de producción

Descripción	Cantidad	Costo	Total
Montacargas	1	\$ 17.500	\$ 17.500
Tanque de lavado + cangilones	1	\$ 3.800	\$ 3.800
Banda transportadora	1	\$ 2.400	\$ 2.400
Máquina rebanadora GG-501	2	\$ 2.000	\$ 4.000
Fruit drying machine "8D P"	1	\$ 24.000	\$ 24.000
Molino pulverizador AISI304	1	\$ 4.000	\$ 4.000
Enfundadora de polvo con alimentador por tornillo	1	\$ 12.000	\$ 12.000
Bascula de plataforma 150 kg	1	\$ 597	\$ 597
Detector de metales	1	\$ 11.088	\$ 11.088
Mezcladora en forma de "V"	1	\$ 3.700	\$ 3.700
<b>Total</b>			<b>\$ 83.085,00</b>

**Tabla A1.** Costos de los equipos para la propuesta 1

#### Equipos de producción considerando línea de fritura

Descripción	Cantidad	Costo	Total
Montacargas	1	\$ 17.500	\$ 17.500
Tanque de lavado + cangilones	1	\$ 3.600	\$ 3.600
Banda transportadora	1	\$ 2.400	\$ 2.400
Máquina rebanadora GG-501	2	\$ 2.000	\$ 4.000
Fruit drying machine "8D P"	1	\$ 24.000	\$ 24.000
Molino pulverizador AISI304	1	\$ 4.000	\$ 4.000
Enfundadora de polvo con alimentador por tornillo	1	\$ 12.000	\$ 12.000
Báscula de plataforma 150 kg	1	\$ 597	\$ 597
Detector de metales	1	\$ 11.088	\$ 11.088
Mezcladora en "V"	1	\$ 3.700	\$ 3.700
Línea de fritura (inmersión, fritura, escurrido, sazonado)	1	\$ 18.700	\$ 18.700
<b>Total</b>			<b>\$ 101.585,00</b>

**Tabla A2.** Costos de los equipos para la propuesta 2 con LF

**Equipos de producción considerando extrusión**

Descripción	Cantidad	Costo	Total
Montacargas	1	\$ 17.500	\$ 17.500
Tanque de lavado + cangilones	1	\$ 3.600	\$ 3.600
Banda transportadora	1	\$ 2.400	\$ 2.400
Máquina rebanadora GG-501	2	\$ 2.000	\$ 4.000
Fruit drying machine "8D P"	1	\$ 24.000	\$ 24.000
Molino pulverizador AISI304	1	\$ 4.000	\$ 4.000
Enfundadora de polvo con alimentador por tornil	1	\$ 12.000	\$ 12.000
Báscula de plataforma 150 kg	1	\$ 597	\$ 597
Detector de metales metrón 07 CI con KIT BULK S	1	\$ 11.088	\$ 11.088
Mezcladora en "V"	1	\$ 3.700	\$ 3.700
Linea de extrusión (extrusora y horno)	1	\$ 15.000	\$ 15.000
<b>Total</b>			<b>\$ 97.885,00</b>

**Tabla A3.** Costos de los equipos para la propuesta 2 con LE**Calidad**

Descripción	Cantidad	Costo	Total
Balanza de precisión	2	\$ 210,11	\$ 420,22
Refractómetro	1	\$ 72,00	\$ 72,00
Tamiz	1	\$ 137,29	\$ 137,29
Densímetro	1	\$ 32,00	\$ 32,00
Balanza humedad 1000GR, 110V	1	\$ 1.530,00	\$ 1.530,00
pH metro potenciómetro	1	\$ 706,48	\$ 706,48
Plancha térmica para agitación	1	\$ 470,00	\$ 470,00
Pipeteador	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Pipeta de vidrio 10 ml	5	\$ 4,00	\$ 20,00
Varilla agitadora de vidrio 21 cm	1	\$ 2,10	\$ 2,10
Vortex 0-3000RPM 110V	1	\$ 163,00	\$ 163,00
<b>Total</b>			<b>\$ 3.613,09</b>

**Tabla A4.** Costos de los implementos para la construcción del laboratorio de calidad**Desarrollo**

Descripción	Cantidad	Costo	Total
Refrigerador	1	\$ 1.120,00	\$ 1.120,00
Cocina con horno	1	\$ 600,00	\$ 600,00
Sellador al vacío	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Molino de laboratorio	1	\$ 600,00	\$ 600,00
Balanza precisión	2	\$ 210,11	\$ 420,22
Licuadaora	1	\$ 110,00	\$ 110,00
Enseres y materiales	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Amasadora	1	\$ 170,00	\$ 170,00
<b>Total</b>			<b>\$ 3.240,22</b>

**Tabla A5.** Costos de los implementos para la construcción del laboratorio de desarrollo



Color	Descripcion
Yellow	Primer ciclo
Magenta	Segundo ciclo
Green	Tercer ciclo
Blue	Cuarto ciclo
Pink	etapas iniciales
Brown	mezcla de los tres ciclos

**Figura B3.** Descripción de los diferentes colores en el diagrama de Gantt

## APÉNDICE C

### Propuestas de localización de la planta multipropósito en la provincia de Los Ríos en la comunidad Santa Rita



**Figura C1.** Opción A color naranja (terreno de 216 m<sup>2</sup>)

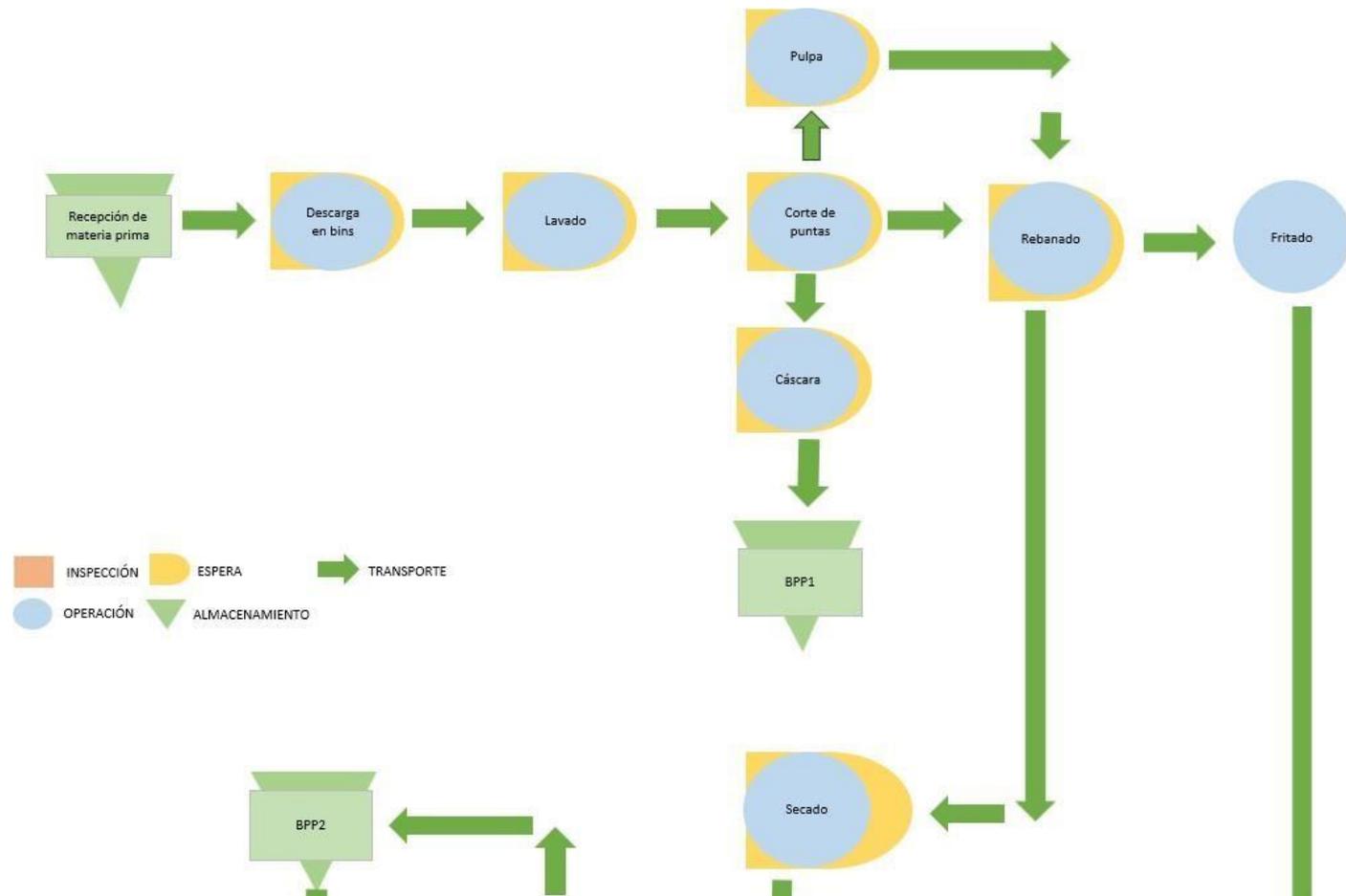
y opción B color azul (terreno de 846 m<sup>2</sup>)



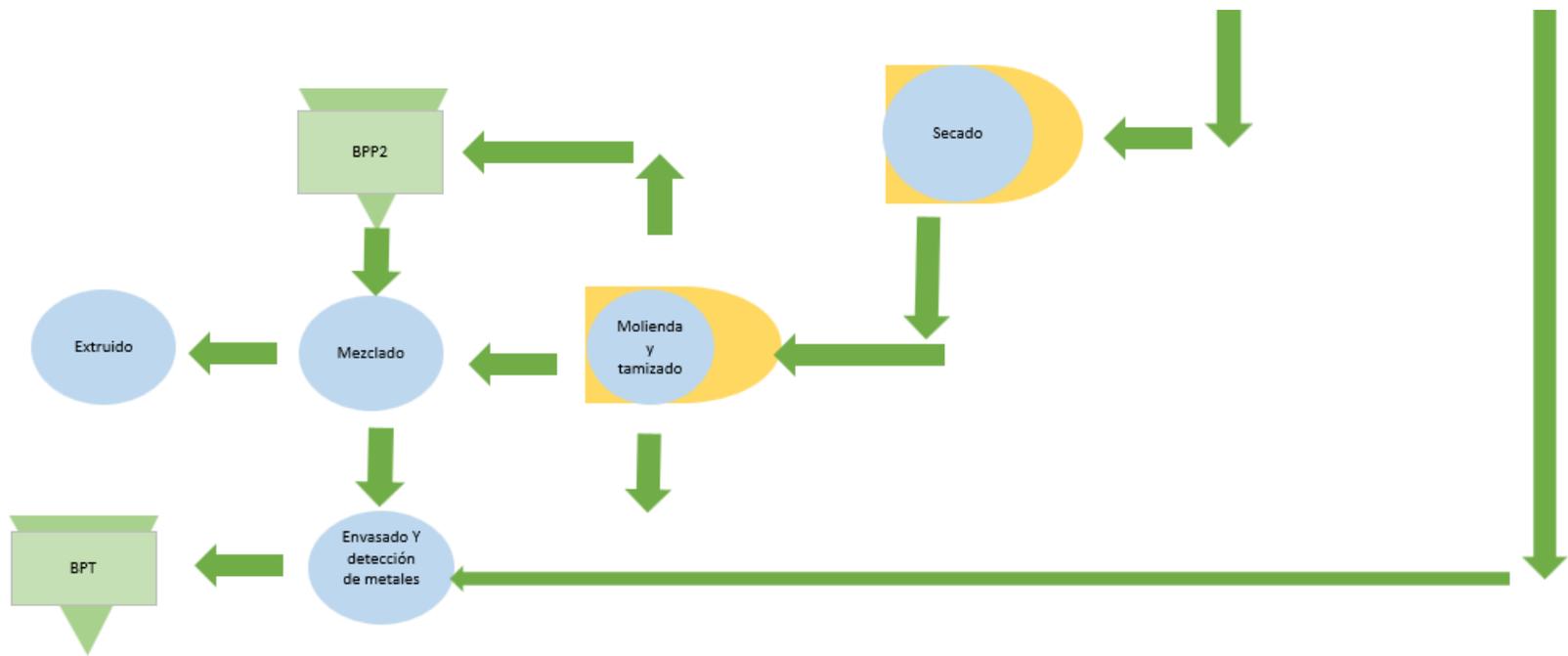
**Figura C2.** Opción C color verde (terreno de 400 m<sup>2</sup>)

## APÉNDICE D

### Elaboración del diagrama de recorrido sencillo



**Figura D1.** Diagrama de recorrido sencillo del primer turno de operaciones



**Figura D2.** Diagrama de recorrido sencillo del segundo turno de operaciones

**Tabla de relación de actividades TRA**

	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	Entrada (filtro sanitario)		A1	E1	X2	O2	I6	X3	I8	X6	X6	X6	X2	X2	X2	X2	X2	O8	I8	X2	X2	I8	
2	Recepción en planta			A1	X2	I1	E6	X3	I8	X6	X6	X6	X2	X2	X2	X2	X2	X6	X2	X2	X2	X2	
3	Área de traslado de Bins				E1	E1	O6	X3	I8	X6	X6	X6	X2	X2	X2	X2	X2	X6	X2	X2	X2	X2	
4	Lavado					A7	I6	E2	O8	X4	X6	X6	X2	X2	X2	X2	X2	X6	X2	X2	X2	X2	
5	Corte de puntas						A7	E2	I8	U4	X6	X6	X2	X2	X6	X6	X2	X6	X2	X2	X2	X2	
6	Rebanado							A1	E8	A7	X6	X6	X2	X2	X6	X6	X2	X6	X2	X2	X2	X2	
7	BPP1								X3	A8	O8	X6	E8	X2	X6	X6	I8	X6	X2	X2	X2	X2	
8	Fritado									E8	O1	X6	X2	X2	X6	X6	X2	X6	X2	X2	X2	X2	
9	Secado										A1	A8	E6	I8	E8	O8	I8	X6	X2	X2	X2	X2	
10	Molienda y envasado al											A3	A1	E8	A1	E8	I8	X6	X2	X2	X2	X2	
11	BPP2												A8	E8	E8	E8	O8	X6	X2	X2	X2	X2	
12	Mezclado														E8	E8	E8	O8	X6	X2	X2	X2	
13	Extruido															E8	E8	I8	X6	X2	X2	X2	
14	Envasado y detección de																A1	I8	X6	X2	X2	X2	
15	BPT																	I8	X6	X2	X2	X2	
16	Laboratorio																		X6	X2	X2	X2	
17	Bodega de mantenimiento																			I8	I8	I8	X2
18	Oficina																				I8	I8	X2
19	Baños																					E2	X2
20	Limpieza y vestuarios																						X2
21	Comedor																						

**Figura D3.** Tabla de relación de actividades con su respectivo departamento

APÉNDICE E

*Selección de los equipos en planta y equipos propuestos*

**Montacargas**



<b>Material</b>	Acero
<b>Marca</b>	HELI
<b>Dimensiones</b>	3,77*1,23*2,09
<b>Potencia (W)</b>	31200
<b>Carga (Kg)</b>	3000 – 3500
<b>Precio (\$)</b>	17500
<b>Referencia</b>	<a href="https://www.tecnomaquinaria.com/producto/montacargas-heli-3-3-5-ton/">https://www.tecnomaquinaria.com/producto/montacargas-heli-3-3-5-ton/</a>

--	--

**Figura E1.** Montacargas tipo “Yale” seleccionado

**Tanque de lavado + cangilones**



<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Dimensiones</b>	3*1*1
<b>Potencia (W)</b>	1500
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	500
<b>Precio (\$)</b>	3800
<b>Referencia</b>	CNESTRONIC

--	--

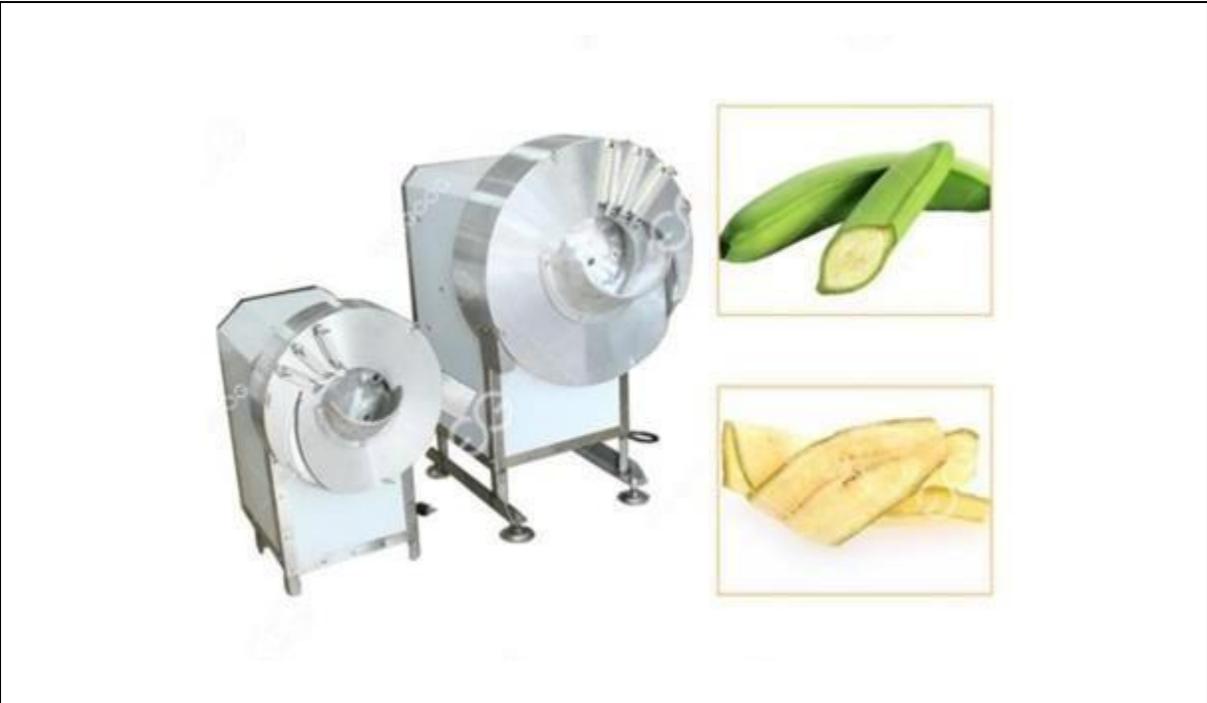
**Figura E2.** Equipo de lavado seleccionado

<b>Banda transportadora</b>	
	
<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Dimensiones</b>	3*1,2*0,80
<b>Potencia (W)</b>	3000
<b>Carga (Kg)</b>	500
<b>Precio (\$)</b>	7400

<b>Referencia</b>	CNESTRONIC
-------------------	------------

**Figura E3.** Banda transportadora seleccionada

**Máquina rebanadora**



<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Modelo</b>	GG-501
<b>Dimensiones</b>	0,65*0,55*0,88
<b>Potencia (W)</b>	745,7
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	600
<b>Precio (\$)</b>	2000
<b>Referencia</b>	GELGOOG

**Figura E4.** Equipo rebanador seleccionado

<b>Fruit drying machine</b>	
	
<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Modelo</b>	“8D P”
<b>Dimensiones</b>	4*1,96*2,05
<b>Potencia (W)</b>	8000

<b>Capacidad (Kg/Batch)</b>	650 a 1000
<b>Precio (\$)</b>	24000
<b>Referencia</b>	Henan Baixin Machinery

**Figura E5.** Equipo de secado por bomba de calor seleccionado

<b>Molino pulverizador AISI304</b>	
	
<b>Material</b>	Acero inoxidable

<b>Dimensiones</b>	0,9*0,9*1,8
<b>Potencia (W)</b>	1491,4
<b>Voltaje (V)</b>	220
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	500
<b>Precio (\$)</b>	4000
<b>Referencia</b>	CNESTRONIC

**Figura E6.** Equipo de molienda y tamizado seleccionado

**Enfundadora de polvo con alimentador por tornillo**



<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Dimensiones</b>	1,5*3*2,1
<b>Potencia (W)</b>	2000
<b>Voltaje (V)</b>	220
<b>Capacidad (fundas/min)</b>	5 - 60
<b>Precio (\$)</b>	12000
<b>Referencia</b>	CNESTRONIC

**Figura E7.** Equipo enfundador seleccionado

**Báscula de plataforma**



**Material**

Carcasa de acero inoxidable

<b>Marca</b>	Truper
<b>Dimensiones</b>	0,60*0,45*0,75
<b>Especificaciones</b>	De batería recargable (150 h)
<b>Carga (Kg)</b>	200
<b>Precio (\$)</b>	597
<b>Referencia</b>	<a href="https://www.latiendainkcolor.com/productos/bascula-de-plataforma-plegable-capacidad-200-kg-truper/">https://www.latiendainkcolor.com/productos/bascula-de-plataforma-plegable-capacidad-200-kg-truper/</a>

**Figura E8.** Báscula de plataforma seleccionada

## Detector de metales



<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Modelo</b>	MDT-5035
<b>Dimensiones</b>	2*0,50*0,35
<b>Potencia (W)</b>	330

<b>Voltaje (V)</b>	220
<b>Carga (Kg)</b>	20 - 90
<b>Precio (\$)</b>	11088
<b>Referencia</b>	FINKTEC

**Figura E9.** Equipo detector de metales seleccionado

### Mezcladora en "V"



<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Modelo</b>	VH-50
<b>Dimensiones</b>	1,1*1,7*1,5
<b>Potencia (W)</b>	2000
<b>Voltaje (V)</b>	220
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	50

<b>Precio (\$)</b>	3700
<b>Referencia</b>	CNESTRONIC

**Figura E10.** Equipo de mezclado seleccionado

## Equipo de inmersión ácida



<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Modelo</b>	YZ - 2500
<b>Dimensiones</b>	2,5*1,1*1,3
<b>Potencia (W)</b>	36000
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	300
<b>Precio (\$)</b>	6800

<b>Referencia</b>	<a href="https://www.alibaba.com/product-detail/potato-chips-fruit-blanching-machine-vegetable_62180930547.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.2bcedee1dti1tH">https://www.alibaba.com/product-detail/potato-chips-fruit-blanching-machine-vegetable_62180930547.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.2bcedee1dti1tH</a>
<b>Figura E11.</b> Equipo de inmersión ácida seleccionado	

## Equipo de fritura



<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Modelo</b>	LFM-ZYD 1000
<b>Dimensiones</b>	1,5*1,4*1,7
<b>Potencia (W)</b>	36000
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	20 - 40
<b>Precio (\$)</b>	5500

<b>Referencia</b>	<a href="https://www.alibaba.com/product-detail/Deep-Fryer-Machine-Chinchin-Making-Machine_60548748768.html">https://www.alibaba.com/product-detail/Deep-Fryer-Machine-Chinchin-Making-Machine_60548748768.html</a>
-------------------	---

**Figura E12.** Equipo de fritura seleccionado

### Equipo de escurrido de aceite



<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Modelo</b>	LGR-400
<b>Dimensiones</b>	0,9*0,6*0,8
<b>Potencia (W)</b>	750
<b>Voltaje (V)</b>	380
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	10 - 15

<b>Precio (\$)</b>	1400
<b>Referencia</b>	<a href="https://spanish.alibaba.com/product-detail/Fried-Food-Oil-Removing-Machine-Oil-60243658893.html">https://spanish.alibaba.com/product-detail/Fried-Food-Oil-Removing-Machine-Oil-60243658893.html</a>

**Figura E13.** Equipo escurridor de aceite seleccionado

## Equipo de sazonado

**Figura E14.** Equipo sazonador seleccionado



<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Modelo</b>	HT-BL800
<b>Dimensiones</b>	1,2*0,8*1,5
<b>Potencia (W)</b>	1100
<b>Voltaje (V)</b>	380
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	60
<b>Precio (\$)</b>	1000
<b>Referencia</b>	<a href="https://es.made-in-china.com/co_zzhonest/product_Food-Potato-Chips-Peanut-Flavor-Seasoning-Mixer-Machine_euehesgny.html">https://es.made-in-china.com/co_zzhonest/product_Food-Potato-Chips-Peanut-Flavor-Seasoning-Mixer-Machine_euehesgny.html</a>

## Equipo de envasado de chips

**Figura E15.** Equipo envasador al vacío seleccionado



<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Modelo</b>	LG – 320
<b>Dimensiones</b>	0,75*0,98*1,68
<b>Potencia (W)</b>	3000
<b>Voltaje (V)</b>	220
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	40 - 60
<b>Precio (\$)</b>	4000
<b>Referencia</b>	<a href="https://spanish.alibaba.com/product-detail/French-Fries-Plantain-Chips-Packing-Machine-60661987029.html">https://spanish.alibaba.com/product-detail/French-Fries-Plantain-Chips-Packing-Machine-60661987029.html</a>

## Línea de extruido



<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Modelo</b>	NL 32-II
<b>Dimensiones</b>	41*2,0*2,5
<b>Potencia (W)</b>	120000
<b>Voltaje (V)</b>	380
<b>Capacidad (Kg/h)</b>	200-250
<b>Precio (\$)</b>	15000

<b>Referencia</b>	<a href="https://spanish.alibaba.com/product-detail/Crispy-1600700946250.html">https://spanish.alibaba.com/product-detail/Crispy-1600700946250.html</a>
-------------------	---

**Figura E16.** Equipo extrusor seleccionado

## Elaboración de la matriz de prioridades considerando los criterios de valor definidos con el cliente

Etapas y su descripción			Minimización de desperdicios	Multifuncionalidad del diseño	Reducción de tiempos de fabricación	Costos de inversión	Total
Lavado	Lavado automático	Peso %	40%	30%	20%	10%	100%
		Calificación	1	2	3	1	7
		Total	0,4	0,6	0,6	0,1	1,7
	Lavado semiautomático	Peso %	40%	30%	20%	10%	100%
		Calificación	3	3	2	3	11
		Total	1,2	0,9	0,4	0,3	2,8 Selección
Corte de puntas	Corte de puntas en mesas de trabajo	Peso %	40%	30%	20%	10%	100%
		Calificación	3	2	1	3	9
		Total	1,2	0,6	0,2	0,3	2,3
	Corte de puntas en banda transportadora	Peso %	40%	30%	20%	10%	100%
		Calificación	3	3	2	1	9
		Total	1,2	0,9	0,4	0,1	2,6 Selección
Rebanado	Rebanado manual	Peso %	40%	30%	20%	10%	100%
		Calificación	1	1	1	3	6
		Total	0,4	0,3	0,2	0,3	1,2
	Rebanado con máquina rebanadora	Peso %	40%	30%	20%	10%	100%
		Calificación	3	3	3	1	10
		Total	1,2	0,9	0,6	0,1	2,8 Selección
Secado	Secador de bandejas	Peso %	40%	30%	20%	10%	100%
		Calificación	2	2	2	3	9
		Total	0,8	0,6	0,4	0,3	2,1
	Secador de bomba de calor	Peso %	40%	30%	20%	10%	100%
		Calificación	3	2	3	1	9
		Total	1,2	0,6	0,6	0,1	2,5 Selección
Molienda y tamizado	Molino y tamizador separados	Peso %	40%	30%	20%	10%	100%
		Calificación	3	2	2	2	9
		Total	1,2	0,6	0,4	0,2	2,4
	Molino y tamizador juntos	Peso %	40%	30%	20%	10%	100%
		Calificación	3	3	3	3	12
		Total	1,2	0,9	0,6	0,3	3 Selección
Envasado, sellado y detección de metales	Etapas separadas	Peso %	40%	30%	20%	10%	100%
		Calificación	2	2	1	2	7
		Total	0,8	0,6	0,2	0,2	1,8
	Etapas juntas	Peso %	40%	30%	20%	10%	100%
		Calificación	3	3	3	3	12
		Total	1,2	0,9	0,6	0,3	3 Selección

**Tabla F1.** Matriz de prioridades y la selección de los equipos por cada etapa

## APÉNDICE G

### Requerimientos de espacios para la distribución en planta

Departamento y actividad	Equipo	Capacidad [kg/h]	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Ss (ESTÁTICA)					Sg (GRAVITACION)		Se (EVOLUCION)		Total Ss+Sg+ Se	
						Medidas			Volumen	Área	#	Área	Coeficiente	Área		
						Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	m³	m²	Lados usados	m²	K	m²		
1	Entrada (filtro sanitario)	No aplica	No aplica	3,8	3	4	3,8	3	4	45,6	11,4	0	0	0	0	11,4
2	Recepción en planta	No aplica	No aplica	3	3	4	3	3	4	36	9	0	0	0	0	9
3	Área de traslado de Bins	Montacarga	No aplica	3,77	1,225	2,09	3,77	1,225	2,09	9,65214	4,618	2	9,2365	0,15	2,07821	15,932963
4	Lavado	Tanque de inmersión con cangilones	500	3	1	1,4	3	1	1,4	4,2	3	1	3	0	0	6
5	Corte de puntas	Banda transportadora	500	3	1,2	1,4	3	1,2	1,4	5,04	3,6	2	7,2	0	0	10,8
6	Rebanado	Rebanador GG-501	600	1,3	1,1	0,88	1,3	1,1	0,88	1,2584	1,43	4	5,72	0,15	1,0725	8,2225
7	BPP1	No aplica	No aplica	3	3	4	3	3	4	36	9	0	0	0	0	9
8	Fritado	No aplica	No aplica	4,6	2	4	4,6	2	4	36,8	9,2	0	0	0	0	9,2
9	Secado	Mesas de trabajo	No aplica	2	1	1,2	2	1	1,2	2,4	2	3	6	0,15	1,2	9,2
		Coche con bandejas	No aplica	0,6	0,8	1,8	0,6	0,8	1,8	0,864	0,48	2	0,96	0,15	0,216	13,248
		Fruit drying machinery "80 P"	650-1000 kg/Batch	4	1,96	2,05	4	1,96	2,05	16,072	7,84	1	7,84	0,15	2,352	18,032
10	Molienda y envasado al granel	Báscula de plataforma	No aplica	0,6	0,45	0,75	0,6	0,45	0,75	0,2025	0,27	4	1,08	0,15	0,2025	1,5525
		Molino pulverizador AISI304	500	0,9	0,9	1,8	0,9	0,9	1,8	1,458	0,81	2	1,62	0,15	0,3645	2,7945
11	BPP2	No aplica	No aplica	3	3	4	3	3	4	36	9	0	0	0	0	9
12	Mezclado	No aplica	No aplica	3	2,9	4	3	2,9	4	34,8	8,7	0	0	0	0	8,7
13	Extruido	No aplica	No aplica	4,6	2	4	4,6	2	4	36,8	9,2	0	0	0	0	9,2
14	Envasado y detección de metales	DS-420D2	No aplica	1,5	3	2,1	1,5	3	2,1	9,45	4,5	1	4,5	0,05	0,45	9,45
15	BPT	No aplica	No aplica	3	3	4	3	3	4	36	9	0	0	0	0	9
16	Laboratorio de calidad y desarrollo	No aplica	No aplica	3	4,9	4	3	4,9	4	58,8	14,7	0	0	0	0	14,7
17	Bodega de mantenimiento	No aplica	No aplica	1,75	3,5	4	1,75	3,5	4	24,5	6,125	0	0	0	0	6,125
18	Oficina	No aplica	No aplica	1,75	3,4	4	1,75	3,4	4	23,8	5,95	0	0	0	0	5,95
19	Baños	No aplica	No aplica	1,75	1,4	4	1,75	1,4	4	9,8	2,45	0	0	0	0	4,9
20	Limpieza y vestuarios (hombres)	No aplica	No aplica	1,75	2	4	1,75	2	4	14	3,5	0	0	0	0	3,5
	Limpieza y vestuarios (mujeres)	No aplica	No aplica	1,75	1,9	4	1,75	1,9	4	13,3	3,325	0	0	0	0	3,325
21	Comedor	No aplica	No aplica	1,75	4,7	4	1,75	4,7	4	32,9	8,225	0	0	0	0	8,225
<b>216,457</b>																

**Tabla G1.** Cálculo de estimación de espacios requeridos por cada departamento en zonas productivas (color amarillo) y no productivas (color gris)

## APÉNDICE H

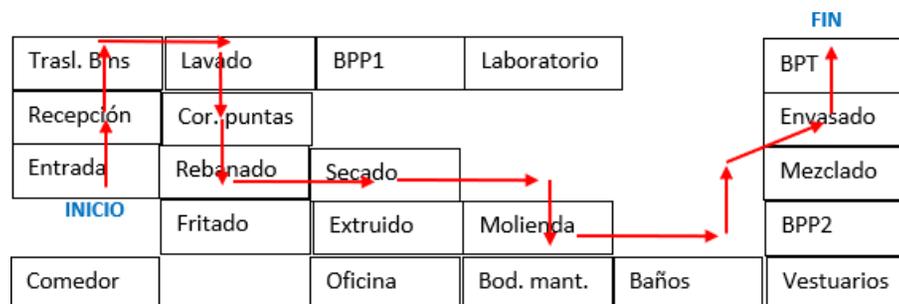
## Resultados del software CORELAP (propuesta del software/arreglada)



**Figura H1.** Distribución sugerida por CORELAP según el orden de los requerimientos de espacio



**Figura H2.** Distribución sugerida por CORELAP según el nombre de cada actividad



**Figura H3.** Distribución final de la planta según el nombre de cada actividad

## Otras consideraciones para el análisis económico de la planta multipropósito

<b>Pisos</b>			<b>Pisos</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Planta</b>			<b>Planta</b>		
Total largo	m	20,4	Total largo	m	22,1
Total ancho	m	10,51	Total ancho	m	12,6
Superficie total	m2	214,40	Superficie total	m2	278,46
<b>Áreas administrativas y otras</b>			<b>Áreas administrativas y otras</b>		
Total largo	m	20,4	Total largo	m	22,1
Total ancho	m	1,95	Total ancho	m	1,95
Superficie total	m2	39,78	Superficie total	m2	43,095
<b>Pasillos</b>			<b>Pasillos</b>		
<b>Total</b>	<b>m2</b>	<b>54,147</b>	<b>Total</b>	<b>m2</b>	<b>77,18</b>
<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>m2</b>	<b>254,184</b>	<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>m2</b>	<b>321,555</b>

**Tabla I1.** Cálculo de las dimensiones del terreno para la propuesta 1 **Tabla I2.** Cálculo de las dimensiones del terreno para ambas propuestas 2

**Costo de construcción**

No.	Rubro/descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
	<b>Construcción civil de la planta</b>				\$ 76.255,20
1	Planta procesadora	m2	214,404	\$ 300,00	\$ 64.321,20
2	Áreas administrativas y otras	m2	39,78	\$ 300,00	\$ 11.934,00
	<b>Total</b>		<b>254,184</b>	<b>\$ 300,00</b>	<b>\$ 76.255,20</b>

**Tabla I3.** Rubro de inversión inicial por concepto de costos de construcción para la propuesta 1

**Costo de construcción**

No.	Rubro/descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
	<b>Construcción civil de la planta</b>				\$ 96.466,50
1	Planta procesadora	m2	278,46	\$ 300,00	\$ 83.538,00
2	Áreas administrativas y otras	m2	43,095	\$ 300,00	\$ 12.928,50
	<b>Total</b>		<b>321,555</b>	<b>\$ 300,00</b>	<b>\$ 96.466,50</b>

**Tabla I4.** Rubro de inversión inicial por concepto de costos de construcción para la propuesta 2

**Muebles de oficina administrativo**

Descripción	Cantidad	Costo	Total
Monto	1	\$ 600,00	\$ 600,00
<b>Total</b>			<b>\$ 600,00</b>

**Tabla I5.** Rubro de inversión inicial por concepto de muebles de oficina administrativo para ambas propuestas**Utensilios de planta**

Descripción	Cantidad	Costo	Total
Bins	4	\$ 164,22	\$ 656,88
Racks	3	\$ 600,00	\$ 1.800,00
Carretilla hidráulica (transpaleta) "Yale"	1	\$ 606,00	\$ 606,00
Cuchillos	12	\$ 4,39	\$ 52,68
Gaveta plástica (25 kg)	40	\$ 12,00	\$ 480,00
Mesas de trabajo	2	\$ 150,00	\$ 300,00
<b>Total</b>			<b>\$ 3.895,56</b>

**Tabla I6.** Rubro de inversión inicial por concepto de utensilios de planta para ambas propuestas**Enseres de papelería**

Descripción	Cantidad	Costo	Total
Monto	1	\$ 150,00	\$ 150,00
<b>Total</b>			<b>\$ 150,00</b>

**Tabla I7.** Rubro de inversión inicial por concepto de enseres de papelería para ambas propuestas

**Mano de obra de producción**

Descripción	Cantidad	Costo	Total mensual	Total anual
Operarios	6	\$ 490,00	\$ 2.940	\$ 41.160,00
Ingeniero	1	\$ 1.100,00	\$ 1.100	\$ 15.400,00
Ayudante de calidad	1	\$ 463,13	\$ 463	\$ 6.483,82
<b>Total</b>			\$ 4.503,13	\$ <b>63.043,82</b>
<b>Total + aportación al IESS</b>			\$ 4.998,47	\$ <b>69.978,64</b>

**Tabla I8.** Rubro de costos fijos anuales por concepto de mano de obra para ambas propuestas

**Mano de obra administrativa**

Descripción	Cantidad	Costo	Total mensual	Total anual
Administrativo	1	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 7.000,00
<b>Total</b>			\$ 500,00	\$ <b>7.000,00</b>
<b>Total + aportación al IESS</b>			\$ 555,00	\$ <b>7.770,00</b>

**Tabla I9.** Rubro de costos fijos anuales por concepto de mano de obra administrativa para ambas propuestas

**Subcontratación de microbiología**

Descripción	Cantidad	Costo	Total anual
Presupuesto destinado	1	\$ 4.402,56	\$ 4.403
<b>Total</b>			\$ <b>4.402,56</b>

**Tabla I10.** Rubro de costos fijos anuales por concepto subcontratación de microbiología para ambas propuestas

### Mantenimiento

Descripción	Cantidad	Costo	Total anual
Presupuesto destinado	1	\$ 10.888,89	\$ 10.889
<b>Total</b>			<b>\$ 10.888,89</b>

Tabla I11. Rubro de costos fijos anuales por concepto de mantenimiento para la propuesta 1

### Mantenimiento

Descripción	Cantidad	Costo	Total anual
Presupuesto destinado	1	\$ 10.976,13	\$ 10.976
<b>Total</b>			<b>\$ 10.976,13</b>

Tabla I12. Rubro de costos fijos anuales por concepto de mantenimiento para la propuesta 2 con LF

### Mantenimiento

Descripción	Cantidad	Costo	Total anual
Presupuesto destinado	1	\$ 11.102,63	\$ 11.103
<b>Total</b>			<b>\$ 11.102,63</b>

Tabla I13. Rubro de costos fijos anuales por concepto de mantenimiento para la propuesta 2 con LE

### Depreciación equipos

Descripción	Cantidad	Costo	Total anual
Presupuesto destinado	1	\$ 8.308,50	\$ 8.309
<b>Total</b>			<b>\$ 8.308,50</b>

Tabla I14. Rubro de costos fijos anuales por concepto de depreciación anual para la propuesta 1

### Depreciación equipos

Descripción	Cantidad	Costo	Total anual
Presupuesto destinado	1	\$ 10.398,50	\$ 10.399
<b>Total</b>			<b>\$ 10.398,50</b>

Tabla I15. Rubro de costos fijos anuales por concepto de depreciación anual para la propuesta 2 con LF

### Depreciación equipos

Descripción	Cantidad	Costo	Total anual
Presupuesto destinado	1	\$ 10.028,50	\$ 10.029
<b>Total</b>			<b>\$ 10.028,50</b>

Tabla I16. Rubro de costos fijos anuales por concepto de depreciación anual para la propuesta 2 con LE

**Consumo de agua potable**

Descripción	Cantidad mensual	Costo	Total mensual	Total anual
Agua (m3/mes) (6m3/día)	132	\$ 0,85	\$ 112,20	\$ 1.346,40
<b>Total</b>			\$ 112,20	\$ <b>1.346,40</b>

**Tabla I17.** Rubro de costos variables anuales por concepto de agua potable utilizada en la planta de ambas propuestas

**Otros costos variables**

Descripción	Cantidad mensual	Costo	Total mensual	Total anual
Paquetes de polietileno	26400	\$ 0,18	\$ 4.752,00	\$ 57.024,00
Pirola poliéster (580 m para amarrar sacos)	1	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 24,00
Fundas de basura (10 unidades)	44	\$ 0,68	\$ 29,92	\$ 359,04
Hipoclorito de sodio (1L)	27	\$ 2,90	\$ 78,30	\$ 939,60
Saco de polipropileno (12 requeridas/diaria)	10000	\$ 0,12	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
<b>Total</b>			\$ 4.862,22	\$ <b>59.546,64</b>

**Tabla I18.** Rubro de costos variables anuales por concepto de otros implementos productivos para ambas propuestas

### Consumo eléctrico

Descripción	Cantidad	Costo	Potencia (W)	Tiempo de uso (h)
Tanque de lavado con cangilones	1	\$ 0,08	1500	0,9
Banda transportadora	2	\$ 0,08	3000	1,833333333
Máquina rebanadora GG-501	2	\$ 0,08	745,7	1,033333333
Fruit drying machine "8P D"	1	\$ 0,08	8000	8
Molino pulverizador AISI304	1	\$ 0,08	15000	1,333333333
Enfundadora de polvo con alimentador por tornillo	1	\$ 0,08	2000	0,583333333
Detector de metales metrón 07 CI con KIT BULK SENSE	1	\$ 0,08	330	0,583333333
Contenedor refrigerado	1	\$ 0,08	15000	24
Mezclador tipo "V"	1	\$ 0,08	2000	1,6
<b>Total</b>				

Días de uso	KWh (mensual)	Total mensual	Total anual
22	29,7	\$ 2,23	\$ 26,73
22	242	\$ 18,15	\$ 217,80
22	33,90449333	\$ 2,54	\$ 30,51
22	1408	\$ 105,60	\$ 1.267,20
22	440	\$ 33,00	\$ 396,00
22	25,66666667	\$ 1,93	\$ 23,10
22	4,235	\$ 0,32	\$ 3,81
30	10800	\$ 810,00	\$ 9.720,00
5	16	\$ 1,20	\$ 14,40
	12983,50616	\$ 973,76	\$ <b>11.699,56</b>

**Tabla I19.** Rubro de costos variables anuales por concepto de consumo eléctrico de los equipos para producción de harina de banano para la propuesta 1

**Consumo eléctrico**

Descripción	Cantidad	Costo	Potencia (W)	Tiempo de uso (h)
Tanque de lavado con cangilones	1	\$ 0,08	1500	0,9
Banda transportadora	2	\$ 0,08	4000	1,833333333
Máquina rebanadora GG-501	2	\$ 0,08	745,7	1,033333333
Fruit drying machine "8P D"	1	\$ 0,08	8000	8
Molino pulverizador AISI304	1	\$ 0,08	15000	1,333333333
Enfundadora de polvo con alimentador por tornillo	1	\$ 0,08	2200	0,583333333
Detector de metales metrón 07 CI con KIT BULK SENSE	1	\$ 0,08	330	0,583333333
Contenedor refrigerado	1	\$ 0,08	15000	24
Mezcladora en "V"	1	\$ 0,08	2000	1,6
Equipo de inmersión	1	\$ 0,08	36000	1
Equipo de fritura	1	\$ 0,08	36000	2
Equipo de escurrido	1	\$ 0,08	750	2
Equipo de sazonado	1	\$ 0,08	1100	2
Equipo de envasado de chips	1	\$ 0,08	3000	0,3
<b>Total</b>				

Días de uso	KWh (mensual)	Total mensual	Total anual
22	29,7	\$ 2,23	\$ 26,73
22	322,6666667	\$ 24,20	\$ 290,40
22	33,90449333	\$ 2,54	\$ 30,51
22	1408	\$ 105,60	\$ 1.267,20
22	440	\$ 33,00	\$ 396,00
22	28,23333333	\$ 2,12	\$ 25,41
22	4,235	\$ 0,32	\$ 3,81
30	10800	\$ 810,00	\$ 9.720,00
5	16	\$ 1,20	\$ 14,40
5	180	\$ 13,50	\$ 162,00
5	360	\$ 27,00	\$ 324,00
5	7,5	\$ 0,56	\$ 6,75
5	11	\$ 0,83	\$ 9,90
5	4,5	\$ 0,34	\$ 4,05
	13066,73949	\$ 980,01	\$ 12.281,17

**Tabla I20.** Rubro de costos variables anuales por concepto de consumo eléctrico de los equipos para producción de harina de banano para la propuesta 2 con LF

**Consumo eléctrico**

Descripción	Cantidad	Costo	Potencia (W)	Tiempo de uso (h)
Tanque de lavado con cangilones	1	\$ 0,08	1500	0,9
Banda transportadora	2	\$ 0,08	4000	1,833333333
Máquina rebanadora GG-501	2	\$ 0,08	745,7	1,033333333
Fruit drying machine "8P D"	1	\$ 0,08	8000	8
Molino pulverizador AISI304	1	\$ 0,08	15000	1,333333333
Enfundadora de polvo con alimentador por tornillo	1	\$ 0,08	2200	0,583333333
Detector de metales metrón 07 CI con KIT BULK SENSE	1	\$ 0,08	330	0,583333333
Contenedor refrigerado	1	\$ 0,08	15000	24
Mezcladora en "V"	1	\$ 0,08	2000	1,6
Línea de extrusión	1	\$ 0,08	120000	2,5
<b>Total</b>				

Días de uso	KWh (mensual)	Total mensual	Total anual
22	29,7	\$ 2,23	\$ 26,73
22	322,6666667	\$ 24,20	\$ 290,40
22	33,90449333	\$ 2,54	\$ 30,51
22	1408	\$ 105,60	\$ 1.267,20
22	440	\$ 33,00	\$ 396,00
22	28,23333333	\$ 2,12	\$ 25,41
22	4,235	\$ 0,32	\$ 3,81
30	10800	\$ 810,00	\$ 9.720,00
5	16	\$ 1,20	\$ 14,40
5	1500	\$ 112,50	\$ 1.350,00
	13066,73949	\$ 980,01	\$ <b>13.124,47</b>

**Tabla I20.** Rubro de costos variables anuales por concepto de consumo eléctrico de los equipos para producción de harina de banano para la propuesta 2 con LE

**APÉNDICE J**

**Factibilidad económica de la planta**

Capital inicial	\$ 120.000,00	Tasa interés	11,09%
Préstamo productivo	\$ 50.839,07	Tasa descuento	12%
<b>Años</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Patrimonio neto	\$ 120.000,00	\$ -170.839,07	\$ -33.618,31
Préstamo productivo	\$ 50.839,07	-	-
Ingresos por venta	-	\$ 316.800,00	\$ 316.800,00
<b>Total de ingresos</b>	\$ 170.839,07	\$ 316.800,00	\$ 316.800,00
Costos fijos	-	\$ 101.348,59	\$ 101.348,59
Costos variables	-	\$ 72.592,60	\$ 72.592,60
Pago del interés préstamo	-	\$ 5.638,05	\$ 5.638,05
Inversión inicial	\$ 170.839,07	-	-
<b>Total egresos</b>	\$ 170.839,07	\$ 179.579,24	\$ 179.579,24
Flujo de caja neto	\$ -170.839,07	\$ 137.220,76	\$ 137.220,76
<b>TIR</b>	38%		
<b>VAN</b>	\$ 61.071,02		

**Tabla J1.** Cálculo del flujo de caja de la propuesta 1 para un periodo de tiempo de 2 años

Capital inicial	\$ 120.000,00	Tasa interés	11,09%
Préstamo productivo	\$ 89.550,37	Tasa descuento	12%
<b>Años</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Patrimonio neto	\$ 120.000,00	\$ -209.550,37	\$ -79.381,54
Préstamo productivo	\$ 89.550,37	-	-
Ingresos por venta	-	\$ 316.800,00	\$ 316.800,00
<b>Total de ingresos</b>	\$ 209.550,37	\$ 316.800,00	\$ 316.800,00
Costos fijos	-	\$ 103.525,83	\$ 103.525,83
Costos variables	-	\$ 73.174,21	\$ 73.174,21
Pago del interés préstamo	-	\$ 9.931,14	\$ 9.931,14
Inversión inicial	\$ 209.550,37	-	-
<b>Total egresos</b>	\$ 209.550,37	\$ 186.631,17	\$ 186.631,17
Flujo de caja neto	\$ -209.550,37	\$ 130.168,83	\$ 130.168,83
<b>TIR</b>	16%		
<b>VAN</b>	\$ 10.441,59		

**Tabla J2.** Cálculo del flujo de caja de la propuesta 2 (LF) para un periodo de tiempo de 2 años

Capital inicial	\$ 120.000,00	Tasa interés	11,09%
Préstamo productivo	\$ 85.850,37	Tasa descuento	12%
<b>Años</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Patrimonio neto	\$ 120.000,00	\$ -205.850,37	\$ -75.871,01
Préstamo productivo	\$ 85.850,37	-	-
Ingresos por venta	-	\$ 316.800,00	\$ 316.800,00
<b>Total de ingresos</b>	\$ 205.850,37	\$ 316.800,00	\$ 316.800,00
Costos fijos	-	\$ 103.282,33	\$ 103.282,33
Costos variables	-	\$ 74.017,51	\$ 74.017,51
Pago del interés préstamo	-	\$ 9.520,81	\$ 9.520,81
Inversión inicial	\$ 205.850,37	-	-
<b>Total egresos</b>	\$ 205.850,37	\$ 186.820,64	\$ 186.820,64
Flujo de caja neto	\$ -205.850,37	\$ 129.979,36	\$ 129.979,36
<b>TIR</b>	17%		
<b>VAN</b>	\$ 13.821,38		

**Tabla J3.** Cálculo del flujo de caja de la propuesta 2 (LE) para un periodo de tiempo de 2 años