ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Diseño de una Planta Empacadora de Pitahaya mediante la metodología de Planeación Sistemática de la Distribución de Planta”

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Presentada por:

Ginger Nicole Prado Tutivén

Gerardo Iván Serrano Lozano

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2024

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Firmado electrónicamente por:
CARLOS INES
BARTOLOME

Carlos Inés B, Ms

Profesor de Materia

Firmado electrónicamente por:
OSCAR OMAR
CALERO MIELES

Oscar Omar Calero M, MSC

Tutor de proyecto

DECLARACIÓN EXPRESA

Nosotros, Ginger Nicole Prado Tutivén y Gerardo Iván Serrano Lozano acordamos y reconocemos que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá a los 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 de los autores. Los estudiantes deberán procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, secreto empresarial, derechos patrimoniales de autor sobre 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 mi/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, 06 de enero del 2025.

Firmado electrónicamente por:
GINGER NICOLE PRADO TUTIVEN

Ginger Nicole Prado Tutivén

GERARDO IVAN SERRANO LOZANO

Firmado digitalmente por GERARDO IVAN SERRANO LOZANO
Fecha: 2025.03.24 09:30:34 -05'00'

Gerardo Iván Serrano Lozano

RESUMEN

A nivel mundial, el cultivo y comercialización de pitahaya se encuentra en crecimiento constante. Sin embargo, debido a los desafíos logísticos, las exigencias normativas internacionales y la necesidad de optimizar los procesos productivos, se plantea el diseño de una planta empacadora eficiente que cumpla con los estándares de exportación. Por tanto, se establece el desarrollo de una nueva planta empacadora de pitahaya aplicando la metodología Sistematice Layout Planning (SLP) para optimizar el flujo de procesos, el uso del espacio y la seguridad en la operación.

Se realizó un diagnóstico del estado actual de la planta mediante levantamiento de procesos, diagramas de flujo y análisis de tiempos, identificando cuellos de botella, desperdicios y oportunidades de mejora. Posteriormente, se diseñó una nueva distribución en planta considerando criterios de eficiencia, normativas sanitarias, inocuidad alimentaria, ergonomía y logística. Para validar la propuesta, se implementaron simulaciones de los procesos clave, evaluando su impacto en la capacidad operativa y el cumplimiento de los requisitos de exportación.

Los resultados muestran una mejora significativa en el incremento de la capacidad, la eficiencia del proceso, optimización de tiempos de producción y disminución de riesgos asociados a la manipulación del producto. Además, se garantiza una mayor trazabilidad y control de calidad, alineándose con las normativas nacionales e internacionales. En conclusión, la aplicación de la metodología SLP permitió un diseño optimizado de la planta empacadora, mejorando la productividad, reduciendo el desperdicio y asegurando la calidad e inocuidad del producto final destinado a mercado.

Palabras claves: Pitahaya, Planificación sistemática del diseño (SLP), inocuidad alimentaria, trazabilidad

ABSTRACT

Worldwide, the cultivation and commercialization of pitahaya are experiencing constant growth. However, due to logistical challenges, international regulatory requirements, and the need to optimize production processes, the design of an efficient packing plant that meets export standards is proposed. Therefore, the development of a new pitahaya packing plant is established by applying the Systematic Layout Planning (SLP) methodology to optimize process flow, space utilization, and operational safety.

A diagnosis of the current state of the plant was carried out through process mapping, flow diagrams, and time analysis, identifying bottlenecks, inefficiencies, and improvement opportunities. Subsequently, a new plant layout was designed considering efficiency criteria, sanitary regulations, food safety, ergonomics, and logistics. To validate the proposal, key process simulations were implemented, assessing their impact on operational capacity, cost reduction, and compliance with export requirements.

The results show a significant improvement in process efficiency, optimization of production times, reduction of operational costs, and minimization of risks associated with product handling. Additionally, greater traceability and quality control are ensured, aligning with national and international regulations. In conclusion, the application of the SLP methodology enabled an optimized design of the packing plant, improving productivity, reducing waste, and ensuring the quality and safety of the final product designed for export markets.

Keywords: *Pitahaya, Systematic Layout Planning (SLP), Food Safety, Traceability*

INDICE GENERAL

RESUMEN 4
CAPITULO 1 7
1. ANTECEDENTES 7
1.1. Descripción de la empresa y su proceso 7
1.2. Problema por resolver 8
1.3. Objetivos 8
1.3.1. Objetivo general 8
1.3.2. Objetivos específicos 8
CAPÍTULO 2 9
2. METODOLOGÍA 9
2.1. Descripción y justificación 9
2.2. Plan de trabajo 10
2.3. Análisis de factibilidad técnica 10
2.4. Análisis de factibilidad financiera 26
CAPÍTULO 3 30
3 RESULTADOS 30
3.1 Diagnóstico del estado actual de la planta 30
3.1.1 Diagrama de flujo 30
3.1.2 Puntos críticos del proceso: 30
3.2 Diseño de la nueva planta utilizando la metodología SLP 31
3.2.1 Etapa de análisis 31
3.2.2 Etapa de búsqueda 32
3.2.3 Desarrollo de alternativas 33
3.2.4 Etapa final de selección 33
3.2.5 Diseño de la nueva propuesta 34
3.3 Simulación en FlexSim 35
CAPÍTULO 4 38
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 38
4.1 Conclusiones 38
4.2 Recomendaciones 39
BIBLIOGRAFÍA 40

CAPITULO 1

1. ANTECEDENTES

1.1. Descripción de la empresa y su proceso

En los últimos años, Ecuador ha ganado terreno en la exportación por toneladas de pitahaya hacia Estados Unidos y países europeos, quienes son considerados sus principales mercados. Este crecimiento se debe a que es uno de los principales productores de la fruta nativa de la región por lo que representa una ventaja competitiva en costos de producción y transporte desde el lugar de cosecha hacia su cliente final, representando beneficios económicos. Debido al aumento de la demanda de esta fruta, hoy en día, los productores buscan optimizar sus procesos para obtener una mayor eficiencia.

El proceso que inicia con la recepción de la fruta para su lavado, secado, clasificación por peso, empacado y finalmente su exportación, depende de la eficiencia operativa y la calidad del producto final para cumplir con los estándares de los clientes y optimizar la cadena de suministro.

Este proyecto está dirigido a una empresa empacadora de Pitahaya activa desde hace tres años en el mercado ecuatoriano. En el 2021 la planta empacadora exportaba hacia los Estados Unidos 24 pallets mensuales, aproximadamente 10 toneladas. Luego de seis meses el número de clientes y las exportaciones se incrementaron, resultando en un total de 26 toneladas al mes. En el 2022 y 2023 su aumento fue de 45 a 70 toneladas al mes, debido a que los consumidores estadounidenses y europeos buscan cada vez más alimentos que sean saludables y la pitahaya ha ganado popularidad como un superalimento atractivo y beneficioso.

En la actualidad, la exportación asciende a 126 toneladas mensuales. El mercado sigue expandiéndose, pero la capacidad de la planta actual no permite satisfacer a todos los clientes, debido a lo diversos problemas identificados, que afectan su proceso productivo, entre los más significativos son:

1. Capacidad limitada de producción.
    a. Restricción de maquinaria: la velocidad de las bandas transportadoras tiene un límite de 100 cajas/hora.
    b. Espacio insuficiente [m^2]: Falta de espacio físico para la clasificación de la fruta, pocas líneas de producción.

2. Procesos Ineficientes:
    a. Cuellos de botella: áreas de lavado y empaque, en las que el tiempo de ciclo se encuentra por encima del ritmo de la demanda.
    b. Alta variabilidad: en el proceso de empaque se realizan varios productos y los procesos no están estandarizados.

3. Incremento de la demanda
    a. La planta fue diseñada para una demanda promedio menor, y no está preparada para la demanda actual que le exige el mercado a la empresa.
4. Calidad del producto

a. Existen problemas de calidad en el lavado de la fruta, impactando negativamente en la presentación y durabilidad del producto, reduciendo su aceptación en el mercado.

Otro aspecto relevante es la gestión de la materia prima. Al recibir los lotes de fruta, no se cuenta con un sistema de cuantificación que permita determinar el porcentaje de rechazo por proveedor, por lo que estima que en promedio un 8% de materia prima es rechazado, al no cumplir con las condiciones de calidad requeridas como presencia de hongos, insectos y picaduras de aves, lo que dificulta el control del desperdicio y la optimización de los recursos. Además, el proceso carece de un seguimiento de los kilogramos producidos por hora en etapas anteriores al empaque, generando desabastecimiento y retrasos en la línea de producción.

Por último, el cliente enfrenta desafíos para encontrar empacadoras que sean capaces de satisfacer los requerimientos de velocidad y eficiencia, lo cual limita su capacidad de responder a la demanda y maximizar el rendimiento, estas dificultades generan una necesidad urgente de mejorar la eficiencia y control del proceso en las fases críticas por lo cual nace la necesidad de invertir en la construcción de una planta empacadora.

1.2. Problema por resolver

Falta de capacidad de una planta empacadora de pitahaya ubicada en la ciudad de Guayaquil desde el mes de enero del 2024. En la actualidad se elaboran 80 toneladas /mes, y la empresa requiere exportar 120 toneladas/mes. Esta discrepancia de capacidad indica un desajuste que necesita ser abordado para satisfacer adecuadamente el mercado.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una Planta Empacadora de Pitahaya aplicando la metodología de planeación sistemática de la distribución para el incremento de la capacidad.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Diseñar la distribución de la planta empacadora aplicando principios de proximidad y secuencia lógica para la reducción de tiempos de traslado, cruces entre flujos, garantizando el cumplimiento de normas de inocuidad y estándares internacionales en las diferentes etapas del proceso.
- ✓ Optimizar el manejo de la materia prima, el producto en proceso y final mediante la aplicación de diagramas de relación y patrones de flujo que aseguren una distribución eficiente.
- ✓ Simular el diseño óptimo de la planta empacadora de pitahaya con capacidad de producción de 150 toneladas/mes, incluyendo las mejoras implementadas en FlexSim para la evaluación de la viabilidad del proyecto y obtención del mejor rendimiento posible.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1. Descripción y justificación

El problema identificado será resuelto con el diseño de una nueva planta empacadora de pitahaya enfocada en cumplir los estándares de calidad requeridos para la exportación a Estados Unidos por la Administración de alimentos y medicamentos (FDA) y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para las industrias en Ecuador, con el fin de superar las actuales limitaciones de capacidad de producción de la empresa y garantizar la calidad del producto desde su recepción hasta su entrega final al cliente.

El diseño será realizado con la metodología de planeación sistemática de la distribución en planta (SLP), que utiliza como base el diagrama de relación de actividades entre los departamentos incluidos en la planificación junto a un diseño de bloques detallado, en el que se deben considerar las relaciones entre máquinas, estaciones de trabajo, almacenamiento, entradas y salidas para determinar la ubicación real de las actividades dentro de cada departamento, mejorando el flujo tanto de materiales como del proceso. (Tompkins,2010)

Esta metodología requiere conocer inicialmente la operación de la planta, por lo que es necesario un diagrama de procesos para conocer el flujo requerido de las actividades durante el proceso productivo, seguido de un diagrama de recorrido para conocer el espacio disponible, teniendo en cuenta que, para lograr un diseño integral, se involucran departamentos administrativos, bodegas, servicios industriales y auxiliares por lo que es necesario que la distribución de la planta sea eficaz. (Cuatrecasas Arbós,2021)

Una vez analizadas todas las posibles opciones de distribución, se presta un Plan de Distribución (Planta Layout) que incluya la mejor alternativa del diseño, para evaluar las condiciones que se requieren en las instalaciones de manera que los flujos de trabajo sean óptimos y se cumpla lo requerido por la empresa. Este plan utiliza el gráfico “From to Chart” que muestra el volumen del flujo de material entre las diferentes áreas de una planta, sus relaciones y las frecuencias de desplazamientos entre ellas, con el cual se pueden minimizar recorridos y costos relacionados al manejo de materiales. (Barker, 2017)

Además, el uso de la filosofía de Lean Manufacturing que permita optimizar el diseño y las operaciones de la planta. La filosofía se centra en identificar y eliminar los desperdicios (mudas) en cada uno de los procesos de producción, por ejemplo, tiempo de espera, movimientos, transporte. Para ello, se hará uso de algunas herramientas como el Value Stream Mapping (VSM), que identifique las interrupciones del flujo visualizando así los puntos de dolor, y la estandarización, para observar los recorridos innecesarios dentro de la planta y rediseñar el flujo de trabajo ayudando a la operación realizar la operación de la mejor manera posible con el mínimo recurso (Shingo, 1988)

A través de esta integración metodológica, se espera el diseño de una planta más eficiente que reduzca tiempos de ciclo, mejore la calidad y aumente la velocidad de producción de 100 cajas/hora a 150 cajas/hora, cumpliendo con las demandas del cliente y los estándares internacionales. Finalmente, una vez realizado el plan de diseño, el uso de FlexSim es necesario para la simulación del proceso en tiempo real a fin de comprobar que se cumplen los objetivos propuestos.

2.2. Plan de trabajo

El proyecto se realizará de acuerdo con el siguiente cronograma:

Tabla 1. Cronograma de actividades

Actividad	Duración	Fecha	Mes
Planificación inicial: ● Definición de objetivos ● Alcance del proyecto	2 semanas	Semana 3 Semana 4	Septiembre
Investigación del proceso: ● Análisis de flujo actual y tiempos de procesamiento ● Identificación de cuellos del proceso ● Evaluación del espacio disponible, equipos existentes, calidad del producto	3 semanas	Semana 2 Semana 3 Semana 4	Octubre
Elaboración de diagramas del proceso actual: ● Plant Layout ● Diagrama de procesos	2 semanas	Semana 3 Semana 4	Noviembre
Diseño preliminar: ● Planificación sistemática del diseño (SLP) ● “From to Chart” ● Especificaciones técnicas de equipos y procesos ● Sistema de control de calidad ● Evaluación de costos de modernización e instalación de la planta ● Elección de la mejor alternativa del proceso	4 semanas	Semana 1 Semana 2 Semana 3 Semana 4	Diciembre
Simulación del proceso: ● FlexSim ● Análisis del retorno de inversión (ROI) ● Evaluación de la productividad	3 semanas	Semana 1 Semana 2 Semana 3	Enero
Validación final del aumento de producción cajas/hora Análisis de resultados Presentación final	2 semanas	Semana 1 Semana 2	Febrero

Fuente: Elaboración propia

2.3. Análisis de factibilidad técnica

Para el análisis de factibilidad se debe considerar los siguientes factores: la capacidad de poder producir, el área disponible para poder realizar las operaciones y la posibilidad de ampliación. Lo primero es evaluar si la planta que se desea diseñar tiene la capacidad de recibir, procesar y empacar las 150 toneladas/mes que la empresa requiere.

Capacidad actual vs. futura: Ritmo de la demanda es de 2,25 segundos/ fruta y los procesos que se encuentran por encima de este tiempo son:

- Lavado: 24,6 seg/ fruta
- Clasificación: 4,16 seg/ fruta
- Empaque: 7,83 seg/ fruta

El mayor desafío en la nueva planta es que los tiempos de cada proceso se encuentre por debajo del takt time para poder cumplir con la demanda, esto es posible siempre y cuando se realice lo siguiente:

Optimización de Equipos y Tecnología

Automatización en el Lavado:

Sistema de lavado por inmersión o aspersión eficiente: Los sistemas de lavado en lotes o mediante aspersión o inmersión pueden ser más rápidos y menos demandantes de tiempo, permitiendo procesar más frutas por unidad de tiempo.

Clasificación Automática:

Implementación de máquinas clasificadoras automáticas: Estas máquinas pueden procesar más frutas en menos tiempo y con mayor precisión. Clasificación por visión artificial: utilizar tecnología de visión artificial para la clasificación de frutas puede ser una forma de aumentar la velocidad sin perder calidad en el proceso.

Optimización del Proceso de Empaque:

Embaladoras automáticas: Las máquinas de empaque automático tienen la capacidad de reducir el tiempo de empaque, permitiendo empaquetar más rápido. Actualmente se usa un sistema manual o semiautomático, la transición a un sistema totalmente automatizado podría eliminar gran parte del cuello de botella e incrementar la capacidad.

Diseño de una línea de producción fluida:

El flujo de materiales y de personas se ha diseñado para que sea continuo, minimizando el tiempo de tránsito entre las áreas. El layout de planta en línea, donde las etapas de producción están alineadas, para mejorar la eficiencia y reducir el tiempo entre procesos.

Reducción de espacios innecesarios entre áreas: El espacio entre cada área (lavado, clasificación, empaque) se ha establecido que sea el mínimo posible, para evitar tiempos de espera y movimiento de productos innecesario.

Medición y Control de Resultados

Monitoreo en tiempo real: Instalar sistemas de monitoreo y control de la producción que permita ver en tiempo real el desempeño de cada proceso y detectar rápidamente cuellos de botella. El análisis de los indicadores de producción permite ajustar la producción según sea necesario.

Proyección para la Nueva Planta

Para la nueva planta, se deben aplicar las lecciones aprendidas de la planta actual para evitar los mismos cuellos de botella.

En el diseño actual se incorpora equipos de alta capacidad desde el inicio: Seleccionando equipos que no solo puedan manejar la producción de 150 toneladas/mes, sino que también estén diseñados para soportar un posible aumento de la demanda.

Automatización y tecnología avanzada: Considera la automatización desde el principio para todas las etapas de producción, especialmente en la clasificación, empaque y lavado.

Expansión de áreas:

El diseño se ha realizado para que tenga la capacidad de expansión de un 50%, en áreas de lavado, empaque y cámara de refrigeración, permitiendo tener la capacidad de responder a la demanda al momento que se incremente.

Disponibilidad de equipos para cada área

Se ha levantado un listado de equipos básicos por área, para poder operar de manera eficiente.

1. Recepción

Balanzas electrónicas

Descripción:

- Las balanzas electrónicas industriales son cruciales para pesar las gavetas pitahayas y asegurarse de que se cumplan con las especificaciones de peso para la recepción.
- Capacidad: 50-150 kg. Esto es adecuado para pesar las gavetas o alguna otra clase de empaque de pitahaya.
- Estas balanzas están diseñadas para soportar el peso de las gavetas de pitahaya más pesados sin perder precisión.

Dimensiones: **60 x 80 cm**. Son de tamaño compacto y ocupan poco espacio, lo que facilita su integración en el proceso sin requerir una gran superficie.

Costo aproximado en el mercado: el precio de una balanza electrónica de estas características puede variar dependiendo de la marca y la precisión del modelo. Los precios aproximados están entre: **$500 a $1,500 USD**

Transportador de banda con rodillos

Descripción:

- Un transportador de banda con rodillos es esencial para mover las frutas de una estación de trabajo a otra, reduciendo el esfuerzo manual, movimientos y transporte, lo cual ayuda acelerando el proceso.
- Ancho: 60-80 cm. Este ancho es adecuado para transportar gavetas de pitahaya.
- Largo: Se recomienda que los largos van de 3 a 6 metros.

Costo aproximado en el mercado: el costo de un transportador de banda con rodillos varía dependiendo de las dimensiones y de si el sistema es manual o automatizado. El rango de precio podría ser:

- Transportador de **3-5 metros de largo**: **$1,500 a $4,000 USD** dependiendo de la longitud, materiales, y características adicionales como velocidad ajustable o automatización.

Mesas de inspección (Acero inoxidable)

Descripción:

- Las mesas de inspección son fundamentales para realizar el control de calidad visual de la fruta. En estas mesas, los operarios inspeccionan la pitahaya para eliminar aquellas que no cumplen con los estándares de calidad.
- Material: Acero inoxidable, ideal para el ambiente de la planta, ya que es fácil de limpiar y resistente a la corrosión.
- Dimensiones: 1.5-2 metros de largo. Esto es adecuado para permitir que dos o más operarios trabajen a la vez en la selección y clasificación de la fruta.

Costo aproximado en el mercado:

- Las mesas de inspección de acero inoxidable suelen tener un precio que varía según la calidad del material y las características del diseño (como la inclusión de iluminación o bandejas adicionales para la fruta rechazada).
- Una mesa de 1.5-2 metros podría costar entre $400 y $1,500 USD, dependiendo de la calidad del acero inoxidable y las características adicionales.

2. Lavado y desinfección

Descripción: Lavadora de frutas con cepillos y burbujeo, este tipo de lavadora utiliza cepillos rotativos junto con un sistema de burbujeo para eliminar la suciedad, los residuos de pesticidas y otros contaminantes de la superficie de la fruta. Además, el sistema de burbujeo ayuda a limpiar de manera más eficiente, reduciendo el riesgo de dañar la fruta.

Capacidad: 1-2 toneladas por hora. Esto es ideal para pequeñas y medianas plantas de procesamiento, ya que permite un flujo constante de frutas sin sobrecargar el sistema.

Dimensiones:

- **Longitud**: 3-4 metros.
- **Ancho**: Aproximadamente 1-1.5 metros
- **Altura**: 1.5-2 metros.

Costo aproximado en el mercado: el costo de una lavadora de frutas con estas características puede oscilar entre $6,000 y $15,000 USD dependiendo de la calidad de los materiales, la marca y la automatización del sistema.

Sistema de inmersión en solución desinfectante (Tanques de 500-1000 L)

Descripción: el sistema de inmersión se utiliza para sumergir la pitahaya en una solución desinfectante (como cloro, peróxido de hidrógeno, o ácido peracético). Esto ayuda a eliminar patógenos y prolongar la vida útil de la fruta. Los tanques de inmersión suelen ser de acero inoxidable para evitar la corrosión y asegurar la higiene.

Capacidad: 500-1000 litros por tanque, lo que es adecuado para una pyme.

Dimensiones:

- 500 L: Aproximadamente 1.5 metros de largo x 1 metro de ancho x 1 metro de altura.
- 1000 L: Un poco más grande, puede tener 2 metros de largo x 1 metro de ancho x 1.5 metros de altura.

Costo aproximado en el mercado: el costo de los tanques de inmersión varía dependiendo de la capacidad y los materiales utilizados. Estimación:

- Tanque de 500 L: Aproximadamente $1,000 a $2,000 USD.
- Tanque de 1000 L: Aproximadamente $2,000 a $3,500 USD.

Banda transportadora de escurrimiento

Descripción: después de que las frutas se han lavado y desinfectado, pasan a través de una banda transportadora de escurrimiento, donde el exceso de agua se elimina de la fruta. Esto puede ser crucial para evitar el deterioro rápido debido al exceso de humedad.

Dimensiones:

- **Ancho**: 60-80 cm.
- **Longitud**: 3-5 metros.

Costo aproximado en el mercado: las bandas transportadoras de escurrimiento pueden costar entre $2,000 y $5,000 USD, dependiendo de la longitud, materiales, y la automatización (por ejemplo, con velocidad ajustable).

Sopladores de aire para secado

Descripción: los sopladores de aire se usan para secar las frutas después del proceso de lavado y escurrido. Utilizan aire a presión para eliminar la humedad residual, lo que es especialmente importante para evitar el desarrollo de moho y otros contaminantes.

Potencia: **1-2 HP**. Esto es adecuado para un proceso de secado rápido y eficiente sin dañar la fruta.

Costo aproximado en el mercado: un soplador de 1-2 HP puede costar entre $300 y $800 USD.

Área total ocupada por la maquinaria: se considera un total 22 m ² requerido para la maquinaria de la planta.

- Lavadora de frutas: 6 m².
- Tanques de inmersión: 4 m².
- Banda transportadora: 10 m².
- Sopladores de aire: 2 m².

3. Clasificación

Transportador Inclinado para Alimentación

- **Descripción**: Este tipo de transportador se utiliza para mover la pitahaya desde un área de lavado hasta el área de clasificación. Su diseño inclinado facilita el flujo del producto sin dañar la fruta. Generalmente está hecho de acero inoxidable o materiales resistentes a la corrosión, para garantizar la higiene y durabilidad en entornos de procesamiento de alimentos.
- **Capacidad**: Aproximadamente entre 1 a 3 toneladas por hora, dependiendo de la velocidad de operación y el tipo de transporte.
- **Dimensiones**: Ancho de 50 a 70 cm, largo de 2 a 3 metros.
- **Ocupación en m²**: En base a las dimensiones proporcionadas, la ocupación en m² es aproximadamente de 1 a 2 m² (dependiendo de la longitud exacta y si se considera el área de trabajo alrededor del transportador).
- **Costo estimado en el mercado**: Aproximadamente entre $1,500 a $4,000 USD. El costo puede variar dependiendo de los materiales, la marca, y el tipo de tecnología adicional (como controles automáticos).

Máquina Clasificadora por Tamaño y Peso

- **Descripción**: La máquina clasificadora se utiliza para seleccionar las pitahayas según su tamaño y peso, lo que asegura que las frutas de mayor calidad sean empacadas adecuadamente. Estas máquinas pueden tener bandejas o rodillos ajustables que permiten clasificar según las especificaciones deseadas. Es un componente esencial para asegurar una alta calidad del producto empacado.
- **Capacidad**: De 1 a 3 toneladas por hora, dependiendo del modelo y la configuración del sistema de clasificación.
- **Dimensiones**: Largo de 5 a 6 metros, el ancho puede variar entre 1 a 1.5 metros, dependiendo del diseño.
- **Ocupación en m²**: Estimando un espacio de trabajo adecuado y considerando su longitud, la ocupación de este equipo puede ser entre 6 a 9 m².

- **Costo estimado en el mercado**: Alrededor de $8,000 a $15,000, dependiendo de las características específicas de la máquina, como el número de estaciones de clasificación, la precisión en el pesaje, y el tipo de tecnología implementada.

Mesas de Selección Manual

- **Descripción**: Son mesas de trabajo donde los operadores seleccionan manualmente las pitahayas según su calidad, tamaño, o defectos visibles. Estas mesas suelen ser de acero inoxidable para facilitar su limpieza y garantizar condiciones higiénicas en la línea de procesamiento. Además, pueden tener un sistema de iluminación para mejorar la visibilidad de la fruta.
- **Dimensiones**: Largo de 3 a 5 metros, el ancho típicamente varía entre 1 a 1.5 metros. Las mesas suelen estar diseñadas en líneas rectas o con pequeñas inclinaciones para facilitar la selección manual.
- **Ocupación en m²**: Dependiendo del largo y ancho, cada mesa ocuparía entre 3 a 7 m².
- **Costo estimado en el mercado**: Generalmente, el costo de una mesa de selección manual oscila entre $800 a $2,500, dependiendo de las características del diseño (material, iluminación, tipo de acabado, etc.).

4. Empaque

Banda Transportadora de Alimentación

- **Descripción**: La banda transportadora de alimentación se utiliza para trasladar productos como la pitahaya desde una estación a otra dentro de la planta. Su función principal es alimentar las máquinas de clasificación, empaque o procesamiento de manera continua. Estas bandas suelen ser de acero inoxidable o materiales resistentes, y algunas cuentan con velocidades ajustables para adaptarse a la capacidad de trabajo.
- **Capacidad**: Depende del modelo y la velocidad, pero generalmente transporta entre 1 a 3 toneladas por hora.
- **Dimensiones**: Ancho de 50 a 80 cm, largo de 3 a 5 metros.
- **Ocupación en m²**: La ocupación aproximada en m² sería entre 2 a 4 m², dependiendo de la longitud exacta.
- **Costo estimado en el mercado**: Aproximadamente entre $2,000 a $5,500. Este costo puede variar dependiendo de la calidad de los materiales y el tipo de motor o control automático.

Máquinas Selladoras de Bolsas o Cajas

- **Descripción**: Estas máquinas se utilizan para sellar las cajas que contienen la pitahaya ya clasificada y lista para su distribución. El sellado asegura la integridad del empaque y la frescura del producto. Las máquinas de sellado pueden trabajar

con diferentes tipos de materiales (plástico, cartón, etc.) y tienen ajustes automáticos para adaptar el tamaño de la caja.
- **Capacidad**: Entre 30 y 60 empaques por minuto, dependiendo de la velocidad de operación y el tipo de empaque utilizado.
- **Dimensiones**: Estas máquinas suelen tener un tamaño aproximado de 2 a 3 metros de largo, y 0.8 a 1.5 metros de ancho.
- **Ocupación en m²**: Aproximadamente 2 a 4 m².
- **Costo estimado**: Entre $5,000 a $12,000, dependiendo de la tecnología de sellado (como sellado térmico, ultrasonido, etc.) y el tipo de material que pueda manejar (bolsas plásticas, cajas de cartón, etc.).

Mesas de Empaque

- **Descripción**: Las mesas de empaque son usadas para colocar el producto (en este caso, la pitahaya) en su envase final. Estas mesas están diseñadas para facilitar el trabajo de los operadores, permitiendo que los productos sean organizados y colocados de manera eficiente en los empaques. Generalmente son de acero inoxidable para garantizar la higiene en todo el proceso.
- **Dimensiones**: Largo de 2 a 3 metros, ancho entre 1 a 1.5 metros.
- **Ocupación en m²**: Aproximadamente 2 a 4 m².
- **Costo estimado en el mercado**: Entre $1,000 a $2,500, dependiendo de características como la cantidad de espacio de trabajo, la calidad del acero inoxidable y si incluyen sistemas adicionales como bandejas o iluminación.

Pesadoras Automáticas

- **Descripción**: Las pesadoras automáticas se utilizan para pesar las pitahayas antes de su empaque, asegurando que cada unidad o lote esté dentro del peso establecido. Son especialmente útiles para productos como la pitahaya, que deben cumplir con los estándares de peso para su comercialización. La precisión de estas máquinas es fundamental para evitar sobrepeso o bajo peso en los productos empaquetados.
- **Capacidad**: Capacidad de entre 2 a 5 kg por unidad, con una precisión de ±5 g.
- **Dimensiones**: Las pesadoras automáticas suelen tener una longitud de 1 a 2 metros, con un ancho aproximado de 0.5 a 1 metro.
- **Ocupación en m²**: Aproximadamente 1.5 a 3 m², dependiendo de la longitud y el sistema de pesaje.
- **Costo estimado en Ecuador**: Aproximadamente entre $3,000 a $8,000, dependiendo de la capacidad, precisión y características adicionales como la integración con sistemas de control de calidad.

5. Etiquetado

Impresora y aplicador de etiquetas (Capacidad: 40-100 etiquetas/minuto)

La impresora y aplicador de etiquetas es un equipo automático utilizado para imprimir y aplicar etiquetas a los productos. En el caso de la planta empacadora de pitahaya, este equipo sería ideal para imprimir las etiquetas con información como el nombre del producto, peso, fecha de vencimiento, código de barras, entre otros. Las etiquetas pueden ser aplicadas sobre las cajas o en los envases individuales de pitahaya.

- **Tecnología utilizada:** Térmica o de transferencia térmica (dependiendo de la calidad de impresión requerida).

- **Aplicación:** Puede aplicar etiquetas de forma automática a los productos que pasan por la línea de empacado.

Capacidad:
- **Rango de capacidad:** 40-100 etiquetas por minuto.

La capacidad variará según el tamaño y la complejidad de la etiqueta, así como la velocidad de la línea de producción.

Dimensiones:
- Tamaño aproximado: 1.2 m de largo, 0.5 m de ancho, 1.5 m de alto.

Costo en el mercado ecuatoriano:
- El costo de este equipo puede variar dependiendo de la marca y tecnología utilizada, pero se estima que el precio de una impresora y aplicador de etiquetas de gama media o alta en Ecuador podría estar entre $5,000 a $15,000.

Ocupación en m²:
- Aproximadamente 2 m², ya que estas máquinas tienen una estructura compacta que debe estar en un espacio accesible para la carga de rollos de etiquetas y su operación.

Verificadora de códigos de barras (Lector óptico)

La verificadora de códigos de barras o lector óptico de códigos de barras es un dispositivo utilizado para leer y verificar la información de los códigos de barras aplicados a los productos. Esta máquina asegura que los códigos de barras sean legibles y estén correctamente aplicados. En una planta de empacado de pitahaya, este dispositivo es crucial para garantizar el control de inventarios y la trazabilidad del producto.

- **Tecnología utilizada:** lentes ópticos y sensores para escanear y verificar los códigos de barras, asegurando que sean legibles y estén correctamente posicionados.
- **Aplicación:** Se integra a la línea de empaque para verificar que los productos empacados cuenten con etiquetas con códigos de barras correctos.

- **Rango de capacidad:** depende de la velocidad de la línea de producción y la calidad del código de barras. Puede verificar entre 30-120 productos por minuto, dependiendo de la velocidad de la operación.
- **Tamaño aproximado:** 0.5 m de largo, 0.5 m de ancho, 1 m de alto. El costo de una verificadora de códigos de barras o lector óptico en Ecuador puede variar dependiendo de la calidad y precisión del equipo. Se estima que el precio puede estar entre $2,000 y $5,000.
- **Ocupación en m²:** aproximadamente 1-2 m², ya que este equipo es compacto y puede estar integrado a la línea de producción de forma eficiente.

6. Cámara de refrigeración

Cámaras Frigoríficas Modulares:

Las cámaras frigoríficas modulares son esenciales para el almacenamiento de la pitahaya antes del envío. Las especificaciones son las siguientes:

- **Capacidad de las cámaras**: Pueden variar entre 5 y 20 toneladas de capacidad, con temperaturas ajustadas entre 5-10°C.

Especificaciones de cámaras frigoríficas modulares:

- **Tamaño por cámara (para 20 toneladas)**: Aproximadamente 15 m³ a 20 m³ por cámara.
- **Costo aproximado**: El costo de una cámara frigorífica modular varía entre $10,000 y $30,000, dependiendo de la capacidad y el tipo de tecnología utilizada.

Consideraciones:

- **Aislamiento**: Las cámaras deben tener buen aislamiento térmico para mantener una temperatura constante.
- **Humedad relativa**: Mantener entre 85% y 90% de humedad relativa para evitar que la pitahaya se deshidrate.
- **Cámaras frigoríficas modulares (5-20 toneladas)**: USD 10,000 a USD 30,000 por unidad

7. Inspección Fitosanitaria

Mesa de inspección (Largo: 2-3 m, acero inoxidable)

- **Capacidad y Ocupación en m²:**
- **Tamaño:** Una mesa de inspección de 2-3 metros de largo generalmente tiene un **ancho** de 0.7-1 metro. Si consideramos un modelo de 2 metros de largo, la ocupación sería de aproximadamente 2-3 m².
- **Ubicación:** Estas mesas se utilizan para inspeccionar la calidad de la fruta, quitar impurezas, daños o defectos. En una planta empacadora, cada mesa puede ser utilizada por uno o dos operarios.

- **Costos aproximados en Ecuador:** una mesa de inspección de acero inoxidable en Ecuador puede costar entre $600 y $1,500 USD dependiendo de la calidad y el diseño. Las mesas con estructuras reforzadas, con sistemas de drenaje o de alta resistencia pueden tener un costo superior.
- **Lámparas de luz UV para detección de plagas**
  Características y Uso: las lámparas UV son esenciales para detectar plagas microscópicas o cualquier tipo de infestación que no sea visible a simple vista. Estas lámparas ayudan a inspeccionar las pitahayas para identificar insectos, hongos o enfermedades.
  Ocupación y Dimensiones:
  Lámparas UV portátiles o instaladas: Generalmente, se instalan en los puntos de inspección y pueden estar en mesas de inspección o en sistemas más complejos de inspección automatizada. Las lámparas UV suelen tener un alcance de entre 30-50 cm de diámetro de irradiación, pero su ocupación en el espacio físico es mínima.
  Costos aproximados: los precios de las lámparas UV varían dependiendo de la tecnología, el tamaño y la marca. En Ecuador, una lámpara UV de buena calidad para la detección de plagas podría costar entre $150 a $500.

Microscopio Estereoscópico (Para Análisis Detallado)

- **Características y Uso:** este tipo de microscopio se utiliza para análisis más detallados de la fruta, permitiendo identificar plagas y otros problemas microscópicos. Los microscopios estereoscópicos suelen tener un aumento de hasta **40x-100x** y son útiles para una inspección más minuciosa.
- **Ocupación y Dimensiones:** generalmente, los microscopios ocupan una pequeña mesa o banco. Las dimensiones del equipo pueden variar, pero el área que requiere es de aproximadamente 0.5-1 m² por unidad. Esto incluye espacio para operarios y equipo auxiliar.
- **Costos aproximados:** un microscopio estereoscópico de calidad industrial puede tener un costo aproximado entre $500 a $3,000, dependiendo de la marca y características específicas.

8. Zona de Despacho

Banda Transportadora de Salida (Largo: 3-5 m, Ancho: 60-80 cm)

Características y Uso:

- **Descripción:** La banda transportadora de salida se utiliza para trasladar las pitahayas empaquetadas o procesadas de un área a otra dentro de la planta. Este tipo de banda generalmente se ubica en la zona de empaque, donde se finaliza el proceso de envasado o etiquetado y la fruta se traslada hacia el área de almacenamiento o expedición.

- **Tamaño y Ocupación:**
  Largo: La banda transportadora podría variar entre 3 y 5 metros de largo dependiendo del flujo de producción que se maneje.
  Ancho: El ancho de la banda es típicamente de 60 a 80 cm, adecuado para manipular cajas o bandejas de pitahaya.
  Altura: La altura de la banda puede ajustarse según las necesidades, pero suele estar en un rango de 70 cm a 1 metro desde el suelo.

Costos Aproximados: las bandas transportadoras son equipos de mediana a alta gama, dependiendo de su diseño, material y motor. En Ecuador, el precio de una banda transportadora de salida con las especificaciones mencionadas podría variar entre $2,000 y $7,000. El costo depende de la longitud de la banda, los materiales de construcción (por ejemplo, acero inoxidable o galvanizado), y las opciones adicionales (como control automático de velocidad o sistemas de inclinación).

Ocupación de Espacio (m²): la banda transportadora ocupa el área de su largo y ancho, por lo que si consideramos una banda de 4 metros de largo y 0.8 metros de ancho, ocuparía aproximadamente 3.2 m². Esto se debe agregar al diseño general de la planta.

Transpaletas (Capacidad: 1.5-3 toneladas)
Características y Uso:

- **Descripción:** Los transpaletas se utilizan para mover cargas pesadas (como cajas de pitahaya) dentro de la planta, generalmente en el área de almacenamiento o entre las distintas líneas de producción. Dependiendo del diseño de la planta, se puede utilizar una transpaleta manual o eléctrica.

Especificaciones:

- **Capacidad de Carga:** 1.5 a 3 toneladas, que es más que suficiente para transportar cajas o palets con pitahaya.
- **Transpaletas:** Las transpaletas manuales o eléctricas pueden ser más asequibles y eficientes si no se requieren capacidades de carga tan altas.

Costos Aproximados: los transpaletas eléctricos suelen ser más asequibles y tienen un costo aproximado de entre $1,000 y $3,000 dependiendo de la capacidad de carga y el tipo (manual o eléctrica).

Ocupación de Espacio (m²): los montacargas requieren espacio adicional para maniobrar y operar de manera eficiente. En promedio, un transpaleta ocupa un área de aproximadamente 5-10 m² en el piso cuando está en uso, además del espacio de circulación para evitar obstrucciones.

9. Bodega de Insumos

Estanterías Industriales (Capacidad: 500-1000 kg/estante)

Características y Uso:

- **Capacidad de Carga:** Las estanterías industriales de 500-1000 kg por estante están diseñadas para soportar cargas pesadas, lo que las hace ideales para almacenar cajas de pitahaya, materiales de embalaje y otros insumos dentro de la planta. Dependiendo de la configuración y el tamaño de la estantería, se pueden apilar varias cajas o materiales en cada estante.
- **Material:** Generalmente, se fabrican en acero galvanizado o acero inoxidable para garantizar durabilidad y resistencia en un entorno industrial. También se pueden encontrar estanterías con recubrimientos especiales para resistir la humedad y la corrosión, lo cual es crucial si se trabaja con frutas frescas o materiales de embalaje expuestos a cambios de temperatura.
- **Dimensiones:**
  Altura: Las estanterías pueden variar entre 1.8 m a 3 m de altura, dependiendo del modelo.
  Ancho: Típicamente entre 0.8 m a 1.2 m por estante.
  Profundidad: El rango de profundidad común es de 0.5 m a 0.8 m por estante, aunque también se pueden encontrar versiones más profundas.
  Distribución: Las estanterías pueden organizarse en bloques o líneas dentro del área de almacenamiento de la planta, dependiendo de la organización y el espacio disponible.

Costos Aproximados: el costo de las estanterías industriales varía según el material, el diseño, y la capacidad de carga. En Ecuador, una estantería industrial con capacidad de 500-1000 kg por estante puede costar entre $200 y $800 por unidad, dependiendo de la marca, material y tamaño.

Ocupación de Espacio:

- Una estantería de 2.5 metros de altura con 3 estantes (capacidad de 500-1000 kg por estante) ocupará aproximadamente un área de 1-2 m², dependiendo de la profundidad y el ancho.
- Si se considera una fila de 5 estanterías, la ocupación total sería de 5-10 m² de espacio, dependiendo de la organización del área de almacenamiento.

Bastidores para Almacenamiento de Cajas y Materiales de Embalaje

Características y Uso:

- **Propósito:** Los bastidores se utilizan principalmente para almacenar cajas de pitahaya y otros materiales como cajas de cartón, plástico, film de embalaje, etiquetas, etc. Son fundamentales para mantener los materiales de embalaje organizados y accesibles en todo momento.
- **Material:** Los bastidores pueden ser de acero, aluminio o madera (aunque el acero es el más común para entornos industriales). A menudo están diseñados con una

estructura modular, lo que permite personalizarlos según las necesidades del espacio y las cargas que se vayan a almacenar.
- **Capacidad de Carga:** Dependiendo de su construcción, estos bastidores suelen tener una capacidad de 500-1000 kg por unidad o por fila. Esto permite almacenar un gran número de cajas de pitahaya o material de embalaje sin que los bastidores pierdan su estabilidad.
- **Dimensiones:** Los bastidores suelen tener alturas de entre 1.5 m a 2.5 m, con una longitud o profundidad de entre 1.2 m a 2 m. La capacidad de carga por nivel dependerá del diseño y material utilizado.

Costos Aproximados: el precio de los bastidores para almacenamiento de materiales en Ecuador puede variar considerablemente según la calidad y el tamaño. Generalmente, el costo de un bastidor industrial para almacenamiento de cajas y materiales de embalaje va desde $100 hasta $500 por unidad, dependiendo de la capacidad, tamaño y tipo de material.

Ocupación de Espacio: un bastidor de tamaño estándar puede ocupar entre 1 m^2 a 3 m^2 dependiendo de su tamaño y configuración. Si se utilizan varias filas de bastidores, el espacio total requerido puede ser de 5-15 m^2, dependiendo del diseño de la planta y la disposición de los materiales.

10. Vestidores y Pediluvio

- Casilleros individuales (Dimensiones: 30x40x180 cm por unidad)
- Ducha sanitaria o túnel de desinfección (Dimensiones: 1.5-2 m de largo)

11. Oficinas Administrativas

- Mobiliario de oficina (escritorios, computadoras, archivadores)
- Sistema de control de producción y trazabilidad.

Normas sanitarias y logísticas para exportación

Para la exportación de la pitahaya, se requiere cumplir con normativas sanitarias y logísticas que aseguren la calidad y la seguridad del producto, así como el cumplimiento de los requisitos internacionales. Se detallan los requisitos básicos adecuados que permiten cumplir con las normas de inocuidad para poder acceder a mercados globales, garantizando la satisfacción del cliente y la confianza en el producto exportado.

Infraestructura

- Deben ser superficies de concreto lisas, sin fisuras ni grietas.
- Contar con sistemas de drenaje y/o desagües.
- Estar construidos con materiales impermeables para prevenir la acumulación de agua, y ser pintados con recubrimientos aptos para contacto con alimentos.

Paredes

- Deben ser superficies sin grietas ni poros.
- La superficie debe ser impermeable y resistentes.
- Se debe colocar mallas en las aberturas para evitar el acceso de insectos.

Puertas y accesos

- Deben ser resistentes que eviten el ingreso de plagas y la disminución de temperatura al momento de abrir.
- Deben contar con pediluvio.
- Deben contar con señalización.
- Deben contar con sistemas de cortinas de aire.

Iluminación y ventilación

- La iluminación, ventanales y vidrios seguros para evitar la dispersión en caso de daño.
- La ventilación natural o mecánica.

Equipos de soporte

- Las mesas deben ser de acero inoxidable y resistentes que permitan su limpieza y desinfección.
- Tinas de lavado deben ser de acero inoxidable.

Accesorios de trabajo

- Equipo de protección personal (guantes, mascarillas, botas, overol)
- Balanzas
- Gavetas
- Pallets tratados
- Materiales de empaque

Procesos realizados en el centro de acopio

Lavado

- Las tinas de lavado deben estar limpias antes de comenzar el proceso.
- El agua debe cumplir con las normas microbiológicas y fisicoquímicas especificadas en la normativa nacional vigente (debe someterse a análisis físico, químico y microbiológico).
- Es necesario disponer de instalaciones adecuadas para almacenar, distribuir y eliminar el agua utilizada durante el manejo postcosecha.
- Se debe cambiar el agua de lavado al inicio de cada jornada y cuando se observe acumulación de suciedad o sólidos (se recomienda cada 4 horas).
- El agua debe someterse a un tratamiento que garantice la eliminación de contaminantes biológicos, químicos y físicos.
- Se debe asegurar que los niveles de desinfectante utilizados en el proceso de lavado sean adecuados y se mantengan según las especificaciones del producto.

Sopleteo

- El equipo de sopleteo debe estar en condiciones óptimas de funcionamiento.
- El personal debe usar el equipo adecuado para llevar a cabo este proceso.

Inspección

- El área de inspección debe mantenerse limpia en todo momento.
- Se debe contar con una mesa blanca (150 cm de largo, 70 cm de ancho y 80 cm de alto), fabricada en un material fácil de limpiar, y una lámpara que ilumine adecuadamente toda la superficie.

Empaque

- El área de empaque debe ser limpia y desinfectada antes de iniciar la operación.
- El personal debe utilizar el equipo de protección adecuado (guantes, cofia, mascarilla y mandil) durante todo el proceso.
- No se debe permitir el uso de joyas, manillas y el personal debe tener las uñas cortas y sin esmalte.
- Si no se utilizan guantes, el personal debe realizar un lavado y desinfección adecuada de las manos.
- Los materiales de empaque deben ser nuevos, limpios y libres de contaminantes.

Almacenamiento

- El área destinada al almacenamiento del producto terminado, los pallets y mallas para cubrir el producto deben garantizar la seguridad y la efectividad del proceso de empaque.
- El producto terminado debe estar sobre pallets y correctamente identificado con los siguientes datos: proveedor, acopiador, fecha de empaque, lote de producción, entre otros.

Zona de embarque

- La zona de embarque debe mantenerse limpia.
- La puerta de salida del producto hacia la exportación debe contar con una manga de malla de diámetro inferior a 1.6 mm, para facilitar la conexión entre el área de almacenamiento y el medio de transporte.

Transporte

- El transporte de la fruta desde el lugar de producción de la planta empacadora, y desde este al punto de salida del país (puerto, aeropuerto o paso fronterizo), debe realizarse en vehículos adecuados (furgones cerrados) exclusivamente destinados al transporte de productos alimenticios. Estos vehículos deben estar limpios, desinfectados y no contar con madera ni orificios que puedan permitir la entrada de contaminantes físicos o biológicos.
- El operador del transporte debe llevar un registro de las desinfecciones y limpiezas de los vehículos que transportan la fruta.

- Si lo requiere el protocolo, la fruta debe estar cubierta con malla anti-insectos con un diámetro menor a 1.6 mm durante su transporte, desde el sitio de producción hasta el centro de acopio, y desde este último hacia la naviera o agencia de carga.

Requerimientos generales

- El personal de la planta empacadora debe usar mandiles de diferentes colores, según el área en la que trabajen, para distinguir entre las zonas limpias y las sucias.
- El centro de acopio debe contar con un plan de mantenimiento y limpieza de las distintas áreas, respaldado por los registros de las actividades realizadas.
- Las actividades de limpieza y desinfección de los camiones que transportan el producto terminado deben ser registradas.
- Las gavetas y pallets utilizados en la recepción, lavado y empaque deben estar siempre limpios.
- Se debe implementar un control y monitoreo de plagas, con sus respectivos registros.

2.4. Análisis de factibilidad financiera

El análisis financiero es esencial para evaluar la viabilidad de diseñar y construir una planta empacadora de pitahaya. En este contexto, herramientas como el VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa Interna de Retorno) son fundamentales para determinar la rentabilidad y el tiempo de recuperación de la inversión. Mientras que el VAN calcula la rentabilidad de un proyecto al descontar los flujos futuros esperados, el TIR analiza la tasa de rentabilidad que iguala el valor presente de esos flujos con la inversión inicial, permitiendo evaluar el atractivo y la viabilidad económica de la planta empacadora. Ambos indicadores se complementan y son cruciales para tomar decisiones informadas sobre la inversión.

A continuación, la tabla 2 muestra los datos considerados para la elaboración del flujo de caja.

Tabla 2. Datos para el flujo de caja

Producción actual[cajas/hora]		100
cajas extras [cajas/hora]		**100**
Horas de operación		8 [h/día], 20 [días/mes], 12 [meses/año]
Ventas al año [cajas]		200.640
Merma de lo vendido		5%
Precio inicial [$/caja]	$	13,00
Crecimiento de volumen anual		25%
Crecimiento en precio anual		
Materia prima (% del precio inicial de caja)		50%
Gastos de seguridad (guardianía) anual	$	15.000,00

Gastos indirectos de operación	$	90.000,00
Mano de obra inicial	$	50.000,00
Incremento de mano de obra (anual)		1%
Energía	$	2.000,00
Incremento de energía (anual)		2%
Mantenimiento de maquinarias	$	20.000,00
Sueldo de jefe de Planta	$	2.500,00
asistente administrativa	$	750,00
Sueldo de Asistente de producción	$	705,00
Sueldos de Supervisores de producción	$	1.800,00
Sueldos de operadores de producción (35)	$	21.150,00
Gastos administrativos anuales	$	322.860,00
Gastos de exportación avión anual	$	768.000,00
Gastos de exportación barco anual	$	288.000,00
incremento anual gastos de exportación		2%
Compra de maquinaria (inversión inicial)	$	150.000,00
Depreciación de maquinaria [años]		10
Construcción de la planta (inversión inicial)	$	300.000,00
Compra del terreno (inversión inicial)	$	150.000,00
Gastos de constitución	$	10.000,00
Financiamiento		
Capital de trabajo	$	10.000,00
Nec. Capital de trabajo neto		*10%*
Préstamo bancario (50% Inversión inicial)	$	305.000,00
Tasa de interés mensual		12%
Periodo [años]		5
TMAR		20,00%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el flujo de caja la cual es una herramienta financiera clave para evaluar la liquidez de un proyecto, como la construcción y operación de una planta empacadora de pitahaya. Su objetivo principal es proporcionar una visión detallada de las entradas y salidas de efectivo durante un período determinado, lo que permita gestionar de manera efectiva los recursos disponibles. A diferencia de otros análisis financieros, el flujo de caja se enfoca en la capacidad del proyecto para generar efectivo en el corto plazo, asegurando que la planta pueda operar sin inconvenientes de liquidez y facilitando la toma de decisiones sobre futuras inversiones o ajustes operativos

Tabla 3. Flujo de caja

Flujo de caja proyectado

	0	1	2	3	4	5
Unidades de cajas de pitahaya		200.640,00	250.800,00	313.500,00	391.875,00	489843,75
Precio de cajas de pitahaya		$13,00	$13,00	$13,00	$13,00	$13,00
Ventas		$2.608.320,00	$3.260.400,00	$4.075.500,00	$5.094.375,00	$6.367.968,75
(-) Costo de ventas		$1.371.160,00	$1.697.740,00	$2.105.795,00	$2.615.742,55	$3.253.054,58
Materia prima		$1.304.160,00	$1.630.200,00	$2.037.750,00	$2.547.187,50	$3.183.984,38
Mano de obra inicial		$50.000,00	$50.500,00	$51.005,00	$51.515,05	$52.030,20
Energía		$2.000,00	$2.040,00	$2.040,00	$2.040,00	$2.040,00
Depreciación de maquinaria		$15.000,00	$15.000,00	$15.000,00	$15.000,00	$15.000,00
(=) Utilidad Bruta en Ventas		$1.237.160,00	$1.562.660,00	$1.969.705,00	$2.478.632,45	$3.114.914,17
(-) Gastos operativos		$1.503.860,00	$1.524.980,00	$1.546.522,40	$1.568.495,65	$1.590.908,36
Gastos de seguridad		$15.000,00	$15.000,00	$15.000,00	$15.000,00	$15.000,00
Gastos indirectos de operación		$90.000,00	$90.000,00	$90.000,00	$90.000,00	$90.000,00
Gastos administrativos		$322.860,00	$322.860,00	$322.860,00	$322.860,00	$322.860,00
Gastos de exportación		$1.056.000,00	$1.077.120,00	$1.098.662,40	$1.120.635,65	$1.143.048,36
Gastos de mantenimiento de maquinaria		$20.000,00	$20.000,00	$20.000,00	$20.000,00	$20.000,00
(=) Utilidad Operativa		$-266.700,00	$37.680,00	$423.182,60	$910.136,80	$1.524.005,81
(+/-) Ingresos / Gastos no operat.		$-22.886,84	$-18.849,43	$-14.299,97	$-9.173,53	$-3.396,93
Intereses financieros		$22.886,84	$18.849,43	$14.299,97	$9.173,53	$3.396,93
(=) Utilidad antes imptos. Y PT		$-243.813,16	$56.529,43	$437.482,57	$919.310,33	$1.527.402,74
(-) 15% Part. Trabajadores		$-36.571,97	$8.479,41	$65.622,39	$137.896,55	$229.110,41

(=) Utilidad antes impuestos		$ -207.241,19	$48.050,02	$371.860,19	$781.413,78	$1.298.292,33
(-) Impuesto a la Renta (25%)		$-51.810,30	$12.012,50	$92.965,05	$195.353,45	$324.573,08
(=) Utilidad Neta		$-155.430,89	$36.037,51	$278.895,14	$586.060,34	$973.719,25
(+)Depreciación		$15.000,00	$15.000,00	$15.000,00	$15.000,00	$15.000,00
(-) Capital de trabajo	$10.000,00	$28.896,00	$32.952,48	$38.403,18	$45.551,05	
(-) Compra de terreno	$150.000,00					
(-) Compra de maquinaria	$150.000,00					
(-) Construcción de la planta	$300.000,00					
(-) Gastos de constitución	$10.000,00					
(+) Recuperación de Cap. Trabajo						$155.802,71
(+)Préstamo	$205.000,00					
(-) Amort. Capital		$31.834,50	$35.871,91	$40.421,37	$45.547,81	$51.324,41
(=) Flujo de caja	$-415.000,00	$ -201.161,39	$ -17.786,88	$215.070,59	$509.961,48	$1.093.197,55
VAN	$214.737,73					
TIR	29,48%					

Fuente: Elaboración propia

El análisis financiero realizado sobre el proyecto de la planta empacadora de pitahaya muestra resultados positivos en términos de rentabilidad y rentabilidad económica. Con un VAN de **$214.737,73** es decir este valor es una holgura financiera para el proyecto. Genera un valor positivo, lo que indica que la inversión es rentable y supera el costo de oportunidad. Además, con una TIR de **29.48%**, superior a la TMAR de **20%**, se confirma que la tasa interna de retorno es atractiva y garantiza que el proyecto ofrecerá un retorno superior al mínimo requerido, asegurando su viabilidad financiera y el éxito a largo plazo.

CAPÍTULO 3

3 RESULTADOS

3.1 Diagnóstico del estado actual de la planta

La actual planta empacadora en la que el cliente realiza su proceso cuenta con los siguientes datos:

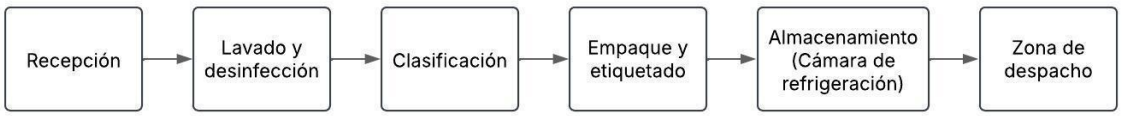
Tabla 4. Datos actuales de la planta

Datos operativos	Mediciones
Producción actual por semana [toneladas/mes]	80
Tiempo de lavado [segundos/fruta]	24.6
Tiempo de clasificación [segundos/fruta]	7
Tiempo de empaque [segundos/fruta]	8.33
Tiempo de embarque por contenedor [horas]	3
Porcentaje de rechazo de fruta [%]	8

Fuente: Elaboración propia

3.1.1 Diagrama de flujo

Figura 1. Diagrama de flujo actual de la planta



Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Puntos críticos del proceso:

- ✓ Todas las etapas del proceso actual son manuales.
- ✓ Área de recepción y área de lavado no cuentan con la climatización adecuada
- ✓ Tiempo de lavado de fruta depende de la habilidad del operario
- ✓ Fruta con restos de humedad luego del lavado
- ✓ Material de empaque en contacto con el piso
- ✓ Tiempo excesivo de embarque del producto en los contenedores

3.2 Diseño de la nueva planta utilizando la metodología SLP

El procedimiento para implementar la metodología se basa en los siguientes parámetros:

3.2.1 Etapa de análisis

3.2.1.1 Flujo de materiales: de acuerdo con el objetivo planteado de 150 toneladas/mes, las unidades de producción anuales consideradas son de 1800 toneladas.

3.2.1.2 Relaciones entre actividades

Tabla 5. Valores de relaciones entre actividades

Valor	Relación	Valor
A	Absolutamente necesario	4
E	Especialmente necesario	3
I	Importante	2
O	Cercanía ordinaria OK	1
U	No importante	0

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.3 Diagrama de relaciones

Tabla 6. Relaciones entre actividades

	Departamentos	Recepción	Lavado y desinfección	Clasificación	Empaque y etiquetado	Inspección fitosanitaria	Cámara de refrigeración	Zona de despacho	Bodega de insumos	Vestidores/Baños	Pediluvio	Oficinas administrativas	TOTAL
1	Recepción		4	1	1	1	0	0	0	3	3	3	16
2	Lavado y desinfección			4	1	1	1	1	0	4	4	0	**20**
3	Clasificación				4	3	1	1	0	0	0	0	14
4	Empaque y etiquetado					4	3	1	4	0	0	0	18
5	Inspección fitosanitaria						4	1	0	0	0	0	14
6	Cámara de refrigeración							4	0	0	0	0	13
7	Zona de despacho								2	0	0	1	11
8	Bodega de insumos									0	0	0	6
9	Vestidores/Baños										4	0	11
10	Pediluvio											0	11
11	Oficinas administrativas												4

Fuente: Elaboración propia

Se identifica que el departamento con el mayor flujo es el área de lavado y desinfección.

3.2.1.4 Requerimientos de espacio

Tabla 7. Áreas requeridas del diseño

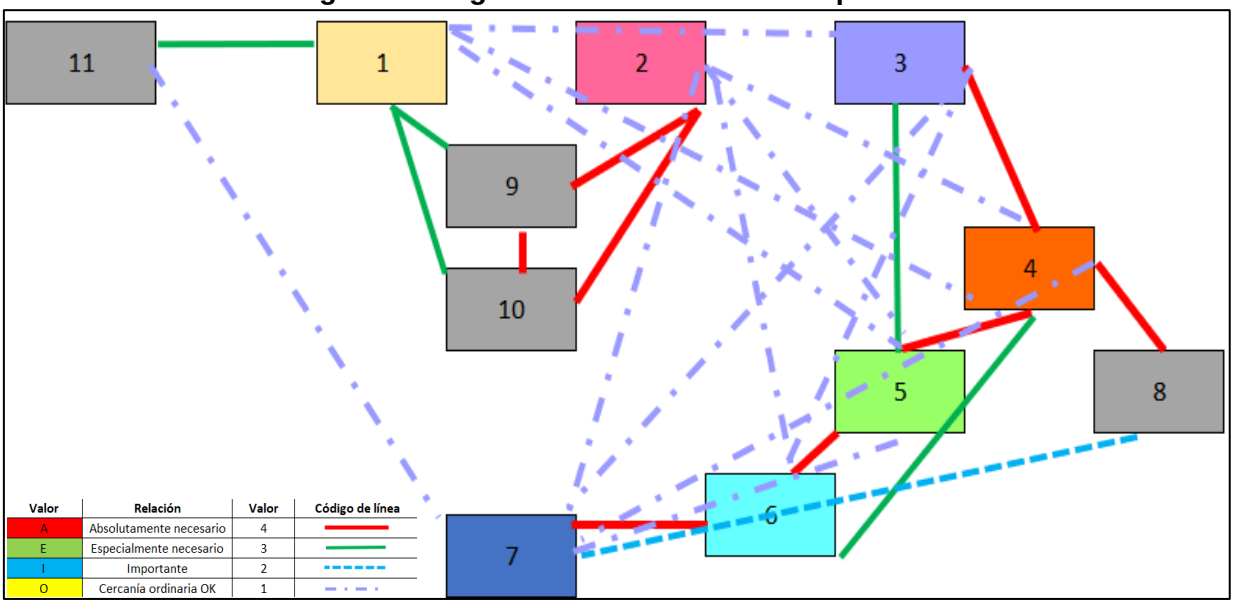
		Área [m2]	Bloques
1	Recepción	60	1
2	Lavado y desinfección	90	1
3	Clasificación	90	1
4	Empaque y etiquetado	100	1
5	Inspección fitosanitaria	20	1
6	Cámara de refrigeración	100	1
7	Zona de despacho	80	1
8	Bodega de insumos	20	1
9	Vestidores/Baños	10	1
10	Pediluvio	10	1
11	Oficinas administrativas	20	1
	TOTAL	600	
One grid= 10x10 = 100 m2			

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Etapa de búsqueda

3.2.2.1 Diagrama de relaciones de espacio

Figura 2. Diagrama de relaciones de espacio



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2 Modificaciones

El proceso es lineal por lo que las áreas de producción serán ajustadas de tal manera que el flujo de las unidades producidas se relacione entre sí de acuerdo con lo establecido en el diagrama de relaciones de espacio realizado.

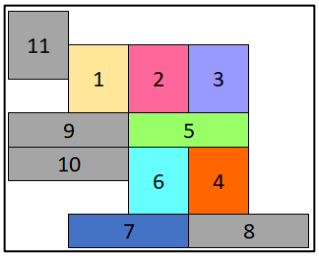
3.2.2.3 Limitaciones prácticas

En el diseño propuesto se debe considerar una futura expansión, por lo que las áreas de lavado, empaque y cámara de refrigeración deben ser ubicadas de tal manera que sea posible duplicar el espacio disponible para una mayor capacidad de producción.

Debido a la actividad comercial y para asegurar que se cumplan los estándares de calidad se debe prevenir todo posible riesgo de contaminación cruzada entre las áreas de producción y auxiliares.

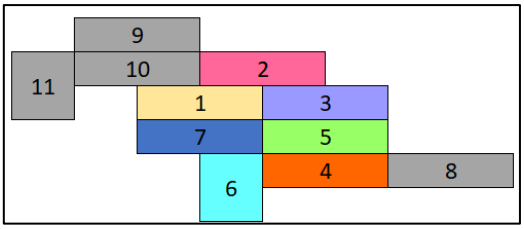
3.2.3 Desarrollo de alternativas

Figura 3. Alternativa 1



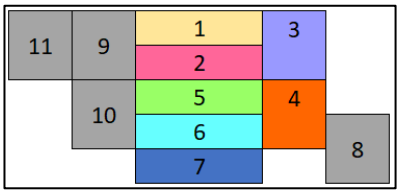
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Alternativa 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Alternativa 3



Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Etapa final de selección

Tabla 8. Evaluación de eficiencia alternativa 1

Efectividad total	7596
Flujo total	9252
Eficiencia (%)	**82.10**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Evaluación de eficiencia alternativa 2

Efectividad total	5940
Flujo total	9252
Eficiencia (%)	**64.20**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Evaluación de eficiencia alternativa 3

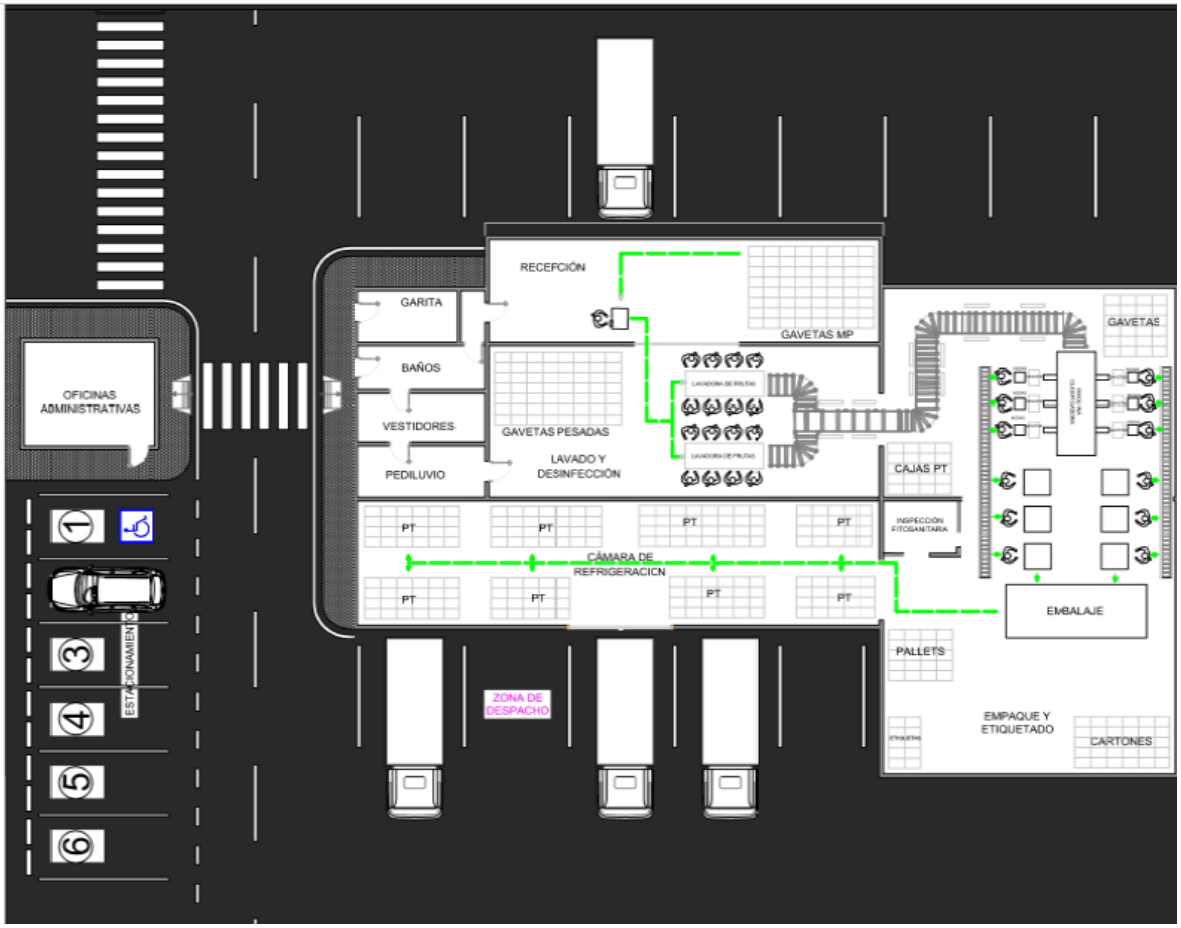
Efectividad total	9252
Flujo total	9252
Eficiencia (%)	**100**

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados de eficiencia se identifica que la alternativa 3 es la óptima para el diseño de la nueva planta empacadora de pitahaya.

3.2.5 Diseño de la nueva propuesta

Figura 6. Diseño de la propuesta en AUTOCAD



Fuente: Elaboración propia

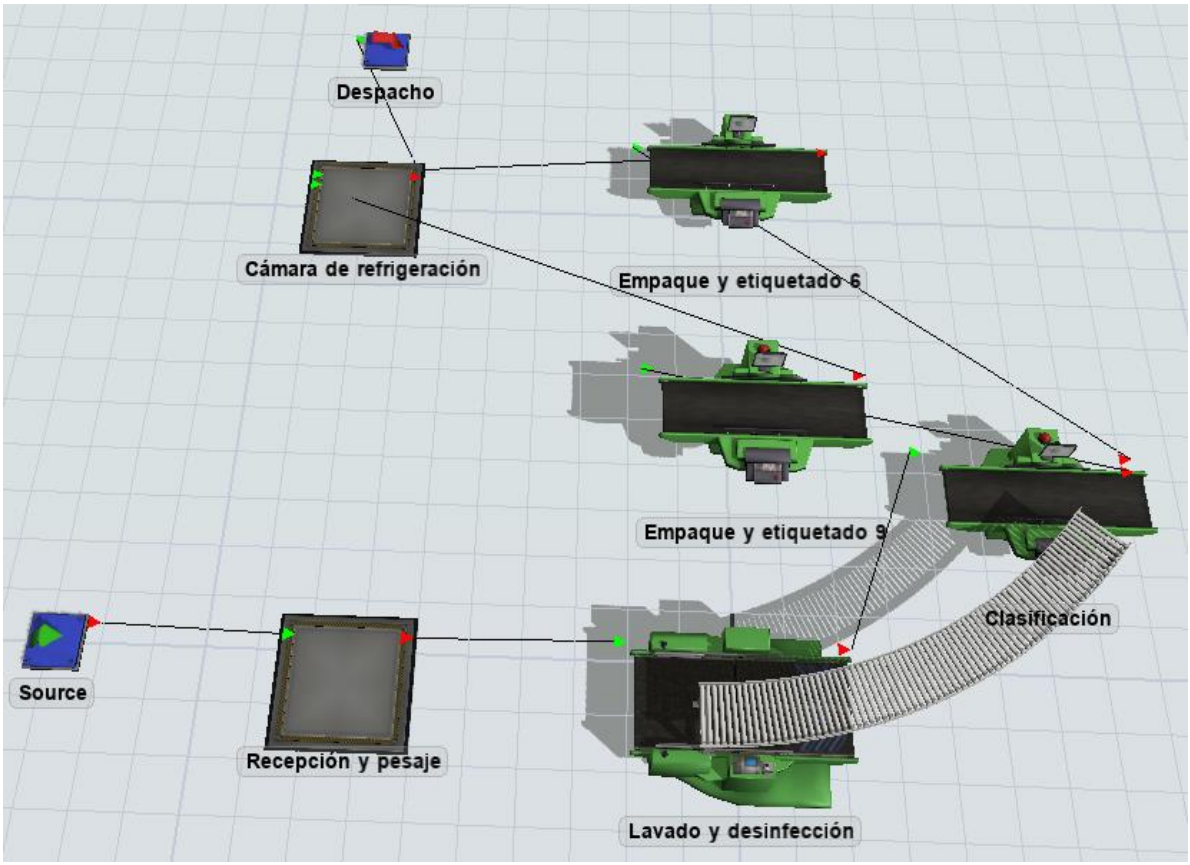
3.3 Simulación en FlexSim

La viabilidad del diseño es evaluada realizando la simulación en FlexSim del proceso actual y de la nueva propuesta, de esta manera se podrá verificar el aumento en la capacidad de producción con la nueva distribución propuesta

Consideraciones para la simulación del proceso actual:

- ✓ Producción actual: 80 toneladas/mes
- ✓ Se consideran 22 días al mes de trabajo, con jornadas de 8 horas de trabajo
- ✓ El peso promedio de una fruta es de 0.75 kg
- ✓ Tiempos de proceso por áreas reportados en la Tabla 2
- ✓ La producción esperada de la simulación es de frutas/día

Figura 7. Simulación del proceso actual

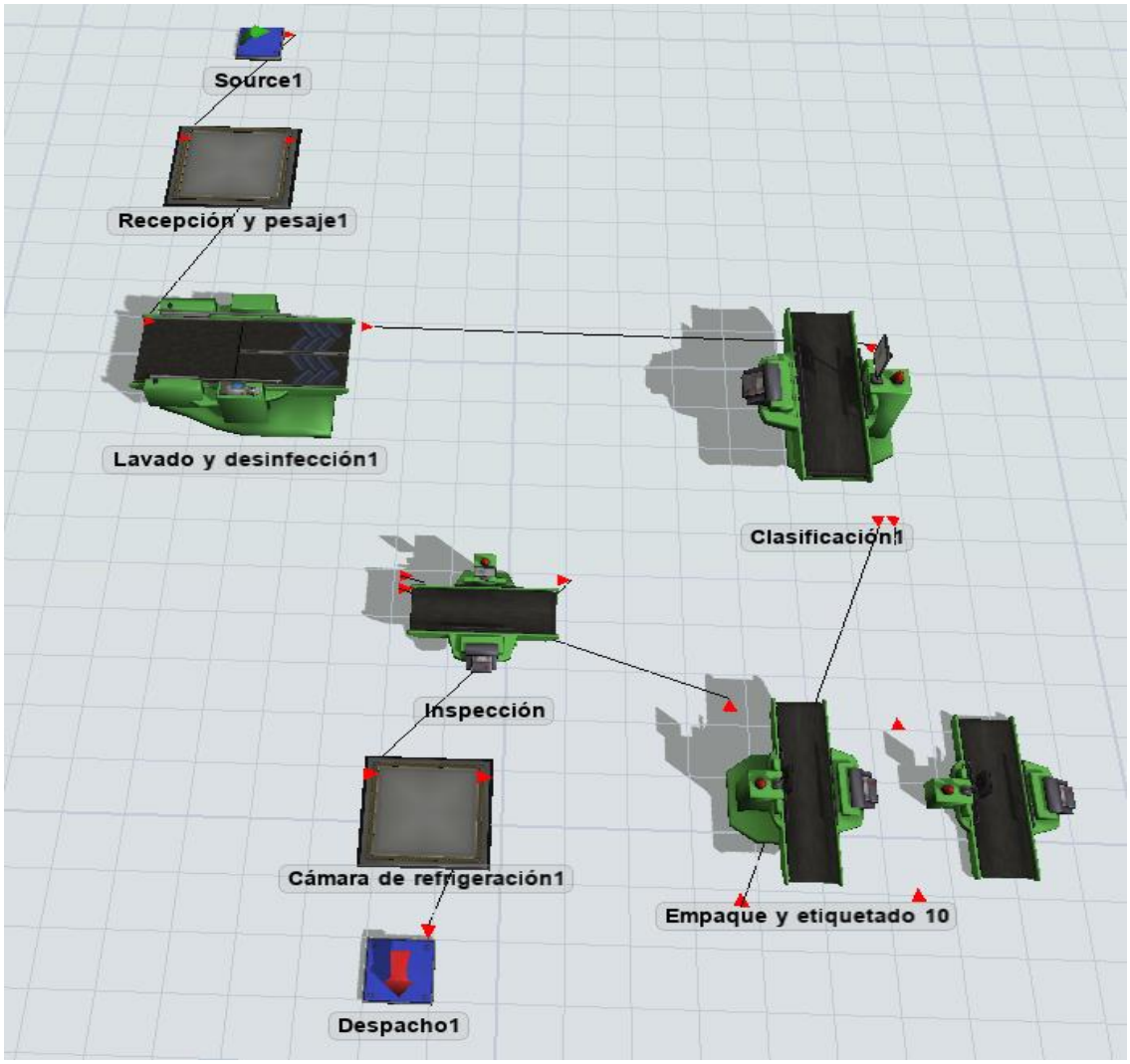


Fuente: Elaboración propia

Simulación de la propuesta del diseño utilizando la metodología SLP:

- ✓ Producción esperada: 150 toneladas/mes
- ✓ Se consideran 22 días al mes de trabajo, con jornadas de 8 horas de trabajo
- ✓ El peso promedio de una fruta es de 0.75 kg
- ✓ Se consideran los tiempos por equipo indicados en el análisis de factibilidad técnica (disponibilidad de equipos para cada área)
- ✓ Se añade el área de “Inspección fitosanitaria” para evaluar la calidad del producto previo a ser almacenado en la cámara de refrigeración.

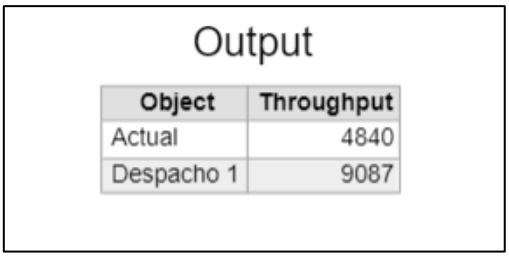
Figura 8. Simulación de la propuesta del nuevo diseño



Fuente: Elaboración propia

Con el valor de la producción actual y esperada por mes, la simulación fue realizada evaluando la capacidad de proceso por día y por fruta, para el caso actual se esperaba un estimado de 4848 frutas por día y para el caso propuesto 9091 frutas por día, una vez realizadas las simulaciones los resultados fueron favorables de acuerdo con lo que se observa en la Figura 9.

Figura 9. Resultados de la simulación en FlexSim



Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Resultados de la simulación

Proceso	Producción [frutas/día] FlexSim	Producción [toneladas/mes] FlexSim	Producción actual y esperada [toneladas/mes]	% error
Actual	4841	79.87	80	0.175
Propuesta	9088	149.95	150	0.040

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El diseño de la nueva planta empacadora de pitahaya, basado en la metodología Systematic Layout Planning (SLP), permitió optimizar el flujo de procesos, reduciendo tiempos de operación e incrementando la capacidad en 150 toneladas/mes.

- La evaluación del estado actual evidenció cuellos de botella y desperdicios en los procesos de lavado y empaque, lo que generaba que no se pueda incrementar la capacidad con los recursos que se tienen. A demás un mayor riesgo de contaminación cruzada por no contar con protocolos de calidad. La nueva distribución planteada corrige estas deficiencias, asegurando un mejor desempeño operativo.

- Se validó que el diseño de la planta cumple con las normativas sanitarias y de inocuidad alimentaria exigidas para la exportación de pitahaya, alineándose con estándares internacionales como la NTE INEN 1529 y regulaciones de mercados de destino.

- La simulación de procesos permitió comprobar que la nueva distribución optimiza la capacidad operativa, minimiza los tiempos de traslado interno y reduce el desperdicio en la operación, incrementando la capacidad.

- Se determine que una correcta trazabilidad del producto dentro de la planta es fundamental para garantizar la calidad y seguridad de la pitahaya destinada a exportación. La implementación de un sistema estructurado de control de procesos contribuirá a la reducción de pérdidas y al cumplimiento de los requisitos de los clientes internacionales.

- La propuesta de mejora en la distribución y la incorporación del área de inspección fitosanitaria en el área de empaque facilita el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y reduce la probabilidad de contaminaciones microbiológicas, asegurando un producto final con los estándares de calidad requeridos.

4.2 Recomendaciones

- Implementar la nueva distribución de la planta siguiendo la metodología Systematic Layout Planning (SLP), asegurando que el flujo de procesos sea eficiente y minimice tiempos muertos y desplazamientos innecesarios.

- Incorporar un sistema de control de calidad y trazabilidad en cada etapa del proceso de empaque, permitiendo monitorear en tiempo real el cumplimiento de normativas sanitarias y la calidad del producto destinado a exportación.

- Capacitar continuamente al personal en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) e inocuidad alimentaria para reducir riesgos de contaminación y garantizar el manejo adecuado de la fruta durante el proceso de empaque.

- Evaluar la adquisición de tecnología especializada para la clasificación y selección de pitahaya, lo que permitirá reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia operativa de la planta.

- Realizar auditorías periódicas para verificar el cumplimiento de normativas como NTE INEN 1529 y regulaciones internacionales, asegurando que la fruta mantenga los estándares requeridos para exportación.

- Implementar un programa de mantenimiento preventivo en equipos y áreas clave de la planta para evitar interrupciones en la producción y garantizar la continuidad operativa.

- Optimizar la logística de almacenamiento y despacho para asegurar que la pitahaya se conserve en condiciones óptimas antes de su exportación, reduciendo pérdidas por deterioro.

- Explorar la posibilidad de certificaciones internacionales en inocuidad y calidad, como HACCP, para fortalecer la competitividad del producto en mercados internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

Barker (2017). The Engineer's Guide to Plant Layout and Piping Design for the Oil and Gas Industries. United Kingdom: Elsevier Science. p. 73

Irani (2020). Job Shop Lean: An Industrial Engineering Approach to Implementing Lean in High-Mix Low Volume Production Systems. United States: Taylor & Francis. Chp 8

Cuatrecasas Arbós (2021). Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible NE: Técnicas para la planificación y diseño de procesos mono y multiproducto con soporte informático.

Tompkins (2010). Facilities Planning. India: Wiley. p. 301-303

Shingo, S. (1988). Non-stock production: The Shingo system for continuous improvement. Productivity Press.