



*Análisis de localización y diseño de una planta deshidratadora de frutas en la zona 3 de Ecuador*

*Analysis of the location and design of a fruit dehydration plant in Zone 3 of Ecuador*

*Análise da localização e projeto de uma fábrica de desidratação de fruta na Zona 3 do Equador*

Daniel Emiliano Hidalgo-Pumagualle <sup>I</sup>

[daniel.hidalgo@epoch.edu.ec](mailto:daniel.hidalgo@epoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0003-7562-0669>

María Lorena Villacrés-Pumagualle <sup>II</sup>

[marial.villacres@epoch.edu.ec](mailto:marial.villacres@epoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-5909-9629>

**Correspondencia:** [daniel.hidalgo@epoch.edu.ec](mailto:daniel.hidalgo@epoch.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

**\* Recibido:** 07 de abril de 2025 **\*Aceptado:** 14 de mayo de 2025 **\* Publicado:** 02 de junio de 2025

I. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

## Resumen

En la zona 3 de Ecuador en la etapa de postcosecha existe una pérdida significativa de productos agrícolas específicamente de frutas ya que estas no son aprovechadas por los consumidores y provoca que sean desechadas en los botaderos, por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue determinar la localización y la distribución interna de una planta deshidratadora de frutas en la zona 3 de Ecuador, la metodología aplicada dentro de este estudio fue el enfoque cuantitativo ya que se centró en las mediciones numéricas para la recolección de datos y el análisis de los mismos, dentro del desarrollo de la investigación se utilizaron 3 métodos de localización (método de factores ponderados, método de centro de gravedad y método de Brown y Gibson) y 3 métodos de distribución de planta (distribución de planta por proceso, distribución de planta por producto y la planificación sistemática de la distribución en planta), mediante la metodología se determinó que la mejor localización para la planta deshidratadora de frutas y una propuesta de la planta con modelado 3D en Flexsim sería dentro de la zona 3 es la ciudad de Ambato ya que los resultados obtenidos en los 3 métodos evaluados concordaron en dicha ciudad, mientras que la distribución más óptima para la planta es la planificación sistemática de la distribución en planta (SLP) debido a que esta presentó un mejor desempeño tanto en los operarios así como en la maquinaria requerida para el proceso de elaboración de fruta deshidratada como snack, fruta deshidratada bañada en chocolate y té de frutas.

**Palabras claves:** Localización de planta; Simulación plantas industrial; Frutas Deshidratadas; Diseño; Modelado 3D.

## Abstract

In zone 3 of Ecuador in the post-harvest stage there is a significant loss of agricultural products specifically fruits since these are not used by consumers and causes them to be discarded in landfills, therefore, the objective of the present investigation was to determine the location and internal distribution of a fruit dehydrating plant in zone 3 of Ecuador, the methodology applied in this study was the quantitative approach since it focused on numerical measurements for data collection and analysis, within the development of the research 3 location methods were used (weighted factors method, center of gravity method and Brown and Gibson method) and 3 plant distribution methods (plant distribution by process, plant distribution by product and systematic planning of plant distribution), through the methodology it was determined that the best location

for the fruit dehydrating plant and a proposal for the plant with 3D modeling in Flexsim would be within zone 3 is the city of Ambato since the results obtained in the 3 methods evaluated They agreed in that city that the most optimal layout for the plant is systematic plant layout planning (SLP), as it yielded better performance for both the operators and the machinery required for the production process of dried fruit as a snack, chocolate-covered dried fruit, and fruit tea.

**Keywords:** Plant location; Industrial plant simulation; Dried fruit; Design; 3D modeling.

## Resumo

Na zona 3 do Equador na fase de pós-colheita existe uma perda significativa de produtos agrícolas especificamente frutas, uma vez que estas não são utilizadas pelos consumidores e fazem com que sejam descartadas em aterros sanitários, portanto, o objetivo da presente investigação foi determinar a localização e distribuição interna de uma planta desidratadora de frutas na zona 3 do Equador, a metodologia aplicada neste estudo foi a abordagem quantitativa, uma vez que se concentrou em medições numéricas para recolha e análise de dados, dentro do desenvolvimento da pesquisa foram utilizados 3 métodos de localização (método dos fatores ponderados, método do centro de gravidade e método de Brown e Gibson) e 3 métodos de distribuição de plantas (distribuição de plantas por processo, distribuição de plantas por produto e planeamento sistemático de distribuição de plantas), através da metodologia determinou-se que a melhor localização para a planta desidratadora de frutos e uma proposta para a planta com modelação 3D no Flexsim seria dentro da zona 3 é a cidade de Ambato, uma vez que os resultados obtidos nos 3 métodos avaliados Concordaram naquela cidade que o layout mais otimizado para a planta é o planeamento sistemático do layout da planta planta (SLP), pois produziu um melhor desempenho tanto para os operadores como para a maquinaria necessária para o processo de produção de frutos secos como lanche, frutos secos cobertos com chocolate e chá de frutas.

**Palavras-chave:** Localização de plantas; Simulação de plantas industriais; Frutas secas; Projeto; Modelação 3D.

## Introducción

En la actualidad en Ecuador el tema de la salud en conjunto con el consumo de productos orgánicos se ha puesto en auge, esta tendencia hacia lo natural ha motivado a nuevas oportunidades de

negocios, como lo es la deshidratación de frutas con el fin de mejorar y alargar la vida útil de las mismas, lo que implica tener acceso a mercados que se encuentran más lejanos dado que la deshidratación de alimentos facilita el transporte y el almacenamiento de estos.

Según (Palacios, et al., 2015) el deshidratado de alimentos presenta muchas ventajas en cuanto al empaque, manejo y durabilidad, por ello esta área de negocio posee un futuro muy prometedor para el sector agroindustrial en el Ecuador.

Las empresas de hoy en día necesitan sofisticarse de mejor manera, por lo tanto, las empresas deben esforzarse por lograr un proceso continuo de adaptación y desarrollo de acuerdo con sus objetivos. La ubicación óptima de la planta es una decisión importante desde la perspectiva de los proyectos de inversión ya que puede reducir los costos del proyecto y lograr una mayor rentabilidad, cabe destacar que también es importante tener un conocimiento claro en la distribución de la planta, ya que la disposición física de los elementos ayuda a la formación de un sistema de producción eficiente.

El objetivo principal de la presente investigación es determinar la localización y la distribución interna de una planta deshidratadora de frutas en la zona 3 de Ecuador y como objetivos secundarios son, evaluar 3 métodos de localización para encontrar la mejor ubicación de la planta deshidratadora de frutas, aplicar 3 métodos de distribución para detectar la disposición física de los recursos dentro de la planta deshidratadora de frutas y efectuar las distribuciones de la planta deshidratadora de frutas en el simulador Flexsim para determinar la más eficiente.

## **Marco teórico**

### **Localización de plantas**

Según (Carro, et al., 2012, p.1) la relevancia de la localización de plantas industriales radica en identificar y elegir el sitio más adecuado para dicha planta, de manera que esto genere el desarrollo de las actividades de la empresa y disminuya los costos de producción. Como menciona (Barragan, et al., 2010, p.31) una de las decisiones más significativas dentro de un proyecto de inversión es la localización ya que esta se refiere al sitio donde se establecerá la planta industrial y por tanto donde se llevará a cabo la actividad productiva, es decir que el objetivo de la localización es minimizar los costos y maximizar los beneficios, lo que genera una mayor rentabilidad de las operaciones.

## **Distribución en plantas**

La distribución en planta hace referencia a la disposición óptima de maquinarias, equipos y los departamentos de trabajo, con la finalidad de alcanzar la máxima coordinación y eficiencia dentro de la planta industrial. Según (Barragan, et al., 2010, p.37) existen varios tipos de distribuciones en planta que se utilizan en distintas industrias y buscan alcanzar diferentes objetivos. La implementación de estos métodos proporciona diversos beneficios y ventajas competitivas a las empresas que los adoptan.

## **Modelado 3D**

El desarrollo de las nuevas tecnologías a través de programas permita simular el 3D, esto se logra mediante la creación de objetos en los que se puede visualizar el alto, ancho y profundidad de este, que junto a fórmulas matemáticas creadas por el computador permite aplicar distintos elementos para obtener un producto más estético y lo real posible al objeto primario del cual se toma referencia para el modelado.

Ortega (2016) afirma que software de modelado 3D, podemos representar objetos en tres dimensiones. Mas específicamente, modelar es el proceso de creación de una representación matemática de superficies utilizando geometría. El resultado generado se conoce como un modelo 3D, este se puede representar de dos maneras: en pantalla como una imagen bidimensional a través de un proceso conocido como 3D Rendering o bien como objetos físicos, a través de una impresora 3D o herramienta fabricación por control numérico. (pág. 16)

## **Simulaciones 3D**

La simulación es la representación gráfica de algún proceso, sistema de producción o sistema real a través del tiempo, ya sea diseñada manualmente o en una computadora, la simulación compromete la generación de un historial artificial de un sistema y su observación para obtener inferencias relacionadas con las características operativas del sistema real (Banks, 2005).

FlexSim es un software que se ha consolidado como una herramienta notable para la simulación tridimensional de sistemas. Permite modelar, visualizar y analizar procesos mediante un entorno gráfico orientado a objetos, lo cual permite el diseño de todo un espacio u objetos, la optimización de recursos y la toma de decisiones basada en datos simulados. Su interfaz es fácil de usar al ser intuitiva y versátil en sectores como la manufactura, la atención médica o la logística, lo convierten en un recurso ampliamente utilizado para el diseño de entornos no solo industriales, sino también académico. (FlexSim Software Products, Inc., 2024).

## **Metodología de la investigación**

### **Enfoque de la investigación**

Esta investigación tuvo un enfoque del tipo cuantitativo ya que se concentró en las mediciones numéricas, utilizando la observación del proceso en forma de recolección de datos y se los analizó para llegar a responder las preguntas de investigación y dicho sea de paso este enfoque utilizó los análisis estadísticos.

### **Tratamientos y diseño experimental**

Esta investigación no requirió el uso de tratamientos, sin embargo, se planteó evaluar 3 métodos diferentes de localización y distribución.

#### **Métodos de localización:**

- Método de factores ponderados.
- Centro de gravedad.
- Método de Brown y Gibson.

#### **Métodos de distribución:**

- Distribución por proceso
- Distribución por producto
- Distribución SLP

## **Resultados y discusión**

### **Método de factores ponderados**

En este método se tomó en cuenta 4 factores de localización que son:

- Disponibilidad de materia prima
- Disponibilidad de mano de obra
- Transporte
- Servicios básicos

Para obtener la importancia relativa de cada factor se realizó encuestas a 4 expertos uno por cada localidad (Latacunga, Ambato, Riobamba, Puyo) y se tabuló los resultados como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 1:** Calificación de factores de localización

| Calificación de los factores    |    |    |    |    |       |              |      |
|---------------------------------|----|----|----|----|-------|--------------|------|
| Factores                        | C1 | C2 | C3 | C4 | Total | Porcentaje % | I.R  |
| Disponibilidad de materia prima | 10 | 9  | 9  | 8  | 36    | 28,57        | 0,29 |
| Disponibilidad de mano de obra  | 9  | 8  | 7  | 8  | 32    | 25,40        | 0,25 |
| Transporte                      | 7  | 6  | 8  | 9  | 30    | 23,81        | 0,24 |
| Servicios básicos               | 8  | 7  | 6  | 7  | 28    | 22,22        | 0,22 |
| $\Sigma TOTAL$                  |    |    |    |    | 126   | 100          | 1    |

*Elaborado por: Los autores*

**C1:** Calificación de Riobamba

**C2:** Calificación de Ambato

**C3:** Calificación de Latacunga

**C4:** Calificación de Puyo

**I.R:** Importancia relativa

Luego de tener la importancia relativa de cada uno de los factores y las calificaciones de las ciudades se procede a realizar el método de factores ponderados.

**Tabla 1:** Método de factores ponderados

| Método de factores ponderados   |      |          |       |        |       |           |       |      |       |
|---------------------------------|------|----------|-------|--------|-------|-----------|-------|------|-------|
| Factores                        | I.R  | Riobamba |       | Ambato |       | Latacunga |       | Puyo |       |
|                                 |      | Cal.     | Total | Cal.   | Total | Cal.      | Total | Cal. | Total |
| Disponibilidad de materia prima | 0,29 | 8        | 2,32  | 9      | 2,61  | 9         | 2,61  | 7    | 2,03  |
| Disponibilidad de mano de obra  | 0,25 | 7        | 1,75  | 8      | 2     | 7         | 1,75  | 7    | 1,75  |
| Transporte                      | 0,24 | 7        | 1,68  | 7      | 1,68  | 7         | 1,68  | 6    | 1,44  |
| Servicios básicos               | 0,22 | 7        | 1,54  | 8      | 1,76  | 6         | 1,32  | 6    | 1,32  |

|       |   |      |      |      |      |
|-------|---|------|------|------|------|
| Total | 1 | 7,29 | 8,05 | 7,36 | 6,54 |
|-------|---|------|------|------|------|

*Elaborado por: Los autores*

Conforme a lo que menciona (Baca, 2013, p. 110), en el método factores ponderados una vez realizada la sumatoria total de cada sitio, se escogió el valor con mayor puntuación, por lo que en este caso la mejor opción de localización para la planta deshidratadora de frutas es la ciudad de Ambato con un valor de 8,05%, siendo este el valor más alto obtenido en el método aplicado según como consta en la tabla 2.

### **Método de centro de gravedad**

**Tabla 2:** Método del centro de gravedad

| Ciudades  | Longitud (x) | Latitud (y) | Carga (Wi) | Dix*Vi       | Diy*Vi    |
|-----------|--------------|-------------|------------|--------------|-----------|
| Riobamba  | -78,656835   | -1,663545   | 13         | -1022,538851 | -21,62609 |
| Ambato    | -78,656639   | -1,257058   | 16         | -1258,506216 | -20,11292 |
| Latacunga | -78,623325   | -0,933974   | 14         | -1100,726544 | -13,07563 |
| Puyo      | -78,033782   | -1,486952   | 12         | -936,4053864 | -17,84343 |

*Elaborado por: Los autores*

**X:** Longitud

**Y:** Latitud

**Wi:** Carga

**Dix:** Distancia en términos de la coordenada en X

**Diy:** Distancia en términos de la coordenada en Y

Para este método se seleccionó cuatro posibles ubicaciones de que son, Riobamba, Ambato, Latacunga y Puyo, por consiguiente, con la ayuda de la herramienta Google Maps se recolectó las coordenadas de las ciudades mencionadas anteriormente y mediante la encuesta realizada a los transportistas se obtuvo los datos sobre la carga (embarques de frutas al mes). Luego se realizó la multiplicación de la longitud por la carga, latitud por la carga, para obtener la distancia en términos de la coordenada (x) y la distancia en términos de la coordenada (y) según muestra la tabla 3.

Una vez obtenido estos datos se realizó la sumatoria total de la carga para las distancias tanto del eje (x) y del eje (y).

Con los datos obtenidos se procedió a la aplicación de la fórmula para obtener la coordenada en el eje x:

$$Cx = \frac{\sum iDix * Wi}{\sum i Wi}$$

$$Cx = \frac{-4318,17700}{55}$$

$$Cx = -78,512309$$

Después realizamos el cálculo de la coordenada en el eje y:

$$Cy = \frac{\sum iDiy * Wi}{\sum i Wi}$$

$$Cy = \frac{-72,65807}{55}$$

$$Cy = -1,321056$$

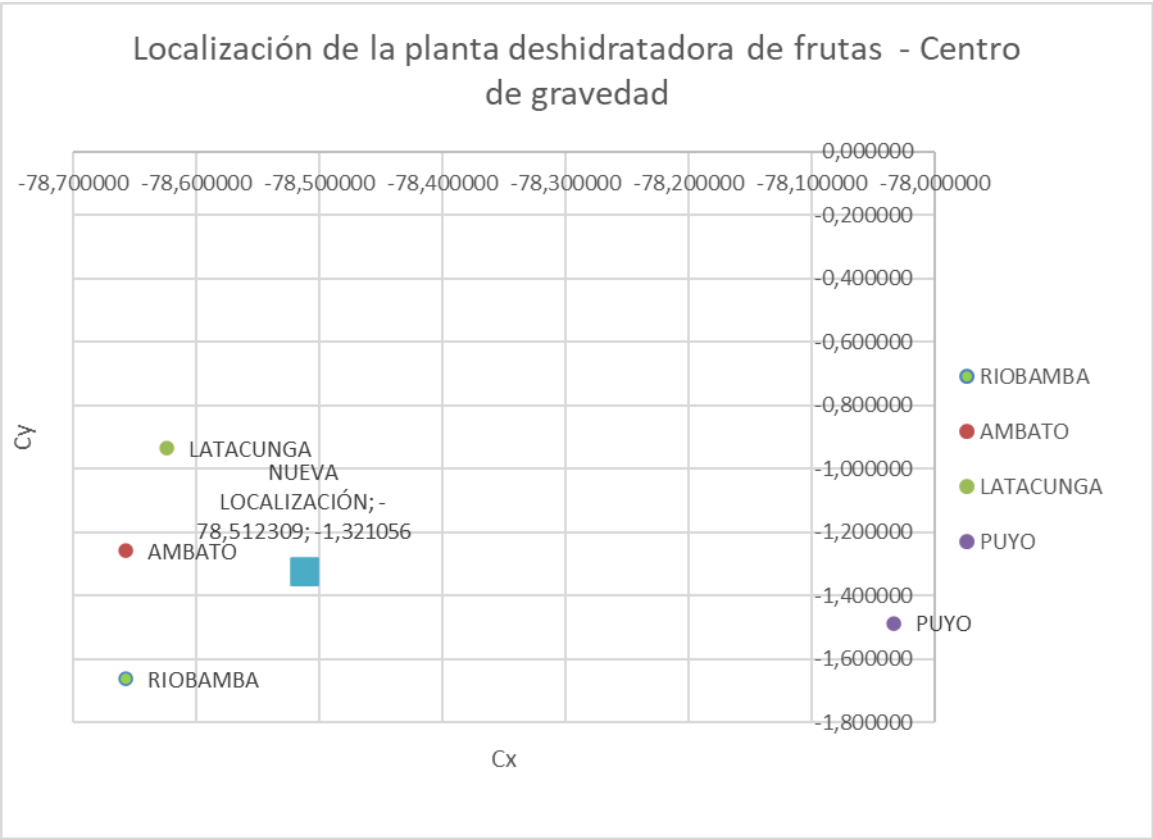
Coordenadas de la nueva localización:

**Cx=** -78,512309

**Cy=** -1,321056

Una vez obtenidas las coordenadas de la nueva localización, se graficó las coordenadas en el plano cartesiano.

***Ilustración 1:** Localización de la planta deshidratadora aplicando el método del centro de gravedad.*



Elaborado por: Los autores

Como menciona (Carro, et al., 2012, p. 15) el método de centro de gravedad permitió establecer la mejor ubicación de una planta industrial a través del emplazamiento geográfico de los puntos, minimizando los costos de envío para el mejor beneficio propio de la empresa.

**Método de Brown y Gibson**

Para la localización de la planta deshidratadora de frutas se tomó en cuenta los factores objetivos como son la mano de obra, materia prima y transporte, de los cuales se obtuvo las siguientes valoraciones:

**Tabla 4:** Costos mensuales de la planta deshidratadora

| Costos mensuales (Miles) |              |               |            |
|--------------------------|--------------|---------------|------------|
| Ciudades                 | Mano de obra | Materia prima | Transporte |
| Riobamba                 | 4,395        | 46            | 0,40       |
| Ambato                   | 4,395        | 47            | 0,32       |

|           |       |    |      |
|-----------|-------|----|------|
| Latacunga | 4,395 | 44 | 0,40 |
| Puyo      | 4,395 | 51 | 0,40 |

*Elaborado por: Los autores*

Según la tabla 4, de costos mensuales de la planta deshidratadora, el costo de la mano de obra, en las cuatro ciudades es el mismo, mientras que para el costo de la materia prima el valor más alto es en la ciudad del Puyo a diferencia de las otras ciudades. Considerándose también como elementos de análisis los factores subjetivos clima, cultura, vivienda y educación, los expertos dieron una valoración de  $K = 0,75$ .

Primero se asignó un valor relativo a cada factor objetivo (FO) en cada localización y se calculó su peso.

*Tabla 5: Cálculo del peso de los factores objetivos para cada localización*

| Cosos mensuales (Miles) |              |               |            |        |       |      |
|-------------------------|--------------|---------------|------------|--------|-------|------|
| Ciudades                | Mano de obra | Materia prima | Transporte | Ci     | 1/Ci  | Foi  |
| Riobamba                | 4,395        | 47            | 0,40       | 51,795 | 0,019 | 0,32 |
| Ambato                  | 4,395        | 46            | 0,32       | 50,715 | 0,020 | 0,33 |
| Latacunga               | 4,395        | 44            | 0,40       | 48,795 | 0,020 | 0,34 |
| Puyo                    | 4,395        | 51            | 0,40       | 55,795 | 0,018 | 0,30 |
|                         |              |               |            |        | 0,060 | 1,00 |

*Elaborado por: Los autores*

**Ci:** Promedio de los costos

**Fo:** Factor objetivo

En la tabla 5, del cálculo del peso de los factores objetivos para cada localización, Riobamba tiene un peso del 0.32, Ambato el 0.33, Latacunga el 0.34 y Puyo el 0.30. Una vez asignados los valores a los factores objetivos (FO), luego se estimó el valor relativo para cada factor subjetivo (FS).

*Tabla 6: Cálculo del valor relativo de los factores subjetivos*

| Fact. Subjetivos | Experto 1 | Experto 2 | Experto 3 | Experto 4 | Suma total | Wi   |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------|
| Clima            | 1         | 1         | 1         | 1         | 4          | 0,33 |
| Vivienda         | 1         | 1         | 1         | 1         | 4          | 0,33 |
| Educación        | 1         | 0         | 1         | 1         | 3          | 0,25 |
| Cultura          | 0         | 1         | 0         | 0         | 1          | 0,08 |
|                  |           |           |           |           | 12         | 1,00 |

*Elaborado por: Los autores*

### **Wi:** Peso

Según la tabla 6, del cálculo del valor relativo de los factores subjetivos, se obtuvieron un valor en peso para el clima de 0.33, para vivienda el 0.33, para educación el 0.25 y para cultura el 0.08, siendo el peso total de 1. Una vez obtenidos los valores relativos de cada factor subjetivo y los valores del índice de importancia relativa de los factores subjetivos para cada ciudad se realizó la multiplicación y sumatoria de los mismos para obtener un valor general de factor subjetivo de las diferentes ciudades.

- $F_s (\text{Riobamba}) = 0.33 (0.27) + 0.33 (0.33) + 0.25 (0.33) + 0.08 (0.33) = 0.30$
- $F_s (\text{Ambato}) = 0.33 (0.36) + 0.33 (0.33) + 0.25 (0.44) + 0.08 (0.33) = 0.36$
- $F_s (\text{Latacunga}) = 0.33 (0.18) + 0.33 (0.11) + 0.25 (0.11) + 0.08 (0.22) = 0.14$
- $F_s (\text{Puyo}) = 0.33 (0.18) + 0.33 (0.22) + 0.25 (0.11) + 0.08 (0.11) = 0.16$

Finalmente se combinó los factores objetivos y subjetivos asignándoles una ponderación relativa a cada uno ( $K = 0.75$ ).

$$MLP = K \times FO_i + (1 - K) \times FSi$$

- $MLP (\text{Riobamba}) = 0.75 (0.32) + 0.25 (0.30) = 0.32$
- $MLP (\text{Ambato}) = 0.75 (0.33) + 0.25 (0.36) = 0.34$
- $MLP (\text{Latacunga}) = 0.75 (0.34) + 0.25 (0.14) = 0.29$
- $MLP (\text{Puyo}) = 0.75 (0.30) + 0.25 (0.16) = 0.27$

Por lo tanto (Carro, et al., 2012, p. 9) analiza que en el método Brown y Gibson se debe seleccionar la ubicación que tenga una mayor medida de preferencia de localización (MLP) por ende en los resultados obtenidos en este método, la mejor localización para la planta deshidratadora de frutas

es la ciudad de Ambato ya que está presenta un MLP de 0.34 siendo en valor más alto en comparación a las otras ciudades.

### **Distribución de la planta SLP (Sistematic Layout Planning)**

En la distribución de la planta deshidratadora de frutas mediante el método SLP se identificó las áreas requeridas en la misma:

*Tabla 7: Áreas de la planta deshidratadora de frutas.*

| Áreas | Descripción                                        |
|-------|----------------------------------------------------|
| S1    | Oficina administrativa                             |
| S2    | Baños y vestidores                                 |
| S3    | Laboratorio de control de calidad de materia prima |
| S4    | Almacén de materia prima                           |
| S5    | Clasificación de materia prima                     |
| S6    | Lavado de frutas                                   |
| S7    | Pelado de frutas                                   |
| S8    | Troceado de frutas                                 |
| S9    | Deshidratado                                       |
| S10   | Enfundado de snacks                                |
| S11   | Molido                                             |
| S12   | Tamizado                                           |
| S13   | Empacado de té de frutas                           |
| S14   | Bañado de chocolate y enfriado                     |
| S15   | Enfundado de frutas bañadas en chocolate           |
| S16   | Almacén de producto terminado                      |
| S17   | Bodega general                                     |
| S18   | Cuarto de maquinas                                 |

*Elaborado por: Los autores*

**Tabla 8:** Prioridades de cercanía y código de líneas.

| Código de líneas | Letra | Relación de proximidad     |
|------------------|-------|----------------------------|
| =====            | A     | Altamente necesaria        |
| =====            | E     | Especialmente necesaria    |
| =====            | I     | Importante mente necesaria |
| =====            | O     | Ordinaria                  |
|                  | U     | Ninguna                    |

*Elaborado por: Los autores*

En la tabla 8, de prioridades de cercanía y código de líneas, se describe el código de líneas, su respectiva letra y la relación de proximidad que esta tiene.

**Tabla 9:** Matriz diagonal de prioridades y cercanías.

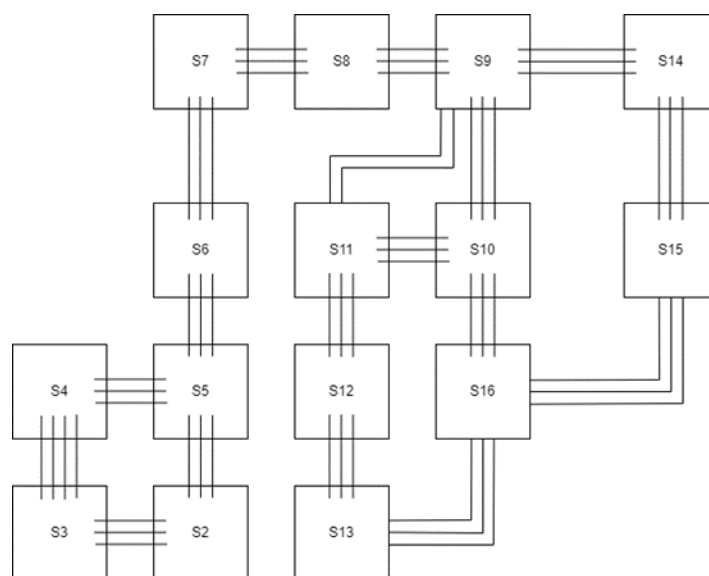
| Sección | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | S18 |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| S1      |    | U  | U  | U  | U  | U  | U  | U  | U  | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   |
| S2      |    |    | E  | O  | E  | U  | U  | U  | U  | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   |
| S3      |    |    |    | A  | U  | U  | U  | U  | U  | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   |
| S4      |    |    |    |    | E  | U  | U  | U  | U  | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   |
| S5      |    |    |    |    |    | E  | U  | U  | U  | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   |
| S6      |    |    |    |    |    |    | E  | U  | U  | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   |
| S7      |    |    |    |    |    |    |    | E  | U  | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   |
| S8      |    |    |    |    |    |    |    |    | E  | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   | U   |
| S9      |    |    |    |    |    |    |    |    |    | E   | I   | U   | U   | E   | U   | U   | U   | U   |
| S10     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     | U   | U   | U   | U   | U   | E   | U   | U   |

|     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|
| S11 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | E | U | U | U | U | U | U |
| S12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   | E | U | U | U | U | U |
| S13 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   | U | U | E | U | U |
| S14 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   | E | U | U | U |
| S15 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   | E | U | U |
| S16 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   | U | U |
| S17 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   | U |
| S18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |   |   |   |   |   |

*Elaborado por: Los autores*

Según la tabla 9, de matriz diagonal de prioridades y cercanía se determinó las prioridades y cercanías de las diferentes áreas de la empresa para poder lograr la distribución de planta más adecuada.

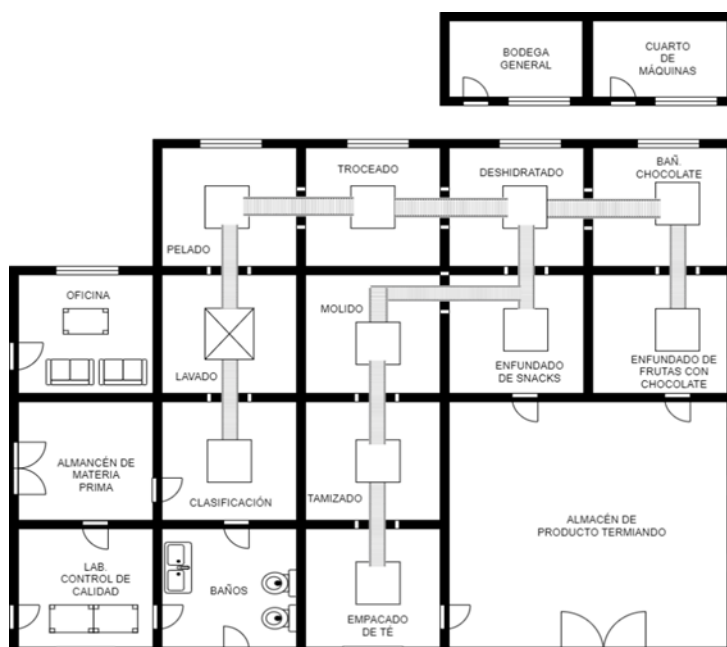
**Ilustración 2:** Diagrama de hilos



*Elaborado por: Los autores*

En base a la ilustración 2, diagrama de hilos se obtiene la distribución óptima de la empresa, según menciona (Universidad de Antioquia, 2009, p.1) el diagrama de hilos es un plano a escala que se usa comúnmente para medir el flujo de materiales o trabajadores en un proceso de fabricación.

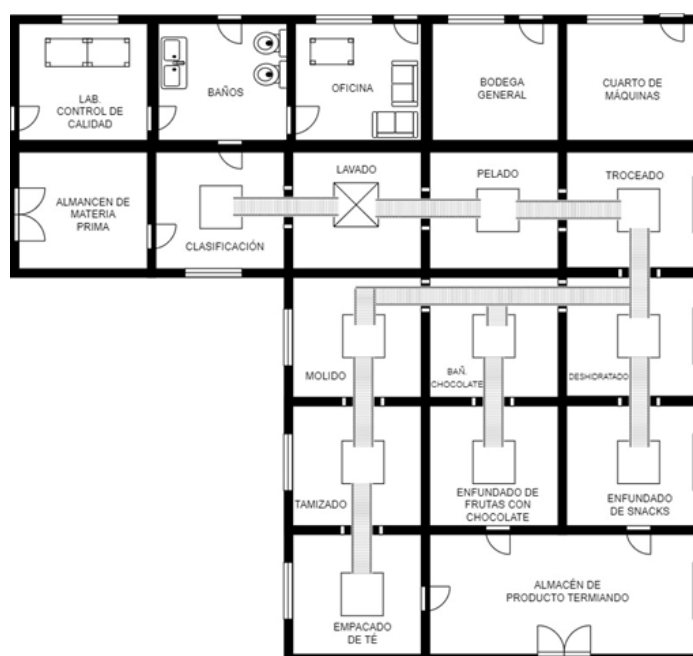
*Ilustración 3: Plano de la distribución SLP*



*Elaborado por: Los autores*

### **Distribución de la planta deshidratadora de frutas por producto.**

*Ilustración 4: Plano de la distribución por producto*

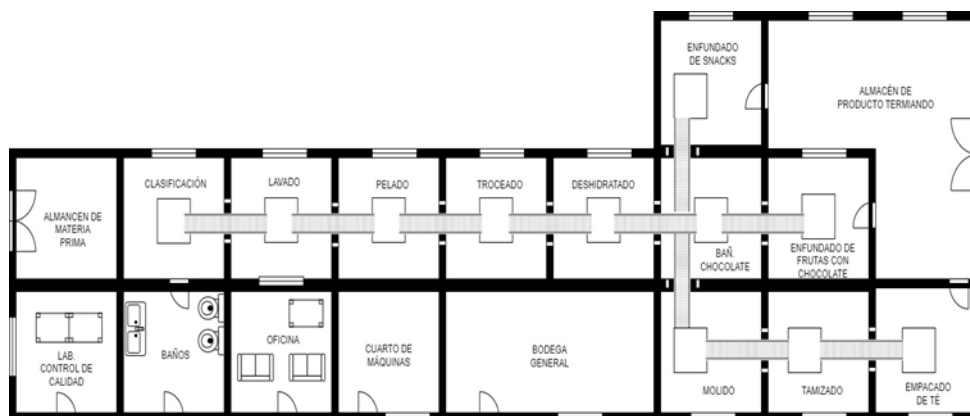


*Elaborado por: Los autores*

Para la distribución por producto se consideró que toda la maquinaria necesaria para la fabricación debe ser agrupada en la misma zona, siguiendo la secuencia de las operaciones, ya que el producto recorrerá la línea de producción de una estación a otra siendo sometido a las operaciones necesarias, es decir que este sistema permite reducir tiempos de fabricación, minimizar el trabajo y el manejo de materiales. El flujo de trabajo en este tipo de distribución puede adoptar diversas formas dependiendo de cual se adapte mejor a cada situación en concreta, es por ello que para la planta deshidratadora de frutas se optó por una disposición en L.

### **Distribución de la planta deshidratadora de frutas por proceso**

*Ilustración 5: Plano de la distribución por proceso*



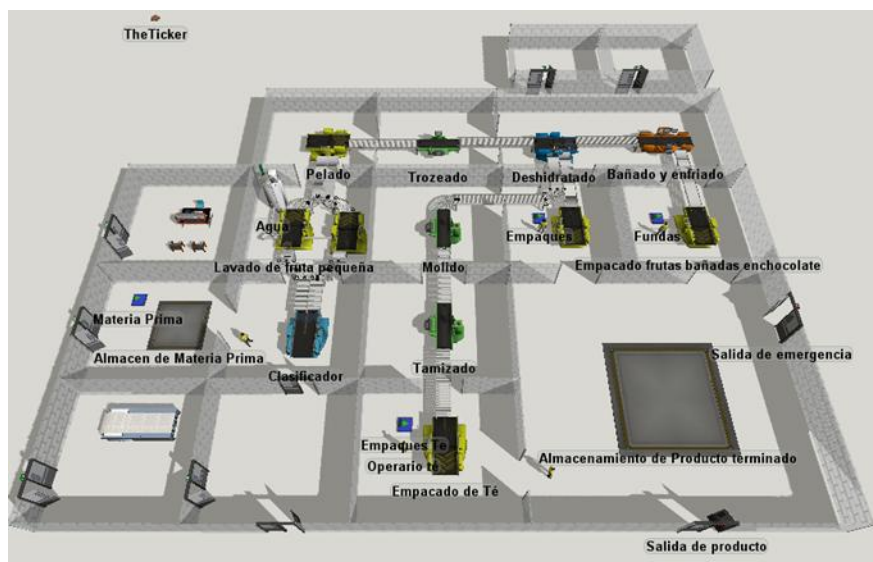
*Elaborado por: Los autores*

Para la distribución por proceso consideró que las operaciones de un mismo proceso deben estar agrupadas en una misma área junto a los operarios que las desempeñan, es decir que se asignó un área específica para cada operación ya que los materiales se desplazan hasta la ubicación de los equipos, es por ello que por el proceso producto de la planta deshidratadora de frutas se optó por una disposición en línea.

### **Simulación de las distribuciones de planta en el programa Flexsim**

#### **Distribución SLP de la planta deshidratadora de frutas en el programa Flexsim**

*Ilustración 6: Simulación de la distribución SLP*



*Elaborado por: Los autores*

## Distribución por producto de la planta deshidratadora de frutas en el programa Flexsim

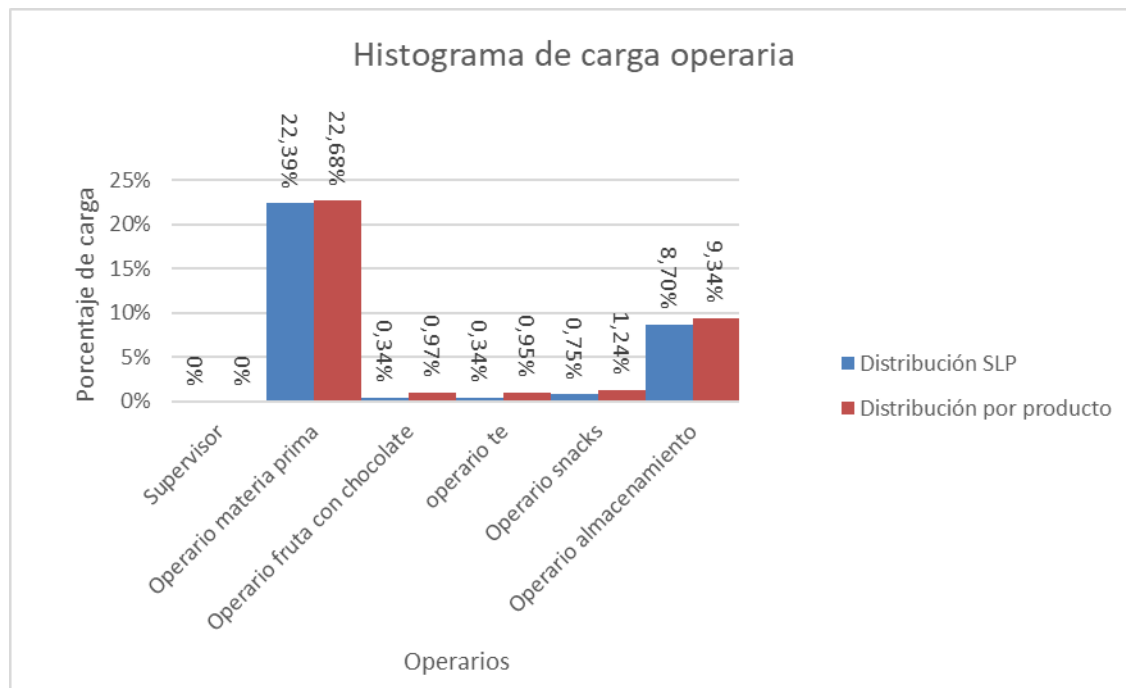
*Ilustración 7: Simulación de la distribución por producto*



*Elaborado por: Los autores*

## Análisis del desempeño de los operarios de la distribución SLP y por producto

*Ilustración 8: Histograma de carga operaria*

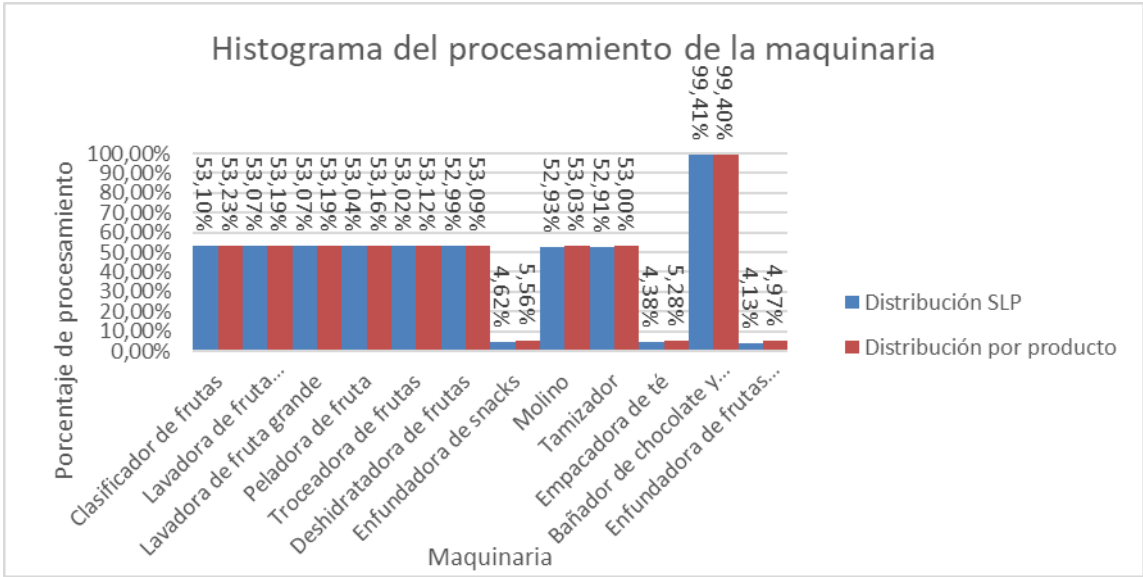


*Elaborado por: Los autores*

En el histograma se puede observar la carga de los operarios en las dos tipos de distribuciones, tanto para la distribución de planta SLP como para la distribución de planta por producto, la distribución SLP al tener menor porcentaje de carga en sus operarios es más eficiente en cuanto al trabajo realizado por los mismos puesto efectúan un menor esfuerzo físico, es así que el operario de materia prima quien es el encargado de llevar la fruta al clasificador tiene un desempeño del 22,39 %, el operario de la fruta con chocolate el 0,34 %, el operario de té el 0,34 %, el operario de snacks el 0,75 % y finalmente el operario de almacenamiento quien es el encargado de llevar los distintos productos al almacén tiene un desempeño del 8,70 %, lo que nos indica que los operarios de la distribución SLP tienen un mejor desempeño que los operarios de la distribución por producto.

Análisis del desempeño de la maquinaria en las distintas distribuciones

Ilustración 9: Histograma del procesamiento de la maquinaria



Elaborado por: Los autores

En la tabla se puede observar el desempeño de maquinaria de la planta deshidratadora de frutas tanto para la distribución SLP y por producto, los equipos que tienen un mayor desempeño son los de la distribución SLP ya que la tabla se puede identificar que los valores de rendimiento dentro del proceso productivo son un poco más bajos que los equipos de la distribución por producto, es así que la clasificadora de frutas tiene un rendimiento de procesamiento del 53,10%, tanto la lavadora de frutas pequeñas como la lavadora de frutas grandes tienen un rendimiento del 53,07%, la peladora de las frutas tiene un rendimiento del 53,04%, la troceadora de frutas tiene un rendimiento del 53,02%, la deshidratadora de frutas tiene un rendimiento del 52,99%, la enfundadora de snacks tiene un rendimiento del 4,62%, el molino tiene un rendimiento del 52,93%, el tamizador tiene un rendimiento del 52,91 %, la empacadora de té tiene un rendimiento del 4,38%, el equipo de bañado de chocolate y enfriado tiene un rendimiento del 99,41% y finalmente la enfundadora de la fruta deshidratada bañada en chocolate tiene un rendimiento del 4,13%.

## Conclusiones

Mediante la evaluación de los distintos métodos de localización se pudo hallar la mejor ubicación para la planta deshidratadora de frutas dentro de la zona 3 de Ecuador, el mejor emplazamiento para la planta es la ciudad de Ambato puesto que los resultados alcanzados en los 3 métodos de localización coincidieron en dicha ciudad, en el método de factores ponderados la ciudad que obtuvo el valor más alto fue Ambato con una puntuación de 8.05, en cuanto al método de centro de gravedad se obtuvo las coordenadas para la nueva ubicación de la planta deshidratadora que son -78,512309 (longitud) y -1,321056 (latitud), una vez que son ingresadas en Google Maps da como resultado la ciudad de Patate, dicha ciudad es el punto céntrico entre la ciudad de Riobamba , Ambato, Latacunga y el Puyo, pero para fines de esta investigación solo se toma en consideración las capitales antes mencionadas, por lo que la ubicación para la planta deshidratadora de frutas será la capital más cercana a este punto, dando como resultado la ciudad de Ambato, mientras que en el método de Brown y Gibson los mediante cálculos efectuados la ciudad de Ambato presentó una mayor medida de preferencia de localización (MLP) con un resultado de 0,34 , frente al 0,32 de la ciudad de Riobamba, el 0,29 de la ciudad de Latacunga y el 0,27 de la ciudad de Puyo, es por ello que se toma la decisión de ubicar la planta en Ambato ya que esta ciudad ofrece mejores condiciones en cuanto a disponibilidad mano de obra, disponibilidad de materia prima , transporte y servicios básicos.

Se aplicaron 3 tres métodos de distribución interna para la planta deshidratadora de frutas donde se logró detectar la disposición física de los recursos mediante la realización de los planos.

Se efectuó la simulación de la distribución SLP y la distribución por producto ya que en cuanto a su planimetría estas son las más asequibles por su dimensión de superficie que es de 222 m<sup>2</sup> , una vez realizada la simulación y el análisis de los dashboards durante la jornada laboral (8 horas), se comparó las cargas de los operarios y el procesamiento de la maquinaria de una distribución con otra, cabe indicar que las distribuciones presentaron leves diferencias en los desempeños tanto en los operarios como en la maquinaria , pero la distribución que tiene una mayor eficiencia es la distribución SLP, ya que esta realiza el mismo trabajo y la misma producción con una menor carga operaria y un menor desgaste de los equipos, por ende se toma la decisión de realizar una distribución SLP para la planta deshidratadora de frutas.

### Recomendaciones:

Se recomienda la utilización del programa Flexsim, como herramienta de simulación para el análisis y evaluación de diferentes distribuciones de una planta. Su entorno tridimensional permite obtener una visualización precisa y detallada, facilitando la toma de decisiones informadas en el diseño de instalaciones, para tener una perspectiva más clara y detallada de las diversas distribuciones de la planta a estudiar.

Utilizar el método de factores ponderados para encontrar la localización de planta ya que este método es más preciso en las calificaciones, mientras que para la localización de instalaciones se recomienda la distribución de planta SLP puesto que dicha distribución permite que los procesos productivos se desarrollen de una manera más eficiente.

Promover el consumo de fruta deshidrata en forma de snacks, bañada en chocolate y té para impulsar el desarrollo del sector agroindustrial, esta estrategia contribuye a agregar valor a la producción agrícola y a dinamizar la economía del sector rural mediante la diversificación de la oferta alimentaria.

### Referencias

1. Baca Urbina, G. (2013). Evaluación de proyectos. Editorial Mexicana.
2. Barragán, J., & Cucaita, C. (2010). Localización y distribución de instalaciones industriales en Industrias AJM LTDA [Tesis de grado, Universidad Libre de Colombia]. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9047/1.%20Documento%20final.pdf?sequence=1>
3. Banks, J. S., Carson, B. L., Nelson, D. M., & Nicol, D. M. (2005). Simulación de sistemas de eventos discretos (4.<sup>a</sup> ed.). Prentice Hall.
4. Bastidas, L., & Aguirre, L. (2020). Diseño de herramienta para la estimación del tamaño de las instalaciones de la empresa Estructuras y Montajes Europa S.A.S [Tesis de grado, Universidad Icesi]. [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/87528/1/TG02999.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/87528/1/TG02999.pdf)
5. Cabascango, O. (2018). Fruta deshidratada, el mejor snack para una mejor alimentación [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte].
6. Carro, R., & Gonzáles, D. (2012). Localización de instalaciones. Nülan. <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1619>

7. Chávez, M. (2010). [Título de tesis si está disponible] [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de México].  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1398/Tesis.pdf?sequence=1>
8. FlexSim Software Products, Inc. (2024). About FlexSim. <https://www.flexsim.com>
9. García, J. (2020). Distribución en planta. ROGLE.  
<https://riunet.upv.es/handle/10251/152734>
10. INIAP. (2016). Estación Experimental Santa Catalina del INIAP realizó la presentación del informe de rendición de cuentas. <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/estacion-experimental-santa-catalina-del-iniap-realizo-la-presentacion-del-informe-de-rendicion-de-cuentas/>
11. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2019). Agricultura, la base de la economía y la alimentación. <https://agricultura.gob.ec/agricultura-la-base-de-la-economia-y-la-alimentacion/>
12. Marín, E. (2006). La rehidratación de alimentos deshidratados.  
<https://www.redalyc.org/pdf/469/46914636009.pdf>
13. Ordoñez, L. (2001). Localización y distribución de plantas agroindustriales. Universidad Nacional de Colombia.
14. Ortega, J. (2016). Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D. Aula Mentor.
15. Palacios, J., & Orellana, B. (2015). Proceso de deshidratación de frutas.  
[https://infoagro.com/frutas/deshidratacion\\_frutas.htm](https://infoagro.com/frutas/deshidratacion_frutas.htm)
16. Platas, J., & Cervantes, M. (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones. Grupo Editorial Patria.
17. Salazar, B. (2019). Métodos de localización de planta. Ingeniería Industrial.  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disenio-y-distribucion-en-planta/metodos-de-localizacion-de-planta/>
18. SENPLADES. (2010). Agenda zonal para el Buen Vivir: Propuesta de desarrollo y lineamientos para el ordenamiento territorial. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Agenda-zona-3.pdf>

19. Ochoa Reyes, E., et al. (2013). Tecnologías de deshidratación para la preservación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Biotecnia, Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud, 15(2), 39–46. <https://www.redalyc.org/pdf/469/46914636009.pdf>
20. Universidad de Antioquia. (2009). Herramientas de gestión de procesos: Diagrama de hilos. <https://vdocuments.mx/el-diagrama-de-hilos.html?page=2>
21. Vera, J. (2015). Carga-distancia [Presentación]. Prezi. <https://prezi.com/xatbuff3vtx4/distancia-carga/>

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).