



Diseño de un sistema productivo de snacks saludables a partir de la kiwicha

Ana Sofia Henao Mafla^{a,b}, Isabela López Guerrero^{a,b}, Diego Armando Mena Mendoza^{a,b}

^a Estudiante de Ingeniería Industrial

^b Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia

Abstract

In recent years, the growing concern for improving nutrition has prompted the food industry to respond with a wider range of healthy snacks. This segment is focused on increasing the supply of foods based on ingredients with high nutritional values, such as cereals. Among these, kiwicha, also known as amaranth, is a cereal with scarce presence in the Colombian market. This cereal contains a remarkable nutritional contribution that contributes to muscle and brain development, standing out from other cereals.

This project proposes to design the production system of healthy snacks based on kiwicha imported from Peru to the Colombian market, through the design of the production system. For this purpose, several industrial engineering tools are taken into account in order to meet the requirements of the system, as well as the related regulations for its proper operation. Likewise, aspects such as: technology selection, plant distribution, inventory control, among others, are considered, according to the design specifications proposed and the use of engineering tools to verify their validity. Finally, through the analysis of financial indicators, the operational feasibility of the project is evaluated.

Translated with DeepL.com (free version)

Palabras claves: Alimentación saludable, diseño, importación, kiwicha, sistema productivo, snacks.

Tabla de contenido

I. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y NECESIDAD	9
A. Contexto y justificación	9
B. Grupos de interés (¿Quiénes son los actores interesados?)	11
C. Plan de recolección de datos	13
D. Exploración del mercado	15
1) Tendencia de la industria de snacks saludables	16
2) Análisis de entorno	17
3) Análisis del sector	18
E. Análisis de oportunidad	20
1) Producto	20
2) Precio	23
3) Plaza	25
F. Objetivos	26
G. Revisión de literatura	27
1) Incursión de alimentos nutritivos en snacks saludables	27
2) Consideraciones de los trabajos encontrados	27
II. DISEÑO CONCEPTUAL Y PRELIMINAR	29
A. Requerimientos del cliente	29
1) Restricciones de diseño	29
2) Especificaciones de diseño	30
3) Leyes, normas y estándares	30
B. Análisis funcional	31
C. Fijación de requerimientos de diseño	33
D. Exploración de ideas y selección de alternativa	34
E. Especificación del diseño	39

F.	Plan de trabajo (PdT)	41
III.	DISEÑO DE OPERACIONES	43
A.	Volumen y procesos	43
1)	Producto	43
2)	Lista de Unidades de Mantenimiento de Stock de productos	45
3)	Lista Unidades de Mantenimiento de Stock de materias primas y Lista de Materiales (BOMs)	45
4)	Variabilidad de la demanda	49
5)	Volumen de Unidades de Mantenimiento de Stock de materias primas	51
6)	Proveedores	52
7)	Factores de competitividad clave	54
B.	Selección de tecnologías	55
1)	Medidas operacionales críticas	55
2)	Tipo de inventario	55
3)	Método de producción.....	55
4)	Selección de maquinaria.....	56
5)	Lista de Materiales (Bill of materials -BOMs) con pérdida de rendimiento	62
C.	Costo y aprovisionamiento de materias primas	65
1)	Costos unitarios.....	65
2)	Costo de capital	68
3)	Inventarios.....	68
D.	Tamaño de lote y recursos	69
1)	EPQ	69
2)	Recursos: maquinaria y operarios.....	70
E.	Estaciones de trabajo	74
1)	Teoría de cola y tiempo de ciclo.....	74
2)	Diseño de la vista superior de la estación de trabajo	77
3)	Tiempo de ciclo del sistema	86
F.	Diseño de instalaciones	86
1)	Requisitos y Disposición	86
2)	Manejo de materiales	99
G.	Diseño adimensional de instalaciones	101
H.	Evaluación financiera	106
I.	Impactos del proyecto	107
1)	Impacto social	107
2)	Recomendaciones para mitigar el impacto ambiental.....	107
J.	Conclusiones	108
K.	Recomendaciones	109
IV.	GLOSARIO	109
V.	REFERENCIAS	110
VI.	ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.	Valores nutricionales de la kiwicha comparado con otros granos según [14].....	10
Tabla II.	Clasificación de grupos de interés y ponderación de Influencia e Impacto	12
Tabla III.	Indicadores de desempeño a medir	14
Tabla IV.	Matriz DOFA.....	15
Tabla V.	Análisis de entorno.....	17
Tabla VI.	Resultados de indicadores de desempeño	20
Tabla VII.	Portafolio de snacks bar.....	21
Tabla VIII.	Portafolio de otros snacks saludables	22
Tabla IX.	Empaques de los snacks saludables	23
Tabla X.	Tabla de enfrentamiento de factores	25
Tabla XI.	Tabla de ranking de factores (factores por país)	25
Tabla XII.	Fijación de requerimientos	33

Tabla XIII. Matriz morfológica	34
Tabla XIV. Leyenda de la matriz morfológica.....	36
Tabla XV. Plan de trabajo.....	41
Tabla XVI. Dimensiones cajas de snacks bar	43
Tabla XVII. Dimensiones cajas de bolitas y trocitos	44
Tabla XVIII. Resumen de unidades de producto terminado por caja.....	45
Tabla XIX. Lista de Unidades de Mantenimiento de Stock por productos	45
Tabla XX. Estimación de participación de empresas de snacks bar en el mercado colombiano (Cálculos en Anexo 7)	49
Tabla XXI. Estimación de demanda por sabores de interés	50
Tabla XXII. Estimación de demanda por sabores de interés.....	50
Tabla XXIII. Estimación de demanda y desviaciones de materias primas.....	51
Tabla XXIV. Lista SKU por productos con compra o hacer.....	51
Tabla XXV. Resumen de proveedores para compra de materias primas	52
Tabla XXVI. Producción anual de kiwicha de principales departamentos productores de Perú	53
Tabla XXVII. Selección de maquinarias.....	56
Tabla XXVIII. Costo unitario de materias primas para snacks bar	65
Tabla XXIX. Costo unitario de materias primas para snacks de bolitas y trocitos.....	66
Tabla XXX. Costo unitario por presentación	66
Tabla XXXI. Costo de mano de obra por unidad para snacks bar.....	67
Tabla XXXII. Costo de mano de obra por unidad para bolitas y trocitos	67
Tabla XXXIII. Costo de inventario de materia prima por unidad para bolitas y trocitos.....	68
Tabla XXXIV. Tamaños de lote por producto.....	70
Tabla XXXV. Cantidad de maquinaria	70
Tabla XXXVI. Cantidad de recursos por turno.....	71
Tabla XXXVII. Cantidad de cajas grandes final por lote.....	73
Tabla XXXVIII. Ritmo de producción por tipo de producto	74
Tabla XXXIX. Tabla de ritmo de producción y tiempos de ciclo para snacks bar	75
Tabla XL. Tabla de ritmo de producción y tiempos de ciclo para bolitas	76
Tabla XLI. Tabla de ritmo de producción y tiempos de ciclo para trocitos	76
Tabla XLII. Tiempos de ciclo e identificación de cuellos de botella	86
Tabla XLIII. Días de producción al año por producto	86
Tabla XLIV. Características de almacenamiento de kiwicha.....	87
Tabla XLV. Características de almacenamiento de avena	88
Tabla XLVI. Características de almacenamiento de maní	88
Tabla XLVII. Características de almacenamiento de aceite de coco	89
Tabla XLVIII. Características de almacenamiento de miel de abeja	89
Tabla XLIX. Características de almacenamiento de lecitina de soya.....	90
Tabla L. Características de almacenamiento de ácido cítrico.....	91
Tabla LI. Características de almacenamiento de arándanos deshidratados	91
Tabla LII. Características de almacenamiento de almendras	92
Tabla LIII. Características de almacenamiento de manzana deshidratada	93
Tabla LIV. Características de almacenamiento de chocolate semiamargo.....	93
Tabla LV. Características de almacenamiento de rollos se snacks (bolitas y trocitos).....	94
Tabla LVI. Características de almacenamiento de rollos se snacks bar	94
Tabla LVII. Características de almacenamiento de pasas	96
Tabla LVIII. Características de almacenamiento de canela en polvo.....	96
Tabla LIX. Características de almacenamiento de extracto de romero	96
Tabla LX. Cantidad de estanterías necesarias para materias primas y producto terminado.	97
Tabla LXI. Especificaciones de montacarga eléctrico	99
Tabla LXII. Especificaciones de montacarga semi-eléctrico	99
Tabla LXIII. Especificaciones de estiba americana	100
Tabla LXIV. Especificaciones de estanterías	100
Tabla LXV. Códigos y simbología del diagrama relacional	102
Tabla LXVI. Áreas y dimensiones de la planta.....	104
Tabla LXVII. Áreas y dimensiones de la planta	106
Tabla LXVIII. Tabla de Anexos	114

Índice de Figuras

Fig. 1. Valor del mercado (USD de millones) y participación (%) de snacks saludables en Colombia 2015 -2023 según [10]	9
Fig. 2. Matriz influencia – impacto.....	13
Fig. 3. Participación de las compañías en la categoría de snacks bar en Colombia [16]	18
Fig. 4. Participación de las marcas en la categoría de snacks bar en Colombia [16].....	19
Fig. 5. Producción de kiwicha en toneladas a nivel nacional presentado en [23].....	19
Fig. 6. Tipología de productores según el grano andino [23].....	20
Fig. 7. Imagen referencia snack bar de arándanos y maní (Generado en Copilot)	21
Fig. 8. Imagen referencia snack bar de almendras y pasas (Generado en Copilot)	21
Fig. 9. Imagen referencia snack bar de chocolate y maní (Generado en Copilot)	21
Fig. 10. Imagen referencia snack bar de manzana y canela (Generado en Copilot)	21
Fig. 11. Imagen referencia bolitas de kiwicha con cobertura de chocolate (Generado en Copilot).....	22
Fig. 12. Imagen referencia trocitos de kiwicha con cobertura de chocolate (Generado en Copilot)	22
Fig. 13. Imagen referencia empaque de barras (Generado en Copilot)	23
Fig. 14. Imagen referencia empaque de bolitas (Generado en Copilot)	23
Fig. 15. Imagen referencia empaque de trocitos (Generado en Copilot)	23
Fig. 16. Disposición a pagar snack bar encuesta [Anexo 3]	24
Fig. 17. Disposición a pagar bolitas de kiwicha encuesta [Anexo 3]	24
Fig. 18. Disposición a pagar trocitos de kiwicha encuesta [Anexo 3].....	24
Fig. 19. Árbol de objetivos	29
Fig. 20. Establecimiento de funciones	31
Fig. 21. Casa de la calidad (QFD).....	33
Fig. 22. Evaluación final metodología AHP	38
Fig. 23. Diagrama de flujo de procesos.....	38
Fig. 24. Imagen referencia de snack bar terminado con dimensiones	43
Fig. 25. Imagen referencia de caja grande de snacks bar	43
Fig. 26. Imagen referencia de caja mediana de snacks bar.....	43
Fig. 27. Imagen referencia de caja pequeña de snacks bar.....	43
Fig. 28. Imagen referencia de snacks bar terminado con dimensiones.....	44
Fig. 29. Imagen referencia de caja grande de bolitas y trocitos	44
Fig. 30. Imagen referencia de caja mediana de bolitas y trocitos	44
Fig. 31. Imagen referencia de caja pequeña de bolitas y trocitos	44
Fig. 32. Lista de materiales de snack bar de arándanos y maní.....	46
Fig. 33. Lista de materiales de snack bar de almendras y pasas.....	46
Fig. 34. Lista de materiales de snack bar de chocolate y maní.....	47
Fig. 35. Lista de materiales de snack bar de manzana y canela.....	47
Fig. 36. Lista de materiales de bolitas de kiwicha.....	48
Fig. 37. Lista de materiales de trocitos de kiwicha	48
Fig. 38. Demanda de snacks bar y línea de tendencia en Colombia, fuente: Euromonitor.....	49
Fig. 39. Participación en la demanda según departamento. Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [55]	53
Fig. 40. Cadena de suministro de kiwicha hasta la planta de producción	54
Fig. 41. Imagen referencia máquina para barras de cereal	56
Fig. 42. Imagen referencia máquina trituradora	56
Fig. 43. Imagen referencia máquina mezcladora para snacks bar	57
Fig. 44. Imagen referencia para transferencia de mezcla	57
Fig. 45. Imagen referencia máquina popeadora	57
Fig. 46. Imagen referencia maquina detectora de metales	58
Fig. 47. Imagen referencia máquina empacadora horizontal.....	58
Fig. 48. Imagen referencia máquina empacadora vertical.....	58
Fig. 49. Imagen referencia máquina boleadora	59
Fig. 50. Imagen referencia máquina mezcladora para bolitas y trocitos	59
Fig. 51. Imagen referencia máquina para transferencia de mezcla.....	59
Fig. 52. Imagen referencia máquina para aplanado y troceado	60

Fig. 53. Imagen referencia máquina para cobertura de chocolate 60

Fig. 54. Imagen referencia máquina de pesaje 60

Fig. 55. Imagen referencia banda transportadora doble 61

Fig. 56. Imagen referencia banda alimentadora 61

Fig. 57. Imagen referencia banda transportadora en declive 61

Fig. 58. Imagen referencia alimentador automático 62

Fig. 59. Lista de materiales de snack bar de arándanos y maní con pérdida de rendimiento 62

Fig. 60. Lista de materiales de snack bar de almendras y pasas con pérdida de rendimiento 63

Fig. 61. Lista de materiales de snack bar de maní y chocolate con pérdida de rendimiento 63

Fig. 62. Lista de materiales de snack bar de manzana y canela con pérdida de rendimiento 64

Fig. 63. Lista de materiales de bolitas de kiwicha con pérdida de rendimiento 64

Fig. 64. BOM trocitos de kiwicha con pérdida de rendimiento..... 65

Fig. 65. Estaciones de trabajo con cantidad de recursos por turno 71

Fig. 66. Representación de bandas transportadoras..... 72

Fig. 67. Flujo entre estaciones de trabajo 72

Fig. 68. Diagramas de bloques ejemplares de flujo de material 73

Fig. 69. Vista superior área de triturado (medidas en cm) 78

Fig. 70. Vista superior área de popeado (medidas en cm)..... 78

Fig. 71. Vista superior área de pesado (medidas en cm) 79

Fig. 72. Vista superior área de mezclado para snacks bar (medidas en cm)..... 80

Fig. 73. Vista superior área de mezclado para bolitas y trocitos (medidas en cm) 80

Fig. 74. Vista superior área de moldeado y corte para snacks bar (medidas en cm) 80

Fig. 75. Vista superior área de boleado (medidas en cm)..... 81

Fig. 76. Vista superior área de troceado (medidas en cm) 82

Fig. 77. Vista superior área de bañado de chocolate (medidas en cm)..... 82

Fig. 78. Vista superior área de detector de metales de snacks bar y bolitas y trocitos (medidas en cm) 83

Fig. 79. Vista superior área de empacado para snacks bar (medidas en cm)..... 83

Fig. 80. Vista superior área de empacado para bolitas y trocitos (medidas en cm)..... 83

Fig. 81. Vista superior área de encajado para snacks bar (medidas en cm)..... 84

Fig. 82. Vista superior área de encajado para bolitas y trocitos (medidas en cm) 84

Fig. 83. Vista superior área de embalado para snacks bar (medidas en cm) 85

Fig. 84. Vista superior área de embalado para bolitas y trocitos (medidas en cm)..... 85

Fig. 85. Representación de estantería de estibas 87

Fig. 86. Imagen referencia de saco de papel Kraft de kiwicha..... 87

Fig. 87. Imagen referencia de bulto de polietileno de avena 88

Fig. 88. Imagen referencia de saco de maní 88

Fig. 89. Imagen referencia de estiba con sacos 88

Fig. 90. Imagen referencia de tarro de aceite de coco 89

Fig. 91. Almacenamiento en estiba de aceite de coco 89

Fig. 92. Imagen referencia de cuñete de miel de abeja..... 89

Fig. 93. Almacenamiento en estiba de miel de abeja 90

Fig. 94. Imagen referencia de galón de lecitina de soya..... 90

Fig. 95. Almacenamiento en estiba de lecitina de soya..... 90

Fig. 96. Imagen referencia de bulto de ácido cítrico 91

Fig. 97. Almacenamiento en estiba de ácido cítrico..... 91

Fig. 98. Imagen referencia de caja de arándanos deshidratados 91

Fig. 99. Almacenamiento en estiba de arándanos deshidratados..... 92

Fig. 100. Imagen referencia de caja de almendras 92

Fig. 101. Almacenamiento en estiba de almendras 92

Fig. 102. Imagen referencia de bolsa de manzana deshidratada..... 93

Fig. 103. Almacenamiento en estiba de manzana deshidratada 93

Fig. 104. Imagen referencia de paquete de chocolate 93

Fig. 105. Almacenamiento en estiba de chocolate 94

Fig. 106. Imagen referencia de rollo de empaque para snacks (Generado en Copilot) 94

Fig. 107. Imagen referencia de rollo de empaque para snacks bar (Generado en Copilot) 94

Fig. 108. Almacenamiento en estiba de rollos (Generado en Copilot)..... 95

Fig. 109. Estantería metálica estándar..... 95

Fig. 110. Imagen referencia de caja de pasas 96

Fig. 111. Imagen referencia de bolsa de canela en polvo..... 96

Fig. 112. Imagen referencia de tarro de extracto de romero..... 96

Fig. 113. Representación de zona de almacenamiento de producto terminado 97

Fig. 114. Representación de zona de almacenamiento de materia prima 98

Fig. 115. Vista superior de zona de almacenamiento y carga 98

Fig. 116. Imagen referencia montacarga..... 99

Fig. 117. Imagen referencia montacarga semi-eléctrico..... 99

Fig. 118. Imagen referencia estiba americana 100

Fig. 119. Imagen referencia estantería paletizada 100

Fig. 120. Imagen referencia estantería metálica 100

Fig. 121. Matriz relacional de actividades 102

Fig. 122. Diagrama relacional de actividades 103

Fig. 123. Diagrama relacional de espacios..... 103

Fig. 124. Vista superior de la planta 105

PROJECT CHARTER

Breve resumen del proyecto (Business case)							
<p>El presente proyecto propone la introducción de snacks saludables a base de kiwicha importada desde Perú al mercado colombiano, mediante el diseño del sistema productivo. Para ello, se tienen en cuenta diversas herramientas de ingeniería industrial con el propósito de cumplir con los requerimientos del sistema, como las normativas relacionadas para su buen funcionamiento. Asimismo, se consideran aspectos como: la selección de tecnologías, distribución de planta, control de inventarios, entre otras, de acuerdo con las especificaciones de diseño planteadas y el uso de herramientas de simulación para verificar su validez. Finalmente, se determina la viabilidad técnica y económica acorde a la demanda, mediante el análisis de indicadores económicos, con el objetivo de evaluar la rentabilidad del proyecto.</p>							
Problema (Problem statement)				Impacto en los actores (Business Need—Stakeholders)			
<p>En Colombia, el 56,5% de la población adulta sufre exceso de peso, por tal motivo, para la prevención de enfermedades asociadas a este factor de riesgo, la alimentación saludable juega un rol importante. Para enfrentar esta problemática, la OMS recomienda el consumo de cereales y productos de origen vegetal. La creciente preocupación de la población por la mejora de su alimentación ha impulsado a la industria alimentaria a responder con una mayor oferta de snacks saludables.</p> <p>La kiwicha, a pesar de ser un cereal de notable aporte nutricional frente a cereales convencionales, tiene una escasa presencia en el mercado colombiano. Esto presenta una oportunidad tanto para contribuir a la alimentación saludable como en la incursión de un nuevo ingrediente en la elaboración de snacks saludables, para satisfacer la creciente demanda en el mercado colombiano.</p>				<p>Los clientes y los inversionistas son los principales beneficiados por la comercialización del producto, se deben considerar sus intereses, por lo cual, el proyecto debe tener un especial interés en trabajar para ellos al tener un mayor impacto en el desarrollo del sistema productivo. Por otro lado, las entidades de comercio, de impuestos y aduanas, gobierno y competidores, son los grupos de interés a los que se deben mantener informados para el cumplimiento de las normativas, estándares y leyes estipuladas para la comercialización de alimentos en Colombia. En cuanto a los distribuidores y agricultores, se debe buscar generar relaciones confiables para el adecuado funcionamiento de la cadena de suministro, desde la importación de la kiwicha hasta la distribución del producto final.</p>			
Objetivo general (Goal statement)							
<p>Diseñar un sistema productivo de snacks a base de kiwicha con el propósito de satisfacer un segmento del mercado colombiano de snacks saludables.</p>							
Objetivos específicos (Project Scope)							
<ul style="list-style-type: none"> • Definir el diseño preliminar del sistema de producción de snacks saludables a partir de kiwicha mediante la identificación de los requerimientos del diseño en función de sus componentes y subsistemas considerando el proceso de importación de la materia prima (kiwicha). • Desarrollar el diseño detallado del sistema de producción de snacks a partir de kiwicha, teniendo en cuenta la definición de sus tecnologías, recursos y capacidades para suplir la demanda del sector saludable del mercado colombiano. • Validar financieramente la viabilidad del diseño del sistema productivo de snacks saludables a base de kiwicha. 							

Equipo de trabajo (Team members)

Foto: Ana Sofia Henao



Foto: Isabela López



Foto: Armando Mena



PLAN DE TRABAJO PROPUESTO

Objetivo específico 1

- Priorizar los requerimientos del sistema.
- Evaluar las posibles alternativas.

Objetivo específico 2

- Calcular los costos del sistema productivo (tecnologías, recursos e importaciones).
- Identificar las operaciones involucradas en el sistema.
- Utilizar software para simular el sistema productivo.

Objetivo específico 3

- Realizar evaluación financiera del sistema productivo.
- Evaluar el cumplimiento del indicador de desempeño.

I. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y NECESIDAD

A. Contexto y justificación

Durante los últimos diez años, las enfermedades crónicas, no transmisibles (ENT) han surgido como una preocupación significativa a nivel mundial, con impactos devastadores en la salud pública y la calidad de vida de las personas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2016, el 39% de la población mayor de 18 años tenía exceso de peso y el 13% eran obesos. Estas condiciones están estrechamente relacionadas con el aumento del colesterol, triglicéridos, presión arterial y el riesgo de accidente cerebrovascular [1]. En el caso de Colombia, para el año 2017, el 70,6% de la demanda de atención en salud con personas de edades entre 27 y 59 años fue debido a enfermedades crónicas [2]. Adicionalmente, el Ministerio de Salud en su documento guía sobre alimentación saludable del año 2015, declaró que el 56,5% de la población adulta sufre exceso de peso, producto de una dieta alta en grasas saturadas, sales, azúcares y carente de frutas y verduras [3]. En este contexto de salud pública preocupante, la promoción de una alimentación saludable se ha convertido en una prioridad para abordar estas preocupaciones.

La relación entre la dieta y la salud es innegable, y adoptar hábitos alimenticios adecuados puede prevenir enfermedades crónicas y mejorar la calidad de vida de las personas. De acuerdo con la Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas, una alimentación saludable es aquella que permite alcanzar y mantener un funcionamiento óptimo del organismo, conservar o restablecer la salud, disminuir el riesgo de padecer enfermedades y promover un crecimiento y desarrollo óptimos. La alimentación es el pilar del desarrollo de las personas, y cada fase de la vida tiene diferentes necesidades nutricionales que deben ser cubiertas para lograr un crecimiento y desarrollo adecuados y prevenir enfermedades crónicas [4]. En esa misma línea la OMS [5], plantea que la alimentación evoluciona con el tiempo, influenciada por factores socioeconómicos, como los ingresos, los precios de los alimentos, las preferencias individuales y las tradiciones culturales.

En este contexto, la industria alimentaria juega un papel crucial para promover un entorno alimentario saludable el cual, requiere la participación de diversos sectores. Sin embargo, la industria alimentaria, especialmente la dedicada a las comidas no sanas y refrescos para los niños, tiene un papel importante en el aumento del sobrepeso y la obesidad cómo lo afirma la OMS [5]. Por lo tanto, es fundamental que las empresas del sector alimentario promuevan productos y servicios que fomenten hábitos alimenticios saludables y contribuyan a la prevención de enfermedades crónicas, colaborando con los esfuerzos del gobierno y otras partes interesadas para promover una alimentación saludable en la población.

Una respuesta que tuvo el mercado ante esta problemática es la búsqueda de alternativas saludables para incorporarlas en su alimentación. Según los datos del Estudio Mundo Saludable de Nielsen de 2018 [6] para dicho año, ya existía una tendencia de alimentarse mejor, consecuentemente durante la pandemia en promedio un 45% de la población colombiana aseguró haber adoptado una dieta más saludable, está es una tendencia que se observó incluso antes de la pandemia [7]. En el año 2021 el 78% de los encuestados por el Barómetro Edenred FOOD [8] sostuvieron que la crisis sanitaria les hizo ser más conscientes de su salud alimentaria. Por otra parte, el estudio realizado por Nielsen en 2022 [9], aseveró que los productos saludables representaron un 5,3% del total de la canasta familiar. Una categoría de esta industria son los snacks saludables, el mercado mundial de snacks saludables para el año 2020 estaba valorizado en USD 561 mil millones con una tasa promedio anual de crecimiento del 4% entre el periodo 2015-2020 [10]. En el mercado de snacks saludables lo cual incluye bebidas y alimentos, particularmente el segmento de snacks bar representa el 7,3% del mercado de snacks saludables. Según el citado informe y cómo se evidencia en la Fig. 1, el valor de mercado para el año 2020 fue de 2.932 millones de dólares demostrando un crecimiento en los últimos cinco años. Por otra parte, se espera que el mercado crezca a una tasa del 5,1% entre 2024 y 2032 [11].

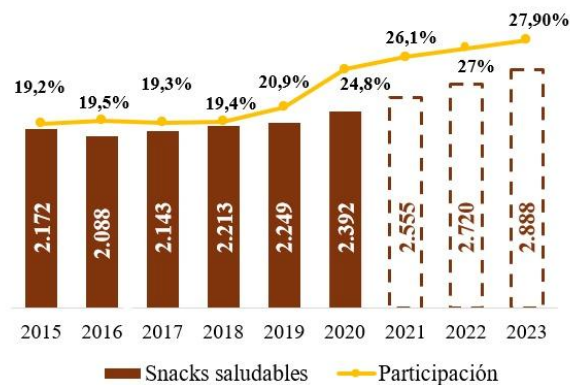


Fig. 1. Valor del mercado (USD de millones) y participación (%) de snacks saludables en Colombia 2015 -2023 según [10]

Los snacks buscan promover una buena nutrición que aporte beneficios a la salud cuyo ingrediente principal son los cereales, según la OMS recomienda el consumo de cereales para contribuir a una alimentación balanceada [12]. Una alternativa es la kiwicha (*Amaranthus caudatus*), que es catalogado como un pseudocereal de alto valor nutricional y rica fuente de proteínas, β -caroteno, vitaminas, minerales, fibra dietaria y es libre de gluten [13] cómo se detalla en la Tabla I, donde se realiza la comparación con otros cereales conocidos. Es cultivado principalmente en Perú, Bolivia y México, se le adjudican diversas propiedades entre las cuales se destacan: cardioprotectora, antioxidante y antihipercolesterolemica. Por esta razón, la introducción de la kiwicha en la dieta habitual constituye una alternativa saludable de nutrición. [14].

Tabla I. Valores nutricionales de la kiwicha comparado con otros granos según [14]

Composición de alimentos	Kiwicha	Arroz	Quinua
Energía (kcal / 100g)	351	358	351
Proteína (g / 100g)	12,8	7,8	13,6
Grasa total (g / 100g)	6,6	0,7	5,8
Carbohidratos (g / 100g)	69,1	77,6	66,6
Fibra (g / 100g)	9,3	-	5,9
Calcio (mg /100g)	236	6	56
Fósforo (mg / 100g)	453	134	242
Zinc (mg / 100g)	2,68	1,51	3,30
Hierro (mg / 100g)	7,32	1,04	7,50
Vitamina C (mg / 100g)	1,3	0,90	0,50
β -caroteno (μ g / 100g)	57	0,00	-
Sodio (mg / 100g)	-	19	30

Este proyecto se centra en la creación de un sistema innovador de producción de snacks saludables específicamente diseñados para el mercado colombiano, lo que representa una oportunidad estratégica en varios niveles. En primer lugar, este enfoque responde a una creciente demanda del público por opciones de alimentos que equilibran sabor y salud, lo que genera una ventana de oportunidad económica en el sector de la industria alimentaria saludable [10]. Además, al considerar la influencia de diversos factores que impulsan una mejora en la calidad nutricional de los alimentos consumidos, destacamos la kiwicha como un ejemplo relevante [11]. Aunque este pseudocereal se cultiva en países vecinos, su presencia en Colombia es limitada, lo que convierte su introducción en el mercado local en un aspecto novedoso y atractivo. La importación de kiwicha desde países productores como Perú, por una parte, garantiza una mayor disponibilidad del producto y rentabilidad para los productores peruanos, y también representa una oportunidad única para aprovechar la creciente tendencia hacia la alimentación saludable y la incorporación de alimentos ancestrales en Colombia. En este contexto, la exploración y aprovechamiento de la kiwicha como ingrediente principal para los snacks saludables representan una estrategia prometedora para ingresar y consolidarse en el mercado colombiano de alimentos, alineándose con las preferencias y necesidades actuales de los consumidores preocupados por su bienestar y salud.

El crecimiento significativo en el mercado de los snacks saludables, como se ha observado en estudios recientes [10], subraya la creciente demanda de opciones alimenticias más saludables por parte de los consumidores. Sin embargo, si no se amplía la disponibilidad de estos productos en los años venideros, es probable que las personas recurran a snacks con altos niveles de grasas

saturadas, azúcares y sodio, lo que podría tener un impacto adverso en su salud y aumentar el riesgo de enfermedades no transmisibles, como la obesidad y las enfermedades cardiovasculares para habitantes colombianos, por lo que es esencial proporcionar alternativas nutritivas para evitar este escenario. Además, la promoción de hábitos alimenticios saludables no solo beneficia a los adultos, sino que también influye positivamente en la formación de patrones alimenticios saludables en niños y jóvenes, sentando así las bases para una generación futura más saludable, debido a la anterior la producción de snacks saludables a base de Kiwicha junto a otros ingredientes de origen vegetal buscan satisfacer un segmento de este mercado en beneficio de los patrones alimenticios actuales.

B. Grupos de interés (¿Quiénes son los actores interesados?)

La identificación de los grupos de interés juega un rol importante en el desarrollo del proyecto, ya que este ejercicio permite conocer quiénes serán impactados dada su relación directa o no con el mismo. Una vez identificados, se debe “*tratar de comprender los sentimientos, emociones, creencias y valores de los interesados*” [15]. Esto con el fin de identificar amenazas u oportunidades adicionales que conllevan a la determinación de los grupos de interés, para ello, se realizó una lluvia de ideas. En este ejercicio de identificación se tuvo en cuenta: la interacción de cercanía de los grupos con el proyecto, la incidencia o posible incidencia de los grupos en el desarrollo del proyecto, obligaciones legales en las que se deba incurrir y la dependencia que pueda generar el desarrollo del proyecto con determinado grupo. Finalmente, se identificaron los siguientes grupos de interés como producto de la integración y depuración de grupos obtenidos en la lluvia de ideas de acuerdo con su interacción y alcance.

En primera instancia, los clientes, los cuales son principalmente consumidores de snacks saludables, quienes tienen un especial interés en mejorar su alimentación. Este grupo se ve directamente afectado por el desarrollo del proyecto por lo que, para el éxito de este se debe buscar satisfacer sus requerimientos.

Por otra parte, las entidades de comercio como la Superintendencia de Industria y Comercio, Cámaras de Comercio locales, desempeñan un papel esencial en la regulación y supervisión de las actividades comerciales en el país, garantizando la transparencia y legalidad en los procesos comerciales. Para el proyecto es de especial importancia mantener una comunicación estrecha con estas entidades debido a su papel en la promoción y protección del consumidor.

De igual manera, las entidades aduaneras DIAN y SUNAT tanto para Colombia y Perú respectivamente, son entes reguladores que juegan un rol determinante en el movimiento de las mercancías a través de las fronteras. También, influyen significativamente sobre el rol de la industria nacional en el comercio internacional, y contribuyen en gran medida a la economía nacional, garantizando la seguridad, protección y legalidad del comercio. Por lo que, para el desarrollo de este proyecto este agente es de suma importancia, debido a que la kiwicha se cosecha en Perú y se propone su exportación a Colombia para comercializarlo en este país, entonces, se deben tener en consideración las regulaciones, impuestos y costos establecidos por estas entidades para la venta de los snacks saludables.

Otro grupo de interés son los competidores, los cuales son las empresas que comercializan snacks saludables en Colombia, estos competidores poseen una participación del mercado actual por lo que es importante analizar qué productos venden, sus precios y sus características, con el objetivo de diferenciarse de estas y poder impactar positivamente al mercado con la introducción de un nuevo producto mediante el diseño de su sistema productivo.

Asimismo, los distribuidores son un puente entre las empresas y el consumidor final, para comercializar los diferentes productos en una red comercial. Los distribuidores propuestos para este proyecto son mercados minoristas y supermercados, quienes presentan un papel de suma importancia en el proyecto, puesto que, estos serían los encargados de distribuir los snacks en Colombia para los consumidores de snacks saludables. El proyecto les proporcionará un beneficio económico a estas organizaciones al diversificar su oferta de snacks saludables, obteniendo un valor diferenciador en el mercado actual.

En esa misma línea, los agricultores de kiwicha son los responsables de cosechar este grano en Perú, esta cosecha depende de las regiones productoras de este país, de la temperatura ambiental y de la temporada de cosecha. Este grupo es indispensable para el desarrollo del proyecto, ya que este es el ingrediente principal de los snacks saludables, por lo que los agricultores serán los facilitadores de esta materia prima, y también se verán beneficiados económicamente al venderla para realizar su respectiva transformación y convertirla en el producto terminado de snacks saludables.

El último grupo de interés está conformado por las instituciones gubernamentales relacionadas con la salud pública y la promoción a la salud, como el Ministerio de Salud y el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). Estas entidades desempeñan un papel fundamental en la regulación y supervisión de la seguridad, eficacia y calidad de medicamentos, alimentos y productos sanitarios en Colombia. En el contexto del proyecto, estas instituciones se convierten en socios claves para fomentar la inclusión de la kiwicha en la alimentación equilibrada como parte de una estrategia integral de

salud y nutrición pública. Asimismo, estas entidades garantizan la legalidad y seguridad del producto al cumplir con los estándares de calidad y seguridad alimentaria.

A partir de los grupos de interés identificados, es esencial emplear herramientas de priorización, dado que estos grupos varían en cuanto a su impacto e influencia en el proyecto, para tal fin, se utilizó la Matriz “Influencia e Impacto”, la cual requiere de información clave para categorizar, priorizar y representar gráficamente los datos, como se detalla en la Tabla II.

Tabla II. Clasificación de grupos de interés y ponderación de Influencia e Impacto

Partes interesadas	Descripción	Efecto (Del proyecto hacia grupos de interés)	Impacto	Influencia
Clientes	Son los consumidores finales del producto de snacks saludables, personas preocupadas por tener una alimentación saludable.	El proyecto le proporcionará una nueva alternativa de snack saludable a los consumidores interesados.	8	10
Entidades de comercio	La Superintendencia de industria y comercio es la entidad encargada de la protección de la competencia, los datos personales y administra el Sistema Nacional de Propiedad Industrial, a través del ejercicio de sus funciones administrativas y jurisdiccionales.	El proyecto proporcionará un nuevo producto en Colombia, por lo que la Superintendencia deberá realizar las regulaciones correspondientes para lograr un buen funcionamiento del mercado.	8	4
Entidades de impuestos y aduanas	Entidades de impuestos y aduanas para Colombia (DIAN) y Perú (SUNAT).	Generar viabilidad para la exportación e importación del producto acorde a las normativas vigentes.	10	4
Competidores	Empresas cuyo rubro es la venta de snacks saludables o una línea de productos.	Aumento de la competitividad en el mercado de snacks saludables ante la introducción de un nuevo producto.	9	3
Distribuidores	Son las empresas mayoristas o minoristas que se encargan de distribuir y comercializar los snacks saludables a base de kiwicha, y así asegurar la disponibilidad en diferentes puntos de venta.	El proyecto les proporcionará una diversificación de portafolio al añadir un producto innovador. Además, permitirá que atraigan un nuevo segmento de mercado cada vez más consciente de la salud.	4	7
Agricultores	Los agricultores de kiwicha son aquellos que suministran la principal materia prima para la elaboración de las barras.	El proyecto tiene un impacto positivo al contribuir en el desarrollo económico y social.	2	8
Instituciones de gobierno	Compuesto por las instituciones gubernamentales relacionadas con la salud pública y la promoción social de la salud como el Ministerio de Salud. El Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), una entidad	El proyecto permite el trabajo en conjunto para educar a la población sobre los beneficios de la kiwicha y su incorporación en una alimentación equilibrada. De igual manera, al proporcionar	7	3

	gubernamental en Colombia encargada de regular y supervisar la seguridad, eficacia y calidad de los medicamentos, alimentos, cosméticos y productos sanitarios.	un nuevo producto en Colombia las instituciones como el INVIMA deberán garantizar el cumplimiento de estándares de calidad y seguridad alimentaria.		
Inversionistas	Son las personas o entidades encargadas de proporcionar el capital para financiar el proyecto, asimismo de la supervisión del avance de este.	El proyecto les proporcionará el retorno de la inversión inicial y cumplirá con sus expectativas de ganancias.	5	8

Mediante la "Matriz de Influencia e Impacto", se logró establecer la importancia que tienen los grupos de interés en la creación de un nuevo producto saludable a base de kiwicha. Esta herramienta de priorización ayuda a elaborar estrategias efectivas acorde a su nivel de impacto e influencia de los grupos de interés. La priorización de los ocho grupos identificados se muestra en la Fig. 2, donde de acuerdo con la Tabla II, en una escala de 0 a 10 se representa en el eje horizontal la evaluación de la influencia, refiriéndose a la participación en el proyecto, y en el eje vertical la evaluación del impacto que tienen los grupos de interés en el proyecto.

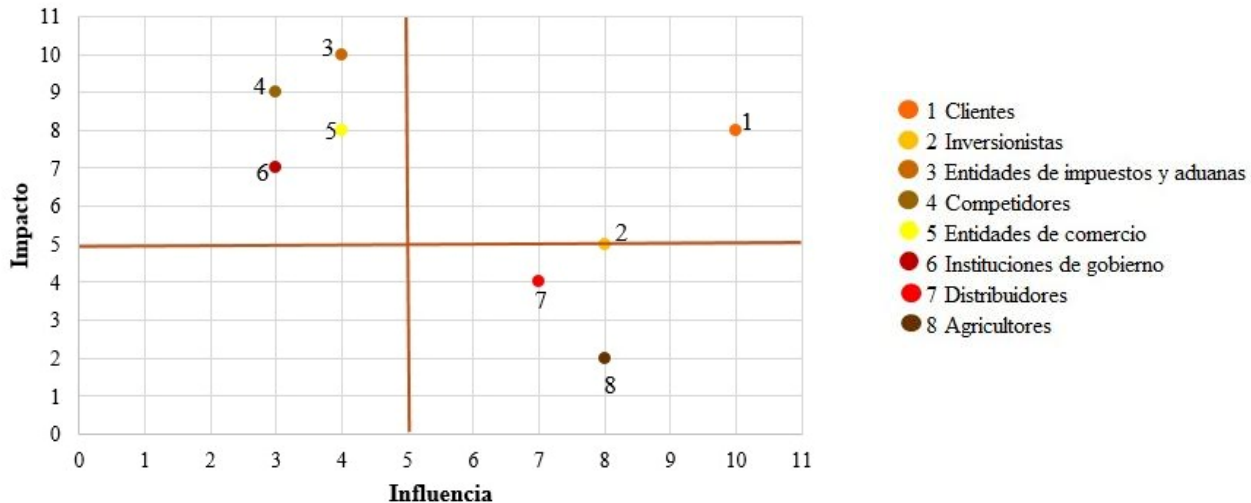


Fig. 2. Matriz influencia – impacto

Según el gráfico de la Fig. 2, los clientes y los inversionistas, son los grupos de interés de mayor importancia tanto en influencia como en impacto, frente a esto, son considerados actores clave dentro del proyecto. En consecuencia, es crucial priorizar su participación y trabajar en pro de satisfacer sus necesidades. Por otro lado, los distribuidores y agricultores muestran una influencia de nivel medio-alto, aunque con un impacto menor, por tanto, se debe priorizar la colaboración estrecha con estos grupos. En última instancia, las entidades gubernamentales, las entidades de impuestos y aduanas, los competidores y las instituciones comerciales presentan un impacto importante, pero con una menor influencia, en consecuencia, es importante mantenerlos informados sobre los avances y resultados asociados con su área de interés.

C. Plan de recolección de datos

En los últimos años, existe un incremento en la concientización sobre el consumo de alimentos saludables en el mercado colombiano, los snacks saludables surgen en respuesta a esta tendencia, cuya base principal en la mayoría de los casos se centra en la utilización de granos con un aporte nutricional significativo, producto de la investigación realizada se encontró que la kiwicha es un pseudocereal con propiedades nutricionales importantes. La kiwicha representa un producto innovador en el mercado

colombiano, asimismo, una oportunidad comercial, por lo anterior este proyecto se enfoca en el diseño de un sistema productivo de snacks saludables cuyo ingrediente principal es la kiwicha.

La recolección de datos de este proyecto tiene un rol crucial para conocer diversos aspectos a considerar respecto a los snacks saludables. Esto se realizará mediante un análisis exploratorio preliminar, que permitirá conocer la disponibilidad de la kiwicha en Perú y los fletes asociados a la exportación del producto al mercado colombiano. También se considerará la tendencia del mercado de snacks saludables junto al tamaño de mercado, para conocer el estado de este segmento en el mercado colombiano.

Dicho lo anterior, es esencial determinar las fuentes de información a utilizar para llevar a cabo la recolección de datos. Para esto, las fuentes secundarias como revistas, artículos e informes permiten recopilar los datos como el valor de mercado de los snacks saludables, costos asociados a fletes de exportación, participación en el mercado, producción anual de kiwicha en Perú. Para lo anterior, se utilizaron datos de instituciones de gobierno colombianas como la Cámara de Comercio de Cali y peruanas como el Ministerio de Agricultura y Riego, además se consultó la base de datos de investigación de mercado de Euromonitor. Esta información sirve principalmente para conocer el tamaño del mercado, las limitaciones asociadas a la disponibilidad de kiwicha y analizar su factibilidad económica. Partiendo de la recolección de datos, se establecen en la Tabla III las variables determinantes para el proyecto y el cálculo de sus respectivos indicadores de desempeño que proporciona información cuantitativa de la variable.

Tabla III. Indicadores de desempeño a medir

Variable	Objetivo	Descripción	Indicador
Tendencia de mercado de snacks saludables	Identificar el crecimiento del mercado de snacks saludables en Colombia.	Se consultará el valor de mercado de snacks saludables en dólares.	Promedio del crecimiento porcentual de los últimos tres años $= prom \left(\sum_{t=1}^3 \frac{\text{valor de mercado}_t - \text{valor de mercado}_{t-1}}{\text{valor de mercado}_{t-1}} \right)$ Donde $t = \text{Año}$. Unidades: porcentaje.
Fletes por exportación	Conocer los costos asociados a la exportación de productos desde Perú a Colombia.	Se realizará la investigación de los costos asociados a la exportación de productos alimenticios.	Costo de flete por exportación $= \text{Costo de flete base} + \text{Cargos adicionales} + \text{Costos de trámites aduaneros y aranceles}$ Unidades: \$/ tonelada o kg.
Rendimiento / Throughput	Conocer el mercado de los snacks saludables y snacks bar en Colombia, mediante el consumo de estos.	Se realizará la estimación de la participación en unidades vendidas en el mercado colombiano en el segmento de snacks saludables.	Estimación de cantidades vendidas de snacks saludables $= \frac{\text{valor del mercado snacks saludables en Colombia}}{\text{precio promedio por unidad de snack saludable}} * \% \text{ participación esperada}$ Unidades: Cantidades vendidas al año.
Disponibilidad de Kiwicha	Conocer la cantidad de kiwicha disponible a nivel regional en Perú, para ser usada como ingrediente principal de los snacks bar.	Se identificarán las cantidades de kiwicha que se cosechan en diferentes regiones de Perú.	Cantidad de producción de kiwicha de los últimos tres años (201-2018) $= prom \left(\sum_{t=1}^3 \frac{\text{Prod. de kiwicha}_t - \text{Prod. de kiwicha}_{t-1}}{\text{Prod. de kiwicha}_{t-1}} \right)$ Donde $t = \text{Año}$. Unidades: Toneladas.

Nivel de servicio	Asegurar la disponibilidad de los productos para satisfacer la demanda.	Se identificarán los niveles de servicios de empresas del sector.	$= prom \left(\sum_i^n Nivel\ de\ servicio_i \right)$ <p>Donde $i = Empresas\ del\ sector$</p> <p>Unidades: %</p>
-------------------	---	---	---

Por último, se debe identificar los indicadores de desempeño o KPIs, los cuales para este proyecto son el rendimiento o throughput y el nivel de servicio porque nos permitirán determinar la capacidad del sistema de producción de snacks saludables a base de kiwicha.

D. Exploración del mercado

El planteamiento de las estrategias ante los factores internos y externos guardan relación con el éxito del proyecto. Se utiliza la matriz DOFA como herramienta de detección de vulnerabilidades y planificación estratégica. Puesto que es de especial interés para el desarrollo del proyecto tener una visión globalizada del mismo con el fin de definir el alcance y la importancia de este, así como explorar las potencialidades del mercado, esto mediante la identificación de oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades, con ello se busca minimizar las amenazas, eliminar o corregir las debilidades y aprovechar los aspectos positivos presentes en el proyecto. Se presenta en la Tabla IV, el cruce de las variables identificadas, a partir del desarrollo y análisis de los aspectos considerados por esta importante herramienta para la estructuración de proyectos.

Tabla IV. Matriz DOFA

		Factores internos	
		Fortalezas.	Debilidades.
		<p>F1. Alto valor nutricional de la kiwicha al ser una excelente fuente de proteínas, fibra y minerales lo cual se traduce en beneficios para la salud.</p> <p>F2. Proceso responsable con el medio ambiente mediante la eficiente utilización de recursos.</p> <p>F3. Cadena de suministros local con estrecha relación con los agricultores.</p>	<p>D1. Dependencia de la producción de kiwicha.</p> <p>D2. Demoras en la cadena de suministro de otros insumos.</p> <p>D3. Conocimiento de la marca en el mercado.</p>
Factores Externos	<p>Oportunidades.</p> <p>O1. Creciente tendencia del mercado hacia alimentos y snacks nutritivos.</p> <p>O2. Incursión en nuevos segmentos de mercado interesados en productos saludables.</p> <p>O3. Asociación con negocios o cadena de negocios interesados en una alimentación saludable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Campañas de marketing que destaquen las propiedades nutricionales de la kiwicha. - Proteger fórmula con derechos de propiedad intelectual. - Identificar mediante estudios de mercado las regiones con demanda creciente de snack saludables. - Establecer colaboración de ventas con socios estratégicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar relaciones con múltiples proveedores de kiwicha. - Identificar posibles cuellos de botella en la cadena de suministros. - Desarrollar campañas de marketing utilizando plataformas digitales.

O4. Ampliar la cartera de productos acorde a los nuevos segmentos o tendencias.		
<p>Amenazas.</p> <p>A1. Cambios en las regulaciones alimentarias o de salud podrían afectar la producción de los productos.</p> <p>A2. Competencia en el mercado de snacks saludables.</p> <p>A3. Cambios en la tendencia de consumo del cliente.</p> <p>A4. Imitación de los productos por parte de otras empresas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aprovechar el acceso a plataformas digitales para obtener información actualizada. - Diseñar un sistema de producción flexible que sea capaz de adaptarse a las preferencias del consumidor. - Asegurar la protección intelectual de las recetas y procesos de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tener transparencia y cumplimiento sobre las regulaciones alimentarias. - Asegurar contratos a largo plazo con proveedores clave en la cadena de suministros. - Generar estrategias de posicionamiento de la marca. - Mantener un enfoque de introducción de nuevas variedades y características en los productos.

Para la elaboración de esta matriz se generó inicialmente una lluvia de ideas con el fin de identificar cada uno de los aspectos en consideración teniendo en cuenta su nivel de impacto en el diseño del proceso de fabricación y comercialización tanto para las fortalezas y oportunidades los cuales son principalmente elementos que pueden asegurar el éxito del proyecto y, asimismo las debilidades y amenazas cuyos elementos pueden llevar al fracaso en el desarrollo del proyecto. Posteriormente se jerarquizaron según su nivel de impacto de mayor a menor de acuerdo con las potencialidades que estos representan en el desarrollo del proyecto.

Caracterización del mercado de snacks saludables a base de kiwicha

En el contexto del proyecto, resulta crucial explorar diversos aspectos clave que influyen en el desarrollo y éxito en el mercado de productos saludables. Para ello, se abordarán las siguientes áreas: primero, se realizará un análisis de las tendencias actuales en la industria de productos saludables, destacando los cambios y evoluciones que impactan en el desarrollo y la demanda de este tipo de productos. Segundo, se llevará a cabo un análisis detallado del entorno político, económico, tecnológico, sociocultural y demográfico; este permitirá entender mejor el contexto e identificar oportunidades y desafíos relevantes. Finalmente, se explorará el sector, examinando proveedores y competidores. Este último análisis ayudará a comprender la dinámica del mercado y a identificar posibles estrategias para posicionar y comercializar los snacks saludables de manera efectiva.

1) Tendencia de la industria de snacks saludables

Para abordar las tendencias de la industria alimentaria, es esencial reconocer cómo la conciencia sobre la salud y la nutrición ha influido en los hábitos de consumo. Los cambios en los hábitos alimenticios también han estado influenciados por factores sociales, demográficos y económicos. En los últimos años, se ha observado una transición de una alimentación tradicional basada en alimentos de origen vegetal hacia una dieta más rica en alimentos procesados y de alta densidad energética. Este cambio ha llevado a un aumento en el consumo de grasas saturadas, azúcares refinados y alimentos industrializados, lo que representa un riesgo para la salud y el desarrollo de enfermedades.

Sin embargo, las tendencias actuales muestran una creciente preocupación por mejorar los hábitos alimenticios y adoptar un estilo de vida más saludable. Cada vez más personas están optando por incluir alimentos nutricionales y saludables en su dieta diaria, así como por incorporar ejercicio físico en su rutina diaria. Estos cambios en la alimentación se deben a diversos factores,

como los alimentos consumidos, las formas de preparación, los momentos y ocasiones de consumo, los atributos que influyen en la elección de los alimentos y la influencia de los mercados.

En este contexto, los snacks han emergido como una categoría en constante crecimiento, evidenciando un aumento del 15,3% en 2023. El mercado global de snacks saludables, abarcando tanto bebidas como alimentos, ha mantenido una tendencia ascendente, destacándose el segmento de Snacks Bar que representó un 14,7% del mercado total en 2023, con un valor de mercado de COP 87 billones. Se proyecta un crecimiento adicional del 6,9% durante el período de pronóstico entre los años 2023 y 2028 [16]. Es crucial destacar que, durante este período pronosticado, Colombia también experimentará un crecimiento significativo en este mercado, impulsado principalmente por el lanzamiento de productos enfocados en la salud y la alimentación consciente. Se prestará especial atención a los requisitos y preferencias de los consumidores, incluyendo consideraciones sobre colesterol, ingredientes sin gluten y opciones veganas. Estos datos reflejan una clara respuesta del mercado ante la necesidad de alternativas más saludables.

2) Análisis de entorno

El análisis de entorno para la producción de un nuevo producto a base de kiwicha se centra en la evaluación de factores políticos, económicos, socioculturales, tecnológicos, demográficos y legales que podrían impactar su desarrollo y comercialización. Este análisis, que se presenta de manera estructurada en la Tabla V, tiene como objetivo principal identificar oportunidades y amenazas en el entorno externo, brindando así una base informada para la toma de decisiones.

Tabla V. Análisis de entorno

Político	Económico	Sociocultural	Tecnológico	Demográfico	Legal
Favorable					
Acuerdo comercial Alianza del Pacífico [17].	Crecimiento de la oferta y demanda sobre productos y servicios ligados a la agricultura.	Consciencia sobre la alimentación saludable.	Integración de sistemas automatizados en la producción de los snacks saludables a base de kiwicha.	Colombia experimenta con un proceso de urbanización continuo, con más 82% de la población viviendo en áreas urbanas [19], esto permite que los canales de distribución y disponibilidad de productos en este caso los snacks a base de kiwicha se pueden comercializar en supermercados, tiendas especializadas y punto de venta.	Regulaciones específicas sobre aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias a partir de la resolución 835 de 2013 conferidas en las Leyes 9 de 1979 y 170 de 1994. (Ministerio de Salud, INVIMA) [20].
Política agraria [18] asociada a los medios de vida de los productores agropecuarios en Perú, en un contexto político y económico.	Impacto positivo en el desarrollo económico al incluir un nuevo producto dentro del mercado.	Cambio en el pensamiento social acerca del impacto de los procesos productivos con el medio ambiente. Inclusión social de comunidades productoras de kiwicha.			Ley 2120 de 2021: “Por medio de la cual se adoptan medidas para fomentar entornos alimentarios saludables y prevenir Enfermedades no Transmisibles y se adoptan otras disposiciones” [21].
Desfavorable					
	Fluctuaciones en el tipo de cambio afectan el costo de transporte y distribución, así como el precio final en el mercado colombiano.	Percepción negativa a productos extranjeros en detrimento de los productos locales.	Uso de maquinaria no automatizada para la cosecha de kiwicha.	Distribución de ingresos en Colombia es heterogénea con una brecha considerable entre los estratos socioeconómicos.	Disposiciones y legislaciones nuevas que restrinjan las condiciones actuales de exportación de productos entre Perú y Colombia.

3) Análisis del sector

El sector de los snacks saludables en Colombia representa el 25% del mercado total de snacks en el país, estos alimentos se han incluido en la alimentación de las personas a lo largo de los años. De acuerdo con el estudio “State of Snacking” de Mondelez más del 75% de las personas siempre tienen presupuesto para comprar snacks [22], lo cual representa una oportunidad en la incursión en el mercado de este sector. Además, la participación de los snacks saludables se ha incrementado en los últimos 6 años cómo se evidencia en la Fig. 1, este crecimiento se ha impulsado debido a que las personas tienen mayor interés por la salud y el bienestar con respecto a las ofertas saludables en el mercado.

El sector de los snacks en Colombia específicamente en la categoría de snack bar, galletas dulces y snacks de frutas ha identificado las empresas con mayor participación en el país para el año 2023, esta información se encuentra en la Fig. 3. La principal empresa en el mercado colombiano es Compañía de Galletas Noel S.A. con una participación del 43% manteniendo un claro liderazgo empresarial, debido a su amplio portafolio e innovación. Dentro del portafolio de marcas que maneja esta compañía se encuentra Tosh, la cual contiene la línea de snacks bar de diferentes presentaciones con una mezcla de frutos secos, nueces, maní, avena, entre otros ingredientes.

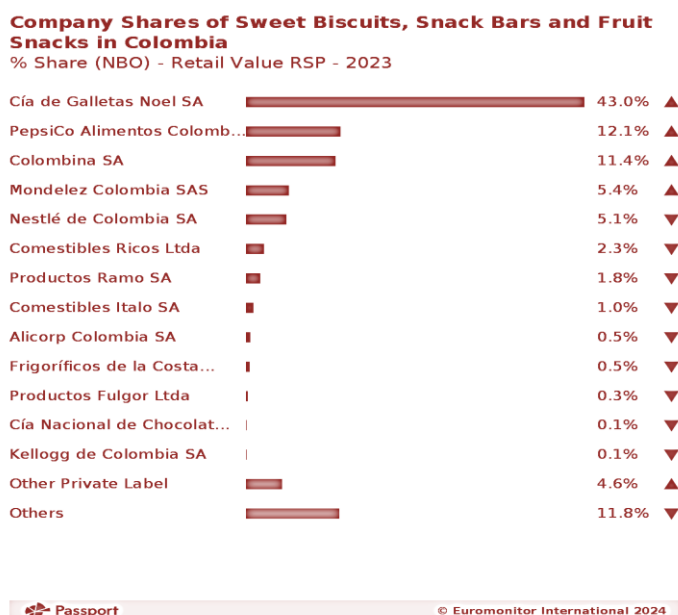


Fig. 3. Participación de las compañías en la categoría de snacks bar en Colombia [16]

La marca Tosh, lanzada en el año 2017 por el grupo Nutresa, incursionó en el mercado de los snacks saludables cómo respuesta a la creciente demanda de opciones nutritivas que los consumidores no encontraban en el mercado colombiano, destacándose en el segmento de galletas, snacks bar y snacks de frutas, Tosh posee una participación relevante, alcanzando un 8,5% del mercado, como se muestra en la Fig. 4, ocupando el primer lugar dentro de las marcas que comercializan snacks bar. Es relevante también analizar los precios de estos productos en Colombia, los snacks saludables tienen un rango de precios que oscila entre \$1.600 y \$7.000, dependiendo del tipo de producto. En particular, los snacks bar de Tosh tienen un precio promedio por unidad que varía entre \$2.000 y \$4.000, estos rangos varían dependiendo de los ingredientes diferenciadores en cada snack bar y de su peso que oscilan entre 23g y 27g.

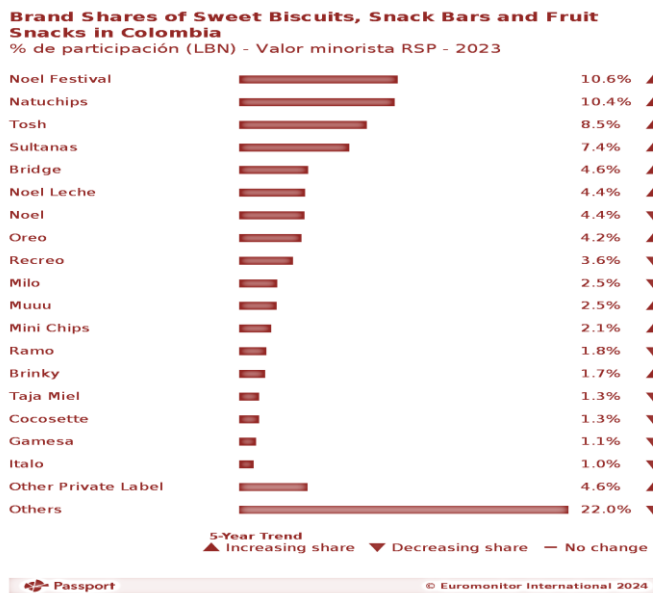


Fig. 4. Participación de las marcas en la categoría de snacks bar en Colombia [16]

Finalmente, el sector de los snacks saludables en Colombia está experimentando un crecimiento en los últimos años, debido a la demanda de alternativas más saludables y nutritivas por parte de los consumidores. Por esta razón, es un sector beneficioso para la realización del proyecto, no sólo en la incursión con snacks saludables sino también con el posicionamiento de un ingrediente poco conocido en el país, que es la kiwicha.

El ingrediente principal de los snacks saludables de este proyecto es la kiwicha, por esto se deben identificar los posibles proveedores de este grano en Perú, las regiones dónde mayor es su cosecha y las limitaciones que esta tiene. Para conocer una información estimada para los años actuales, primero, se investigó la producción nacional de kiwicha mediante el informe anual del Ministerio de Agricultura y Riego de Perú en el periodo de 2005 - 2018, esta información está presentada en la Fig. 5. Esta producción es un conglomerado de las siete regiones que producen kiwicha, las cuales son Apurímac con el 46% de la producción, seguida de Cusco y Arequipa que producen el 19% y 16% respectivamente, las demás regiones son Áncash con 9%, Ayacucho con 7%, La libertad con 3% y finalmente, Huancavelica con 0,3% [23].

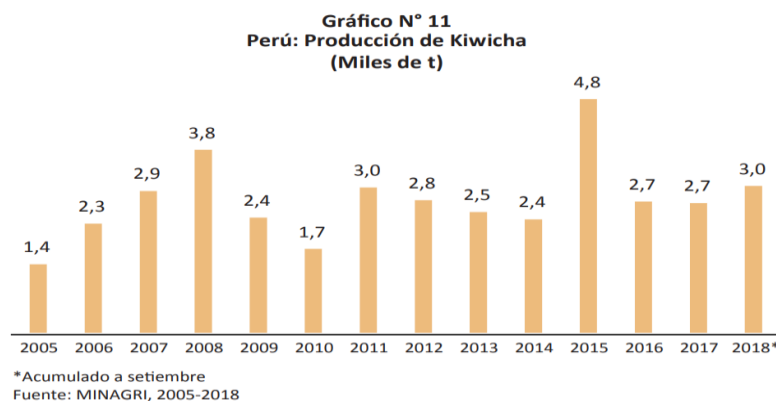


Fig. 5. Producción de kiwicha en toneladas a nivel nacional presentado en [23]

La información obtenida por el Ministerio de Agricultura y Riego es fundamental para determinar las regiones donde la cosecha de la kiwicha es de fácil acceso, también es relevante conocer los agricultores que cosechan este grano andino en las diferentes regiones del país, cómo se evidencia en la Fig. 6, en esta informan que según la ENA del 2017, hay 25.511 productores solo de kiwicha que representan un 1,8% de los productores del total de granos andinos y también hay un 1,2% de productores, es decir, 1.579 productores que no solo cosechan kiwicha, sino también quinua y tarhui.

Tipo de cultivo	Nº productores	%
Total	143 722,0	100,0
Solo quinua	88 360,0	61,5
Solo tarhui	25 392,0	17,7
Solo cañihua	9 359,0	6,5
Solo kiwicha	2 511,0	1,8
Quinua y tarhui	3 398,0	2,4
Quinua y cañihua	13 123,0	9,1
Quinua y kiwicha	1 507,0	1,1
Quinua, tarhui, kiwicha	72,0	0,1

Fuente: ENA 2017

Fig. 6. Tipología de productores según el grano andino [23]

El sector de kiwicha en Perú ha experimentado un resurgimiento significativo en los últimos años debido a su reconocimiento cómo super alimento nutritivo, lo cual ha ocasionado que incremente el número de productores y su producción en los últimos años en las diferentes regiones, generando oportunidades económicas a estas. Para el presente proyecto esto representa mayor accesibilidad de este ingrediente base para los snacks saludables.

Al realizar la caracterización tanto el análisis de la tendencia, el entorno y el sector en el que se desarrolla este proyecto, se deben conocer las cifras importantes que sustentan el desarrollo de este, es decir, determinar el resultado del KPI establecido anteriormente, este valor en la actualidad y la meta establecida se encuentra representado en la Tabla VI.

Tabla VI. Resultados de indicadores de desempeño

Variable	Actualidad	Meta
Rendimiento / Throughput	Tamaño actual de mercado de snacks saludables en Colombia: 730 millones de unidades al año [Anexo 1]	48.000.000 de unidades al año (6,58% del tamaño actual del mercado de snacks saludables)
Nivel de servicio	Nivel de servicio en supermercados: 78,3% Nivel de servicio en manufactura: 85% - 95%	87%

Para determinar la meta del Rendimiento se calculó el valor actual del tamaño de mercado, según la información obtenida en bases de datos como Euromonitor e informes de la Cámara de Comercio de Cali, se estimó que la cantidad de unidades de snacks saludables vendidas en Colombia para el año 2023 fueron de: 730 millones. Respecto el nivel de servicio, se utilizaron valores de referencia en el sector de supermercados [24] y en la industria manufacturera [25].

E. Análisis de oportunidad





Al calcular el tamaño actual del indicador de desempeño del proyecto, se lleva a cabo un análisis de oportunidad mediante la aplicación del enfoque de la mezcla de mercado integrando las 4P del marketing, que abarcan producto, precio, promoción y distribución. Específicamente para este proyecto, se emplearán tres elementos clave: producto, refiriéndose al despliegue del portafolio de productos del sistema productivo; precio, que determinará la disposición a pagar de los clientes potenciales; y la plaza, donde se definirá tanto la macro localización para la ubicación del sistema productivo como la micro localización para la segmentación del mercado objetivo.

1) Producto

Inicialmente se definen los tipos de productos que se realizarán en el sistema productivo, para este sistema se incursionará en el sector de snacks saludables con tres líneas de productos, los snacks bar, bolitas y trocitos con cubierta de chocolate, todos estos

productos a base de kiwicha. En la Tabla VII y VIII se presenta el portafolio de productos con sus respectivos ingredientes e imágenes de referencia.



Tabla VII. Portafolio de snacks bar

Producto	Imagen de referencia
<p align="center">Snack bar de arándanos y maní</p> <p>Base seca: Kiwicha y avena.</p> <p>Base líquida: Aceite de coco, miel y lecitina de soya.</p> <p>Aditivos: Ácido cítrico y extracto Romero.</p> <p>Ingredientes adicionales: Arándanos deshidratado y maní.</p>	 <p align="center"><i>Fig. 7. Imagen referencia snack bar de arándanos y maní (Generado en Copilot)</i></p>
<p align="center">Snack bar de almendras y pasas</p> <p>Base seca: Kiwicha y avena.</p> <p>Base líquida: Aceite de coco, miel y lecitina de soya.</p> <p>Aditivos: Ácido cítrico y extracto Romero.</p> <p>Ingredientes adicionales: Almendras y pasas.</p>	 <p align="center"><i>Fig. 8. Imagen referencia snack bar de almendras y pasas (Generado en Copilot)</i></p>
<p align="center">Snack bar de chocolate y maní</p> <p>Base seca: Kiwicha y avena.</p> <p>Base líquida: Aceite de coco, miel y lecitina de soya.</p> <p>Aditivos: Ácido cítrico y extracto Romero.</p> <p>Ingredientes adicionales: Trocitos de chocolate semiamargo 47% y maní.</p>	 <p align="center"><i>Fig. 9. Imagen referencia snack bar de chocolate y maní (Generado en Copilot)</i></p>
<p align="center">Snack bar de manzana y canela</p> <p>Base seca: Kiwicha y avena.</p> <p>Base líquida: Aceite de coco, miel y lecitina de soya.</p> <p>Aditivos: Ácido cítrico y extracto Romero.</p> <p>Ingredientes adicionales: Manzana deshidratada y esencia de canela.</p>	 <p align="center"><i>Fig. 10. Imagen referencia snack bar de manzana y canela (Generado en Copilot)</i></p>

Los snacks bar se presentan en cuatro referencias, las cuales se distinguen por los ingredientes diferenciadores que se observan en el portafolio de la Tabla VIII. Estos snacks bar tienen un tamaño de 8,5cm x 2,7cm x 1,5cm, estas medidas se han determinado a partir de la recopilación de información proveniente de empresas presentes en el actual mercado de barras de snacks en

Colombia, así como de la búsqueda digital de este producto a nivel mundial. Además, cada snack bar tiene un peso de 23g, determinado por las dimensiones e investigaciones sobre este producto.

Tabla VIII. Portafolio de otros snacks saludables

Producto	Imagen de referencia del producto
<p>Bolitas de kiwicha con cobertura de chocolate</p> <p>Base seca: Kiwicha y avena.</p> <p>Base líquida: Aceite de coco, miel y lecitina de soya.</p> <p>Aditivos: Ácido cítrico y extracto Romero</p> <p>Ingredientes adicionales: Chocolate semiamargo.</p>	 <p><i>Fig. 11. Imagen referencia bolitas de kiwicha con cobertura de chocolate (Generado en Copilot)</i></p>
<p>Trocitos de kiwicha con cobertura de chocolate</p> <p>Base seca: Kiwicha y avena.</p> <p>Base líquida: Aceite de coco, miel y lecitina de soya.</p> <p>Aditivos: Ácido cítrico y extracto Romero</p> <p>Ingredientes adicionales: Chocolate semiamargo.</p>	 <p><i>Fig. 12. Imagen referencia trocitos de kiwicha con cobertura de chocolate (Generado en Copilot)</i></p>




Los demás snacks se caracterizan por su forma, tal como se evidencia en el portafolio de la Tabla VIII, con presentaciones esférica y cuadrada. Las primeras tienen un diámetro aproximado de 2cm por unidad, mientras que las segundas presentan medidas 2cm por lado. El peso promedio estimado por bolsa de estos snacks oscila entre 40 g.

Los empaques de los snacks saludables serán hechos con el material de lámina de embalaje PET - VMPET - PE, ya que es un material plástico que tiene una presentación en rollos y se utiliza para crear bolsas de aluminio de alta calidad. Esta lámina tiene 3 capas, la primera capa exterior es de una película de poliéster, en esta capa se imprime la imagen del producto dependiendo de la personalización de la empresa e incrementa la resistencia; la capa de en medio es de poliéster recubierto con aluminio, esta capa actúa como barrera y de soporte, proporcionando una superficie resistente al agua; por último, la capa interior de polietileno actúa como capa selladora extendiendo la vida útil de los productos, siendo apto para alimentos.

Esta lamina es muy utilizada en la industria alimentaria, su elección es debido a sus principales características donde busca proteger y conservar el producto que contiene, proporcionando una barrera contra la luz, la humedad y el oxígeno, otras ventajas son: la forma de embalaje versátil, la resistente y no toxicidad, esta última característica es de suma importancia para la realización del proyecto, puesto que el sistema productivo es de snacks saludables.

De acuerdo con lo mencionado, en la Tabla IX se encuentran las imágenes de referencia de las alternativas de empaques de los snacks.

Tabla IX. Empaques de los snacks saludables

<p>Imagen de referencia de snacks bar</p>	 <p>Fig. 13. Imagen referencia empaque de barras (Generado en Copilot)</p>
<p>Imagen de referencia de bolitas de kiwicha</p>	 <p>Fig. 14. Imagen referencia empaque de bolitas (Generado en Copilot)</p>
<p>Imagen de referencia trocitos de kiwicha</p>	 <p>Fig. 15. Imagen referencia empaque de trocitos (Generado en Copilot)</p>

2) Precio

El precio es un factor que influye en la rentabilidad, competitividad y aceptación del producto en el mercado. La fijación adecuada del precio no solo garantiza la viabilidad económica del negocio, sino que también afecta la percepción del valor por parte de los clientes. En este sentido, con el fin de determinar el rango de precios adecuado para nuestros productos, se llevó a cabo una encuesta piloto detallada entre los clientes potenciales, como se evidencia en el Anexo 2. Esta encuesta no solo nos permitió obtener datos sobre las preferencias y necesidades del mercado, sino que también nos proporcionó información para calcular el tamaño muestral necesario. Este tamaño muestral se determinó utilizando la ecuación 1, que nos permitirá evaluar con precisión el rango de precios final.

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 \cdot n_{-1} \cdot S}{error} \quad (1)$$

Es importante destacar que, al ofrecer un portafolio compuesto por tres líneas de productos, es fundamental calcular el tamaño muestral para cada una de ellas. Esto nos permitirá identificar cuál de ellas posee mayor valor y establecer ese valor como nuestro tamaño muestral. Tras este análisis, se determinó con un nivel de confianza del 95% y un error de 250 pesos colombianos que se requieren 206 encuestas para evaluar con precisión el precio de los tres tipos de snacks saludables a base de kiwicha. Este número de encuestas nos brindará datos representativos sobre las preferencias y disposición a pagar de los consumidores potenciales.

Como se mencionó anteriormente, el análisis de la encuesta piloto nos brinda una visión clara de las preferencias y disposición a pagar de los consumidores. Esta evaluación no solo nos permite comprender mejor el comportamiento del mercado, sino que también nos proporciona información valiosa para mejorar la encuesta realizada, considerando opciones que no fueron elegidas en la prueba piloto.

La encuesta realizada a 206 personas mostró un comportamiento similar a la encuesta piloto. Asimismo, para la realización de esta encuesta se realizó un ajuste en las opciones de selección de los precios para reflejar con mayor precisión las preferencias de los consumidores.

En la Fig. 16, se presentan los resultados de la disposición a pagar por los snacks bar. Estos hallazgos sugieren que el precio adecuado para la aceptación del producto estaría dentro del rango de \$3.000 a \$5.000 COP, dado que el 58% de los encuestados manifestaron estar dispuestos a pagar en esta franja de precios.

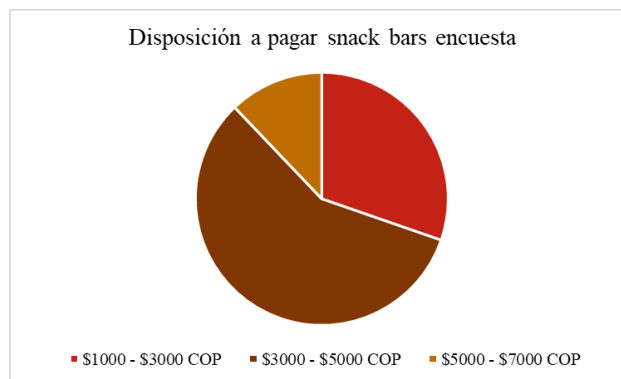


Fig. 16. Disposición a pagar snack bar encuesta [Anexo 3]

Por su parte, en la Fig. 17 se representa la disposición a pagar por las bolitas de kiwicha. Los resultados revelan que establecer un precio dentro del rango de \$4.000 a \$5.000 COP podría ser el más adecuado para garantizar la aceptación del producto.

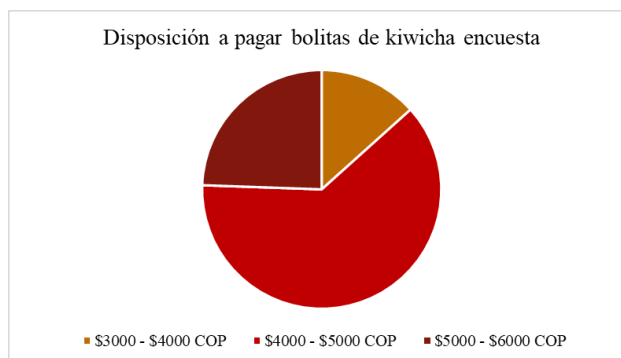


Fig. 17. Disposición a pagar bolitas de kiwicha encuesta [Anexo 3]

Finalmente, la Fig. 18 exhibe los resultados de la disposición a pagar por los trocitos de kiwicha. Estos datos indican que, para asegurar la aceptación del producto, se debe contemplar un precio que se sitúe en el intervalo de \$5.000 a \$6.000 COP.



Fig. 18. Disposición a pagar trocitos de kiwicha encuesta [Anexo 3]

3) Plaza

La plaza por su parte es un aspecto de especial importancia dado el mercado competitivo actual, entender su importancia puede representar una ventaja en el entorno de mercado. Este apartado permite identificar aspectos como la macro localización en la cual se tiene en cuenta el panorama del mercado y competencia para finalmente converger en la ubicación del proyecto. Y por otra parte la micro localización donde se evalúan los canales de venta o distribución, teniendo en cuenta la cercanía al consumidor final.

La kiwicha al ser un producto novedoso y teniendo en cuenta que el proyecto se centra en el diseño de un sistema productivo de snacks saludables cuyo ingrediente principal es este cereal, el mercado objetivo es el colombiano. Este mercado tiene una demanda aproximada de 29.000 millones de unidades para el año 2023 [Anexo 1].

En primera instancia, para la macro localización se recurrió a un análisis preliminar donde se utilizó el método de ranking de factores. Mediante la aplicación de este método se identificaron cuatro factores de acuerdo con su relevancia, se estableció al factor novedad de mercado como el de mayor importancia, al permitir distinguirse de los competidores de un mercado. Por otro lado, tanto la disponibilidad de kiwicha al ser el insumo principal de los snacks y, la cadena de suministro conformada por transporte, almacenamiento y distribución en el mercado, se consideran del mismo nivel de importancia. Por último, el factor de disponibilidad de mano de obra es el factor de menor relevancia para el proyecto, como se observa en la Tabla X.

Tabla X. Tabla de enfrentamiento de factores

Factores	Disponibilidad de kiwicha	Disponibilidad de mano de obra	Cadena de suministro	Novedad de mercado	Puntos	% ponderado
Disponibilidad de kiwicha	-	1	1	0	2	28,6%
Disponibilidad de mano de obra	0	-	0	0	0	0%
Cadena de suministro	1	1	-	0	2	28,6%
Novedad de mercado	1	1	1	-	3	42,8%
				Total	7	100%

Según lo obtenido en la Tabla X, se evaluaron estos factores tanto para Colombia y Perú, se consensuó con el equipo de trabajo la siguiente calificación: Muy bueno (5); regular (3) y deficiente (1).

Tabla XI. Tabla de ranking de factores (factores por país)

Factores vs. Ponderación	Ponderación	Colombia		Perú	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Disponibilidad de kiwicha	28,6%	1	0,29	5	1,43
Disponibilidad de mano de obra	0%	5	0	3	0
Cadena de suministro	28,6%	5	1,43	3	0,86
Novedad de mercado	42,8%	5	2,14	1	0,43
Total	100%		3,86		2,72

La novedad de mercado es el factor de mayor influencia y determinante en la decisión del método siendo Colombia la plaza que obtuvo la mayor calificación debido principalmente al desconocimiento de la kiwicha en el mercado colombiano, por su parte en Perú, según lo investigado este cereal es conocido al ser cultivado y consumido habitualmente en este país. De igual manera, Colombia destaca en el factor de la cadena de suministro, esto principalmente por las redes de distribución cercanas al mercado objetivo. Con respecto a la disponibilidad de kiwicha, Perú sobresale por su vasta producción agrícola de kiwicha, a diferencia de Colombia no existen plantaciones de kiwicha de las que se tengan registro. Finalmente, según este método presentado en la Tabla XI, Colombia es la plaza seleccionada para la implementación del sistema productivo de este proyecto.

Por su parte, Colombia será el mercado receptor de la materia prima (kiwicha) que, por su novedad representa una excelente plaza de venta para un mercado en constante crecimiento, este grano andino será importado desde Colombia. Para esta operación se debe considerar el acuerdo comercial de la Alianza del Pacífico, que involucra tanto a Colombia como a Perú permitiendo cero

aranceles de los países miembros en una gran cantidad de productos que cumplan denominación de origen [17], en particular el grano de kiwicha cumple con los aspectos de origen por lo cual se encuentra exento del pago de aranceles. En cuanto al aspecto tecnológico en Perú actualmente se está construyendo el puerto multipropósito de Chancay [26] este mega puerto permitirá un aumento de la competitividad de las regiones central y sur de Perú, zonas de especial importancia para el proyecto al ser zonas donde se ubican las regiones productoras de kiwicha, se espera que este puerto sirva para descongestionar el principal puerto actual del Callao en Perú, este puerto es el segundo lugar en mayor conectividad marítima para el 2021 en comparación con los países de la alianza del pacifico, representado una carga para este mismo año de 49.615 miles de toneladas [27], lo que representa un mayor dinamismo y accesibilidad en la exportación de este país. Por su parte, las importaciones para Colombia en el sector agroindustrial para el año 2022 representan el 8,9% de la participación [28].

En cuanto a la micro localización se busca generar una base sólida con los integrantes de la cadena de suministro tanto de los proveedores, como distribuidores hasta el consumidor final, lo cual permitirá tener un sistema de suministro eficiente. En cuanto a la longitud del canal se busca que esta sea corta para tener un mayor control. Por tal motivo la planta será ubicada a la cercanía de los primeros eslabones de la cadena de suministro, como el puerto y transporte logístico. Con esto se espera diseñar un adecuado sistema logístico para la recepción de insumos y transformación al producto terminado.

Según lo establecido en la sección anterior de análisis de oportunidad, en Colombia se evidencia una creciente tendencia del consumo de snacks saludables. Por tal motivo, en una primera etapa se prevé la introducción de los snacks a base de kiwicha en el mercado colombiano para las ciudades principales como Cali, Medellín y Bogotá, las cuales representan aproximadamente el 26% de la población. El puerto de Buenaventura sirve a estas ciudades, siendo el de mayor tráfico marítimo de Colombia [29], además por su cercanía al puerto del Callao en Perú. En cuanto a las alternativas de intermediarios, al tener el producto terminado se proponen diversas opciones de canales de distribución, tanto mayoristas como retailers (tiendas especializadas y puntos de venta) del sector alimentos. En cuanto a los aspectos de gestión del canal de distribución se considerará utilizar los medios existentes con el fin de formar fuertes lazos mediante contratos a largo plazo para abaratar costos.

F. Objetivos

Al investigar el sector de snacks saludables y definir las oportunidades de este proyecto en el mercado colombiano, se plantea el siguiente objetivo general, el cual se cumple mediante la ejecución de los objetivos específicos.

Objetivo general: Diseñar un sistema productivo de snacks saludables a base de kiwicha con el propósito de satisfacer un segmento del mercado colombiano de snacks saludables.

Objetivos específicos:

- Definir el diseño preliminar del sistema de producción de snacks saludables a partir de kiwicha mediante la identificación de los requerimientos del diseño en función de sus componentes y subsistemas considerando el proceso de importación de la materia prima (kiwicha).
- Desarrollar el diseño detallado del sistema de producción de snacks a partir de kiwicha, teniendo en cuenta la definición de sus tecnologías, recursos y capacidades para suplir la demanda del sector saludable del mercado colombiano.
- Validar financieramente la viabilidad del diseño del sistema productivo de snacks saludables a base de kiwicha.

G. Revisión de literatura

En la revisión de literatura se presentan artículos y tesis que abordan un enfoque extrapolable al de este proyecto. Está se divide en dos secciones, una con el fin de identificar tendencias de alimentos nutritivos en snacks saludables, y otra enfocada en metodologías y herramientas utilizadas para dar solución a las oportunidades del mercado identificadas.

1) *Incursión de alimentos nutritivos en snacks saludables.*

La adopción de medidas en los cambios de hábito alimenticio por parte de la población para hacer frente a una problemática creciente como el incremento de la obesidad a nivel mundial ha generado una respuesta por parte del sector industrial alimentario mediante la inclusión de alimentos sanos en sus productos o la introducción de nuevos portafolios de productos que se destacan por su aporte nutricional o bajo en grasas. El ámbito académico no es ajeno a esta tendencia; prueba de ello es la realización de diversos proyectos bajo este enfoque.

Se destacan en estos proyectos la utilización de determinados cereales especialmente por su aporte nutricional como la quinua, ingrediente predominante en los trabajos de Casale y Longui [30]; Franco y Gonzales [31]; Iuliano[32]; Carrillo [35]; Choquehuayta [36]; Aliaga [38], acompañado de otros cereales más utilizados en la industria como maíz [30], avena [36] o por productos novedosos como el amaranto [32] y la cañihua [38], pseudocereales cuya característica principal es su cultivo en zonas altoandinas como Perú, Bolivia, Ecuador y en el noroccidente de Argentina.

La inclusión de alimentos escasamente utilizados en el mercado en la elaboración de snacks representan un factor más que innovador, por ejemplo como propone Morla [33] la utilización de Pitahaya, para la elaboración de snack bar por sus propiedades antiinflamatorias y antioxidantes, la lúcuma [35] la cual se destaca por su alto valor energético o la utilización de Rambután [36] por su alto aporte vitamínico, la justificación de la inclusión de estos ingredientes poco usuales se justifican a priori más que por sus propiedades organolépticas por su aporte nutricional. No obstante, en estos trabajos no se realiza la validación o comparativa de estos ingredientes frente a otras alternativas ya sea por su aporte nutricional o por una mejor aceptación en el mercado.

De forma complementaria a los ingredientes preponderantes se utilizan semillas, frutos secos y frutas deshidratadas. En cuanto a semillas se utilizan la chía [30] y Castro e Iridiana [39] utilizan semillas de girasol, ajonjolí [30] y linaza [30], la utilización de frutos secos también configura un factor recurrente en los trabajos analizados como Yen Li y Palacios [34] quienes utilizan nuez de pecana [39] y almendras [36], [39]. Finalmente, la inclusión de las frutas deshidratadas como higos realizados por Beraún [37], fresas y arándanos [34], coco rallado [36] o banano [31] complementan la base principal de estas propuestas para la elaboración de productos alimenticios saludables.

Conforme a lo anterior, incluir ingredientes con altos valores nutricionales es una tendencia en el mercado actual. La kiwicha, se destaca por su aporte nutricional tanto en vitaminas como en minerales y representa un alimento poco utilizado en la industria alimentaria a pesar de su sostenida producción en los países productores de este cereal, la inclusión de esta y otros alimentos como la avena, frutos secos y/o frutas deshidratadas configuran en primera instancia, insumos a considerar para la elaboración de snacks saludables.

2) *Consideraciones de los trabajos encontrados.*

En los proyectos que involucran el diseño desde el punto de vista de la ingeniería industrial o de producción se utilizan herramientas propias de este campo para dar respuesta a un problema de diseño promovido por la tendencia creciente del mercado hacia una alimentación saludable. La utilización de estas herramientas tiene como finalidad el aprovechamiento adecuado de los recursos disponibles con el fin de introducir un producto competitivo en el mercado.

En la mayoría de los proyectos encontrados relacionados con el diseño de un sistema de producción de snacks saludables, inician su estudio con la localización de una planta como Casale y Longhi [30], Morla et al [33], Yen Li y Palacios [34], Carrillo [35], Choquehuayta [36], Beraún [37] y Aliaga [38] quienes consideraron tanto la macro localización como la micro localización para este fin. Un común denominador de estos autores es la utilización del método de ranking de factores para este proceso de toma de decisión, la cercanía a la materia prima, infraestructura vial y condiciones climáticas representan los factores predominantes en la utilización de este método.

Con el fin de dar respuesta a los requerimientos del diseño del sistema productivo los autores antes mencionados junto a Castro e Iridiana [39], Franco y Gonzales [31] y Iuliano [32] se apoyaron en diagramas de flujo a excepción de Carrillo [35] quien utiliza un diagrama de bloques entre otros tipos de diagrama como de operaciones [34], [30], [33], [36], [38]. Toda vez que las actividades y procesos son establecidos se procede a la identificación de la tecnología como la maquinaria, los equipos y la mano de obra necesaria de acuerdo con los requerimientos del proceso productivo [30], [34], [33], [36], [37], [38]. Castro e Iridiana [39] por su parte tuvieron en cuenta el personal administrativo, los requerimientos de servicios y personal indirecto también se puede incluir

[34]. Con lo anterior, algunos autores incluyen la distribución de planta ya sea para validar alternativas de distribución especialmente cuando se realiza un rediseño [31] o en su defecto se propone una distribución de acuerdo con la asignación de tareas o actividades utilizando herramientas como la metodología SLP [31], [36], con el fin de establecer un adecuado aprovechamiento del espacio disponible.

Un aspecto de valoración final de un proyecto corresponde a la evaluación desde el punto de vista económico y financiero [30], [34], [33], [36], [37], [38], [31] mediante la utilización de determinados indicadores (TIR, VPN y WACC) que ayudan a determinar la viabilidad y factibilidad de este. En cuanto a otros aspectos como el legal, Castro e Iridiana [39] prestan especial atención en este ámbito, en cual es esquivo para la mayoría de los trabajos analizados que, ante posibles restricciones dadas, generaría una limitación para su comercialización.

Complementariamente, un enfoque en el producto como el trabajo de Iuliano [32] propende el análisis de propiedades organolépticas de los productos propuestos [35] para evaluar su aceptabilidad [32][35] de acuerdo con su sabor dulzor y textura, en el mercado objetivo. Asimismo, la responsabilidad social desde un punto de vista ambiental [30], [34], [33] se trabaja con el fin de determinar impactos ambientales que pueda generarse en la ejecución de determinado un proyecto.

Los trabajos previamente citados exhiben una variedad de prácticas, metodologías y herramientas sugeridas por diversos académicos y expertos en el campo que podrían contribuir significativamente a nuestro proyecto. Esta compilación de conocimientos nos facilita a la orientación del diseño del sistema productivo de snacks saludables a base de kiwicha. Además, nos permite determinar que la solución propuesta cumpla con las especificaciones y requerimientos del sistema, teniendo en consideración las demandas del mercado y el impacto en el actual mercado de snacks saludables.

II. DISEÑO CONCEPTUAL Y PRELIMINAR

A. Requerimientos del cliente

Este apartado se centrará en los resultados esperados que debe tener el diseño propuesto, derivados del análisis de los grupos de interés. El propósito de esta sección es garantizar que el diseño final no solo aborde la oportunidad identificada, sino que también proporcione resultados concluyentes y prácticos. Para lograrlo, es esencial describir detalladamente los requerimientos del cliente, estableciendo objetivos abstractos y concretos que el diseño debe cumplir. En la Fig. 19, se visualizan las relaciones jerárquicas entre estos requerimientos.

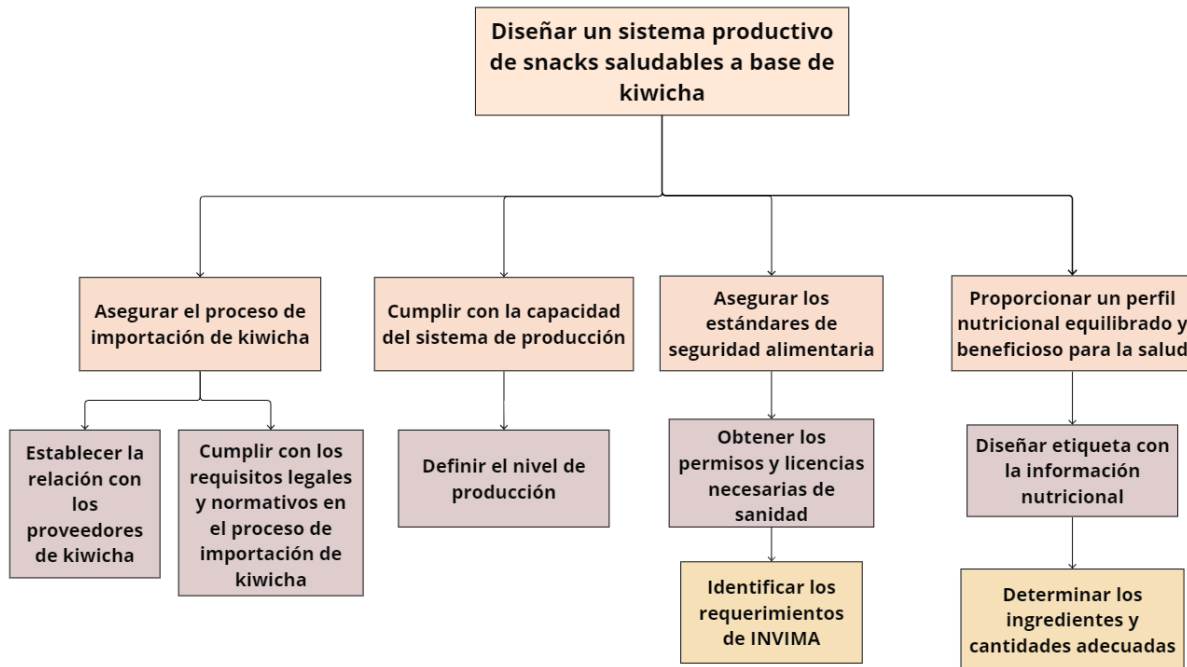


Fig. 19. Árbol de objetivos

1) Restricciones de diseño

El diseño del sistema productivo de snacks saludables a base de kiwicha requiere reconocer las restricciones en las diferentes áreas que influyen en la implementación del proyecto y determinan qué tan factible es su implementación. En el presente proyecto se considera la restricción de capacidad en las diferentes etapas de la cadena de suministro.

Las restricciones de capacidad en el diseño del sistema productivo para la fabricación de snacks saludables a base de kiwicha tienen una importancia significativa en la gestión eficiente de la cantidad del ingrediente principal. Esto implica la capacidad de manipular la kiwicha en diversas etapas del proceso, desde su recepción inicial hasta su transformación en producto final, del mismo modo se debe considerar la logística asociada al transporte de la materia prima desde su origen en Colombia, asegurando el cumplimiento de los requerimientos específicos de almacenamiento y manipulación, dado su carácter alimenticio.

Asimismo, se hace necesario implementar sistemas de almacenaje adecuados y establecer un control preciso de los pedidos de estas materias primas y los snacks saludables, con el objetivo de satisfacer de manera oportuna la demanda establecida. Esta demanda adquiere una relevancia aún mayor al ser el principal indicador de rendimiento del proyecto. Por tanto, el aprovechamiento adecuado de la capacidad del sistema productivo para adaptarse a las exigencias del mercado y garantizar la disponibilidad oportuna de los productos finales se posiciona como un objetivo primordial en el diseño y la implementación de este proyecto.

2) Especificaciones de diseño

Las especificaciones o características del diseño del sistema productivo, influenciadas por diversos grupos de interés, se centran especialmente en dos aspectos principales: el sistema en sí y los componentes de los productos finales. El primero, dada la relevancia estratégica de la importación de la materia prima desde Perú hasta Colombia, se requiere abordar consideraciones específicas en el diseño del sistema productivo, tales como la gestión eficiente de los pedidos y el cumplimiento de las normativas correspondientes. Por otro lado, en lo que respecta a los componentes de los productos, se prioriza satisfacer las demandas y necesidades de los clientes, particularmente en términos de los valores nutricionales que estos snacks saludables aportan en su consumo, los cuales se proporcionarían en la información nutricional presente en las etiquetas, con el fin de generar confianza y seguridad en los consumidores, quienes deben sentirse seguros de que los productos ofrecidos son efectivamente saludables y poseen un alto valor nutricional.

La característica principal del sistema que define el sistema productivo es la importación del grano de kiwicha a Colombia. Este procedimiento se realiza debido a que en Colombia no se cultiva ampliamente este grano, debido a que la kiwicha se produce mejor en climas templados con altitudes elevadas y suelos bien drenados, las cuales no son muy usuales en este país; lo que motiva la realización de su importación con el objetivo de proporcionar nuevos ingredientes en los productos destinados al mercado colombiano. Esta dinámica incide directamente en varios grupos de interés, entre los cuales se destacan los agricultores de kiwicha, los distribuidores de este producto y las entidades gubernamentales responsables del comercio, así como de la recaudación de impuestos y el control aduanero. Estos actores desempeñan un papel determinante al establecer normativas y regulaciones que rigen tanto la importación como la distribución de los productos en el ámbito nacional.

La característica distintiva de los componentes del producto es relevante debido a que el sistema se orienta al producto mediante la selección de ingredientes que aportan altos valores nutricionales. Esta elección responde a la orientación del producto hacia el segmento de mercado de snacks saludables, con el objetivo de ofrecer alternativas que se distingan por la ausencia de grasas saturadas, alto contenido de sodio y otros componentes perjudiciales para la salud. Debido a lo anterior, la aplicación de tales regulaciones en la composición de alimentos incide directamente en el grupo de interés conformado por los clientes, quienes demandan y compran el producto final. Asimismo, involucra a los competidores en el mercado, al presentar un valor diferencial que estimula un posicionamiento en el mercado actual de snacks saludables.

3) Leyes, normas y estándares

La importación y comercialización de alimentos en Colombia está regulada por un conjunto de normas jurídicas, reglas específicas y estándares tanto nacionales como internacionales. Estas regulaciones, establecidas por entidades como la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), son fundamentales para garantizar la seguridad y calidad de los snacks saludables a base de kiwicha en el mercado colombiano.

El artículo 34 de la Ley 1122 de 2007 [40] establece las responsabilidades del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) en la supervisión y regulación de la producción y procesamiento de alimentos, así como en la inocuidad de la importación y exportación de alimentos y materias primas. Esto afecta directamente al diseño del sistema productivo de kiwicha, ya que el INVIMA es responsable de evaluar los factores de riesgo y emitir medidas sanitarias relacionadas con los alimentos, garantizando la seguridad y calidad de los productos alimenticios. Además, esta disposición promueve la coordinación entre el INVIMA y el Ministerio de Salud, lo que contribuye a la protección de la salud pública y la promoción de prácticas alimentarias seguras en el contexto del sistema productivo de snacks saludables.

La Ley 2120 de 2021 [21], estipula como objetivo principal promover entornos alimentarios saludables y prevenir la aparición de enfermedades no transmisibles, mediante el acceso a información clara y veraz sobre los componentes de los alimentos, especialmente para niños, niñas y adolescentes. El artículo 5 de esta ley propone la implementación de un etiquetado frontal en todos los productos comestibles o bebibles con cantidades excesivas de nutrientes críticos, según lo establecido por el Ministerio de Salud y Protección Social. El objetivo es proporcionar un perfil equilibrado y beneficioso para la salud, brindando información clara sobre los contenidos excesivos de nutrientes críticos y promoviendo hábitos alimentarios saludables. Esta ley impacta en el diseño del sistema productivo al fomentar hábitos alimentarios saludables, lo cual incide directamente en el grupo de interés conformado por los clientes, quienes demandan y compran el producto final. Además, está relacionada con el Ministerio de Salud, ya que busca mejorar la salud pública y crear entornos más saludables para la población. Del mismo modo, esto tiene un impacto en el etiquetado y proceso productivo del producto, especialmente en los componentes de este, ya que se debe asegurar claridad para los clientes sobre estas condiciones estipuladas.

Finalmente, es importante tener en cuenta las legislaciones y acuerdos relacionados con las importaciones, ya que estos también pueden influir en el proceso y los requisitos necesarios para importar con éxito a Colombia. En este contexto, es crucial tener en

cuenta los convenios y tratados internacionales suscritos por Colombia, como la Alianza del Pacífico, para garantizar el cumplimiento de las disposiciones legales y facilitar el proceso de importación de la materia prima desde Perú. La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), bajo el amparo del Decreto 1881 de 2021, establece el pago de aranceles para la partida arancelaria 1008.90.29.00 correspondiente a la Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) [41]. El Acuerdo Marco de la Alianza del Pacífico en vigor desde mayo de 2016, que tiene por objeto la libre circulación de bienes servicios, capitales y personas [42] de acuerdo con los criterios de origen establecidos en el capítulo 4, artículo 4.2, se exime el pago de aranceles para este producto, lo cual genera un beneficio para la importación de esta crucial materia prima en el diseño del sistema productivo, esto se traduce en la disminución de los costos asociados a la importación, afectando principalmente a los grupos de interés como los agricultores, clientes y entidades aduaneras.

Finalmente, las determinaciones anteriores permitieron identificar la lista de requerimientos específicos de los grupos de interés.

1. Peso del producto acorde a lo establecido.
2. Producto saludable.
3. Económico.
4. Disponibilidad.
5. Calidad.
6. Propiedades organolépticas.
7. Cumplimiento de normativas.
8. Relaciones confiables.

B. Análisis funcional

Se realiza un establecimiento de funciones mediante el esquema de la caja negra, en este esquema la entrada es la materia prima principal, es decir la kiwicha y los demás componentes utilizados en el sistema productivo, en la caja negra se realiza la transformación de esta materia prima y finalmente tener en la salida el producto final en este caso los snacks saludables. Como se observa en la Fig. 20, la transformación de la materia prima se divide en funciones que se deben realizar para obtener los snacks saludables a base de kiwicha.

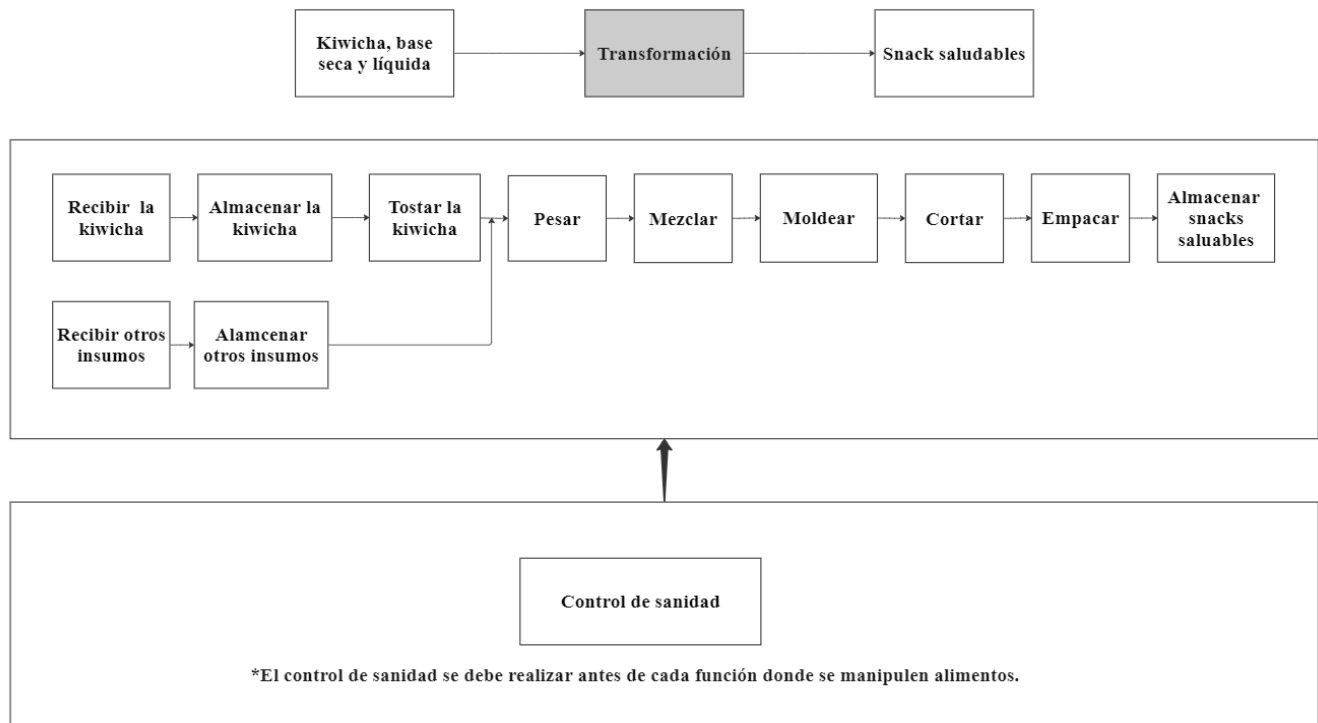


Fig. 20. Establecimiento de funciones

A continuación, se detallan las funciones del sistema productivo:

1. **Recibir kiwicha:** Esta etapa implica la recepción física de la kiwicha, que es un grano ancestral cultivado en regiones específicas. Al recibir la kiwicha, se verifica que la cantidad y la calidad sean las esperadas según las especificaciones del proveedor o las normativas establecidas. Esto implica verificar la cantidad de kiwicha recibida y su estado visualmente, asegurándose de que esté libre de contaminantes o impurezas. Además, se verifica la documentación aduanera para asegurar la legalidad y conformidad del envío. Es fundamental también comprobar que el proceso de descarga y el almacenamiento temporal se hayan llevado a cabo en condiciones óptimas para preservar la integridad del producto.
2. **Recibir otros insumos:** Esta etapa implica la recepción de los ingredientes adicionales, como hojuelas de avena, frutas deshidratadas, chips de chocolate, entre otros, para la elaboración del producto final. En esta etapa, se reciben y se verifican estos insumos adicionales para garantizar que estén completos y en buen estado, con las regulaciones adecuadas. Además, se debe garantizar la trazabilidad de los insumos, lo que significa que se debe poder rastrear el origen y el historial de cada ingrediente utilizado en el proceso de producción.
3. **Almacenar kiwicha:** Posterior a la inspección, se almacena en el lugar destinado, el cual debe cumplir con determinadas condiciones que aseguren un lugar fresco, seco y ventilado para evitar la humedad y prevenir la formación de moho. Se debe utilizar recipientes adecuados para proteger la kiwicha de la contaminación y los insectos. Además, se debe considerar la rotación del inventario.
4. **Almacenar otros insumos:** Después de su respectiva inspección deben almacenarse en áreas designadas que cumplan con criterios específicos, como mantenerse limpias, secas y bien ventiladas para prevenir la contaminación y el deterioro. De igual manera, se debe tener un sistema de control y rotación de inventario para utilizar primero los insumos más antiguos y evitar que se desperdicien.
5. **Tostar la kiwicha:** El tostado de la kiwicha se realiza para obtener la textura y volumen deseado, el resultado de este proceso es conocido en la industria como kiwicha pop.
6. **Pesar la kiwicha y los insumos necesarios:** Después de realizar la inspección correspondiente de la kiwicha y los insumos, se lleva a cabo el pesaje adecuado de cada uno de ellos, siguiendo las especificaciones detalladas en el portafolio de productos. Este procedimiento garantiza la calidad del producto final. La precisión en la medición de los componentes permite mantener niveles adecuados de nutrientes, controlar los valores calóricos y asegurar una uniformidad en el sabor y la textura del producto.
7. **Mezclar:** Se realiza una mezcla homogénea de todos los ingredientes tanto de la base líquida como de la base seca, esta incluye los cereales, aglutinantes e ingredientes diferenciadores de cada producto.
8. **Moldear:** La mezcla homogénea continúa al área de moldeado para obtener el volumen según las especificaciones de las barras de cereal, bolitas y de los trocitos.
9. **Cortar:** Con el volumen adecuado, en esta función se define la forma y se realizan los respectivos cortes con las dimensiones especificadas en el portafolio de productos.
10. **Empacar:** Una vez procesado el producto final se empaqueta y etiqueta para su posterior comercialización.
11. **Almacenar snacks saludables (producto terminado):** Después de tener el producto terminado empaquetado y etiquetado correctamente, el producto es almacenado. El proceso de almacenamiento de snacks saludables implica mantener un entorno adecuado que cumpla con las normativas de seguridad alimentaria, garantizando un espacio limpio, seco y protegido de la contaminación y la luz directa. En esta función se debe clasificar los productos según su tipo y fecha de vencimiento para facilitar la rotación del inventario.
12. **Control de sanidad:** Una vez recibida la kiwicha, se procede a una inspección más detallada para asegurar su calidad. Esto puede implicar realizar pruebas de calidad, como la evaluación del contenido de humedad, la presencia de impurezas o la determinación del tamaño y la uniformidad de los granos. Esta inspección puede llevarse a cabo en un laboratorio o utilizando equipos especializados. Los otros insumos recibidos también son inspeccionados para verificar su calidad y cumplimiento con los estándares establecidos. Esta inspección garantiza que todos los ingredientes utilizados en la producción cumplan con los requisitos de calidad y salubridad. Es importante mencionar que los procesos de inspección van estrechamente relacionados con el control de calidad y sanidad, el cual es un proceso de soporte para el sistema de producción de snacks saludables. Además, este control se realiza antes de cada función donde existe manipulación de alimentos.

Las anteriores funciones contribuyen al cumplimiento de los requerimientos de los grupos de interés. Para asegurar el valor nutricional, el peso correcto del producto y las propiedades organolépticas adecuadas de los snacks, estas se reflejan

principalmente en la función de pesaje. También, la función de control de sanidad contribuye al cumplimiento de las normativas para su distribución y comercialización.

C. Fijación de requerimientos de diseño

La fijación de requerimientos es un paso fundamental en el diseño del sistema productivo, ya que implica la determinación de los atributos y características esenciales para su funcionamiento. En este proceso, resulta importante comprender las necesidades y expectativas de los grupos de interés, así como identificar los requerimientos específicos del sistema. Para alcanzar este objetivo, se utiliza inicialmente la herramienta conocida como Casa de la Calidad (Fig. 21), la cual proporciona una estructura clara y organizada para visualizar los elementos clave que deben ser considerados en la definición de los requerimientos.

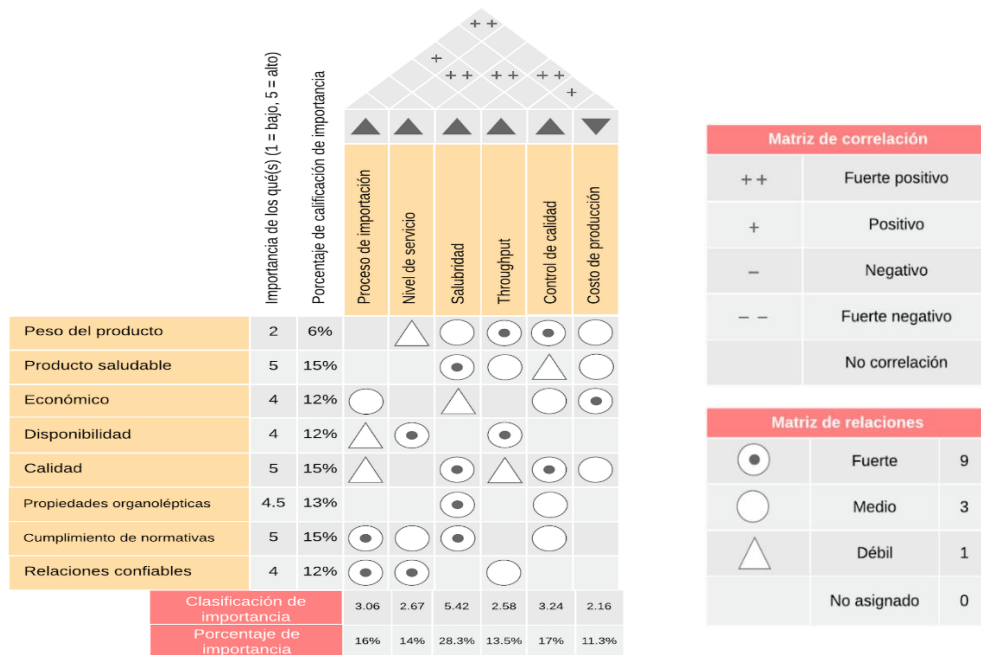


Fig. 21. Casa de la calidad (QFD)

Con la determinación de los requerimientos del sistema mediante la casa de la calidad, se realiza el establecimiento de estos requerimientos primando los que más influyen al sistema productivo. En la Tabla XII se detallan los requerimientos específicos y las magnitudes en las que estas se medirán.

Tabla XII. Fijación de requerimientos

Demanda	Deseo	Requerimiento (estimado)	Magnitud [unidades]
Nivel de servicio	Asegurar la disponibilidad de los productos.	87*	%
Rendimiento	Definir el nivel de producción.	4 millones**	Unidades/mes
Salubridad	Cumplir con los estándares de salubridad para almacenaje de materia prima perecedera de temperatura y humedad.	< 18***	°C [43]
		< 70***	% [43]

*El desempeño del sistema o nivel de servicio implica la atención de los pedidos a tiempo lo cual genera un impacto positivo en el consumidor, en consecuencia, el sistema productivo debe asegurar la disponibilidad de los productos. En la industria manufacturera el nivel de servicio se encuentre en un rango de 85% a 95% [25]. Por su parte, en supermercados, el nivel de servicio sería cercano al 78,3% [24], teniendo en cuenta que estos serían los principales compradores se espera estar por encima de este porcentaje, teniendo en cuenta que un nivel de servicio alto implica un alto costo de inventario, se establece un nivel de servicio del 87% lo cual supera el porcentaje mínimo en la industria manufacturera y permitiría un equilibrio estratégico entre la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.







**El rendimiento, también conocido como throughput, del sistema productivo de barras de kiwicha es un indicador que permite identificar la capacidad de satisfacer la demanda del mercado en un tiempo determinado. El cálculo de este se basa en el tamaño del mercado calculado, como se muestra en el Anexo 1. Según Euromonitor, empresas reconocidas como Tosh tienen una participación de mercado del 7% [16]. Basándonos en este dato y aplicando un porcentaje 6,58%, obtenemos un tamaño de mercado de snacks saludables de 48 millones de unidades al año, lo que representa una estimación del Rendimiento del proyecto en una producción mensual de 4 millones de unidades de snacks a base de kiwicha.







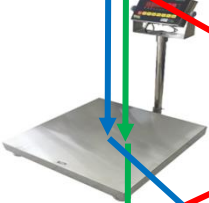






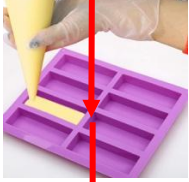

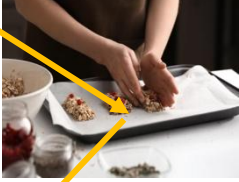

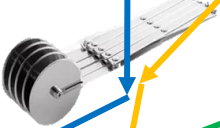

***La salubridad es un aspecto crucial para garantizar que la materia prima se mantenga segura para el consumo humano. En este contexto, un estudio realizado por el gobierno de Perú [43] resalta la importancia de implementar medidas adecuadas para el almacenaje de granos como la quinua, que comparten características similares con la kiwicha. Estas medidas se enfocan principalmente en dos factores esenciales: la temperatura y la humedad. Según el estudio, para asegurar un almacenamiento óptimo y garantizar que los granos sean aptos para el consumo, la temperatura en los almacenes no debe superar los 18°C y la humedad relativa debe mantenerse por debajo del 70%. Estos parámetros son fundamentales para prevenir la proliferación de microorganismos y el deterioro de los granos, lo cual podría comprometer la calidad y seguridad alimentaria en los snacks saludables. Mantener estas condiciones específicas no solo prolonga la vida útil de la kiwicha, sino que también preserva sus propiedades nutricionales y organolépticas, asegurando que lleguen al consumidor en las mejores condiciones posibles aportando los nutrientes esperados.

D. Exploración de ideas y selección de alternativa

En este apartado, A partir de las funciones descritas anteriormente, es preciso analizar determinados componentes y materiales para llevar a cabo de manera satisfactoria estas funciones. Para esto, se utilizó la técnica de ideación, la matriz morfológica, con el fin de cumplir con los requerimientos que tiene el sistema, como se presenta en la Tabla XIII.

Tabla XIII. Matriz morfológica

	Funciones	Opciones de selección		
1	Recepción de materia prima	 <p>Montacarga</p>	 <p>Acarreo manual</p>	 <p>Empuje manual</p>
2	Control de sanidad	 <p>Rayos X</p>	 <p>Detección de metales</p>	 <p>Inspección visual</p>

3	Almacenamiento de insumos	 <i>Canasta</i>	 <i>Caja</i>	 <i>Saco</i>	
4	Tostado de kiwicha	 <i>Sortén</i>	 <i>Máquina tostadora</i>		
5	Pesaje	 <i>Báscula digital</i>	 <i>Báscula de piso</i>	 <i>Balanza mecánica</i>	 <i>Jarra medidora</i>
6	Mezcla	 <i>Batidora</i>	 <i>Mezcladora industrial</i>	 <i>Mezcladora de cintas</i>	 <i>Mezcla manual</i>
7	Moldeado	 <i>Molde de silicona</i>	 <i>Máquina moldeadora</i>	 <i>Moldeado manual</i>	
8	Corte	 <i>Cuchillo</i>	 <i>Cortador con ruedas</i>	 <i>Máquina moldeadora</i>	











9	Empaque	 <p>Máquina de envasado</p>	 <p>Selladora manual</p>		
10	Almacenamiento de producto terminado	 <p>Bolsas</p>	 <p>Cajas</p>		

Tabla XIV. Leyenda de la matriz morfológica

Alternativas	Flechas
Alternativa Azul	
Alternativa Verde	
Alternativa Roja	
Alternativa Amarilla	

Mediante la matriz morfológica se realizó la exploración de las diferentes combinaciones y se determinaron 4 alternativas diferenciadas por colores. Cada alternativa tiene diferentes opciones de componentes a utilizar para el cumplimiento de cada función en el sistema productivo. Las cuales se detallan a continuación:

Las alternativas de diseño para el sistema productivo de kiwicha abarcan diferentes niveles de automatización y mecanización. La alternativa de color rojo se caracteriza por un enfoque manual en sus funciones, tales como recepción, control de calidad, tostado, mezcla, corte y moldeado. En esta alternativa, los operarios desempeñan un papel central en el proceso productivo, utilizando métodos manuales como el acarreo manual, inspección visual, almacenamiento en sacos, tostado en sartén, pesaje en balanza mecánica, mezcla con batidora, moldeado con moldes de silicona y corte con cuchillo. Se utiliza una selladora manual para el empaque y el producto terminado se almacena en bolsas.

Por otro lado, la alternativa de color azul presenta un enfoque más mecanizado en comparación con la opción roja, aunque algunas funciones como el pesaje y el corte pueden no ser completamente adecuadas para el sistema productivo. Aquí, se emplea maquinaria como montacargas, máquinas de rayos X, maquinaria de tostado, báscula de piso, máquina mezcladora de cintas, maquinaria de moldeado y cortador en ruedas. El sellado se realiza mediante maquinaria y el producto terminado se almacena en bolsas.

La alternativa de color verde presenta una selección más moderna y automatizada para el sistema productivo. Específicamente, las opciones de recepción donde hace uso de maquinaria como montacargas, control mediante máquina de detección de metales. Para el almacenamiento de la materia prima se utilizaría sacos, el pesaje de los insumos se realizaría por medio de una báscula de piso, para el tostado, la mezcla, moldeado y corte se utiliza maquinaria industrial para realizar estas funciones, finalmente para el empaquetado se utiliza maquinaria para su posterior almacenamiento de los snacks en cajas.

Finalmente, la alternativa de color amarillo representa una opción semiautomatizada para el sistema productivo. Se utilizan métodos como empuje manual para la recepción, inspección mediante rayos X, almacenamiento en canastas, tostado en sartén, pesaje en báscula digital, mezcla con batidora y moldeado manual. El corte se realiza con un cortador de ruedas y el sellado se hace manualmente. El producto final se almacena en cajas.

Al considerar las diversas alternativas previamente evaluadas para determinar la mejor opción, se opta por emplear el Método de Análisis Jerárquico (AHP). Este enfoque implica la utilización de una serie de criterios específicos, los cuales incluyen costo, calidad, tiempo de producción, flexibilidad, facilidad operativa, cumplimiento de normativas y fiabilidad. A continuación, se procederá a definir detalladamente cada uno de estos criterios.

- **Costo:** El criterio de costo se refiere al precio de adquisición de los artículos necesarios para llevar a cabo las funciones requeridas en cada alternativa. Es esencial considerar el costo debido a su impacto significativo en la viabilidad y rentabilidad de estas.
- **Calidad del producto:** Se refiere a la obtención de un producto final que cumpla con los estándares establecidos, es decir, si la alternativa afecta positiva o negativamente a su calidad. Es esencial considerar este criterio debido a que la calidad del producto influye directamente en la satisfacción del cliente.
- **Tiempo de producción:** Se refiere al tiempo necesario para completar el proceso de producción al elegir ciertos instrumentos o métodos. Este aspecto es importante considerarlo, ya que influye directamente en la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta a la demanda.
- **Flexibilidad:** Este criterio implica la habilidad de reconfigurar la disposición física de las máquinas según las necesidades cambiantes de producción, ya sea para adecuar nuevos procesos, introducir variaciones en la línea de producción o ajustar la capacidad de producción en respuesta a la demanda del mercado. Considerar este aspecto es necesario, porque permite adaptarse a las fluctuaciones del mercado y a las demandas cambiantes de los clientes.
- **Facilidad operativa:** Se refiere a la capacidad de manejo de la maquinaria o del proceso por parte de los trabajadores. Implica evaluar si el equipo o la metodología son intuitivos y fáciles de usar, lo que permite a los empleados realizar sus tareas de manera eficiente y sin complicaciones. Además, abarca la posibilidad de que el proceso pueda aprenderse fácilmente. Considerar este aspecto es fundamental para mejorar la productividad, la satisfacción laboral y los resultados finales del sistema.
- **Cumplimiento de normativas:** Significa que la alternativa debe garantizar la seguridad laboral y sanitaria de los trabajadores, así como la calidad y seguridad de los productos. Esto implica seguir regulaciones específicas para prevenir accidentes y lesiones, proteger la salud de los consumidores y cumplir con las obligaciones legales.
- **Fiabilidad:** Se refiere a la capacidad de una alternativa para garantizar que el producto final salga en óptimas condiciones, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos y garantizando que al ser monitoreados los mecanismos tienen un nivel de confianza o desempeño adecuado. Esto implica que la opción seleccionada sea capaz de ofrecer resultados consistentes y libres de defectos o fallos. Considerar este criterio es necesario porque afecta directamente con los costos asociados a retrabajos y a la satisfacción del cliente.

Utilizando los criterios establecidos y las alternativas seleccionadas, se realizó una calificación numérica entre 1 y 7 con el propósito de determinar la relevancia relativa de cada criterio. Posteriormente, se evaluó la ponderación de cada alternativa en respecto a cada criterio, con el fin de determinar su grado de importancia, como se evidencia en el Anexo 4. En la Fig. 22, se presentan los resultados obtenidos.

Evaluación final															
Costo				Calidad del producto				Tiempo de producción				Flexibilidad			
Alternativa	Valor criterio	Valor alternativa	Total	Alternativa	Valor criterio	Valor alternativa	Total	Alternativa	Valor criterio	Valor alternativa	Total	Alternativa	Valor criterio	Valor alternativa	Total
Azul	0.08	0.31	0.0233	Azul	0.22	0.32	0.0724	Azul	0.22	0.23	0.0521	Azul	0.05	0.14	0.0067
Verde	0.08	0.49	0.0374	Verde	0.22	0.51	0.1128	Verde	0.22	0.54	0.1211	Verde	0.05	0.14	0.0067
Rojo	0.08	0.08	0.0060	Rojo	0.22	0.07	0.0149	Rojo	0.22	0.08	0.0189	Rojo	0.05	0.45	0.0217
Amarillo	0.08	0.13	0.0097	Amarillo	0.22	0.10	0.0233	Amarillo	0.22	0.14	0.0312	Amarillo	0.05	0.26	0.0125
Facilidad de operación				Cumplimiento de normativa				Fiabilidad				Gran total	Mejor alternativa		
Alternativa	Valor criterio	Valor alternativa	Total	Alternativa	Valor criterio	Valor alternativa	Total	Alternativa	Valor criterio	Valor alternativa	Total				
Azul	0.13	0.28	0.0368	Azul	0.22	0.39	0.0869	Azul	0.08	0.24	0.0183	29.65%	Verde		
Verde	0.13	0.47	0.0609	Verde	0.22	0.39	0.0869	Verde	0.08	0.54	0.0416	46.75%			
Rojo	0.13	0.07	0.0095	Rojo	0.22	0.07	0.0153	Rojo	0.08	0.07	0.0051	9.14%			
Amarillo	0.13	0.17	0.0222	Amarillo	0.22	0.15	0.0343	Amarillo	0.08	0.15	0.0114	14.46%			

Fig. 22. Evaluación final metodología AHP

La aplicación de esta metodología permitió la elección de la alternativa “Verde” dado su mayor porcentaje, lo cual representa el sistema de producción elegido para la producción de snacks saludables de acuerdo con los criterios establecidos. Esta alternativa incluye equipos y componentes como: montacargas en el proceso de recepción de materia prima, detectores de metales para el control de sanidad, el almacenamiento de insumos mediante sacos, máquina de tostado para el tostado de la kiwicha, se realiza un proceso de inspección para determinar el correcto tostado de la kiwicha, báscula de piso para el pesaje de los insumos, mezcladoras industriales, máquina para realizar el moldeado para dar la forma adecuada del producto, cortadoras y envasadoras, así como cajas para el empaque final. En la Fig. 23, se presenta el diagrama de flujo de procesos preliminar para la alternativa seleccionada con las especificaciones de los componentes anteriores.

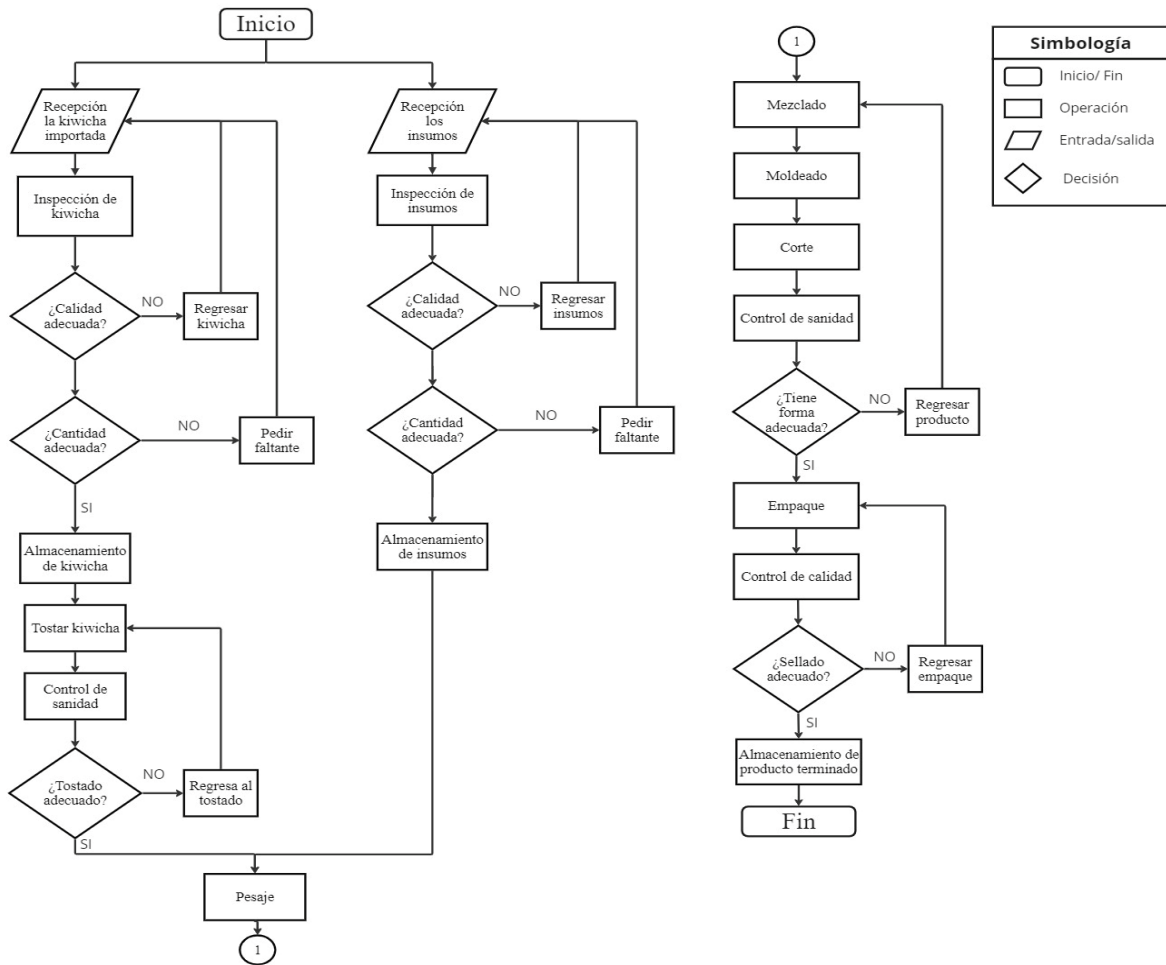


Fig. 23. Diagrama de flujo de procesos

Esta alternativa ofrece una buena relación calidad-precio, al incorporar equipos de tecnología que garantizan productos de calidad superior acorde a un costo razonable. La introducción de equipos tecnológicos influye positivamente en los tiempos de producción, esto proporciona tiempos más cortos mejorando la eficiencia operativa. En cuanto a la flexibilidad, esta alternativa ofrece un sistema de fácil adaptación a la demanda o la ampliación en el portafolio de productos debido a la inclusión del componente tecnológico especializado, lo cual ayuda a la fluidez de las operaciones lo que asegura la facilidad operativa. Por otro lado, el cumplimiento de las normativas de seguridad alimentaria y calidad está asegurado mediante la inclusión de componentes como los detectores de metales y los estrictos controles de calidad en cada etapa. Finalmente, la fiabilidad del sistema se ve fortalecida al utilizar equipos con un nivel de desempeño adecuado, diseñados para operaciones continuas y de larga duración (vida útil) que permitan un adecuado monitoreo de los indicadores de interés para realizar correcciones o llevar a cabo acciones preventivas.

E. Especificación del diseño

Las especificaciones del diseño que buscan el cumplimiento de los requerimientos del sistema para el diseño conceptual se presentan en forma de lista desde su alcance hasta las características específicas del sistema.

1.0 Alcance

Este documento establece las especificaciones del sistema para el diseño y desarrollo de un sistema productivo de snacks saludables, desde la selección de ingredientes hasta la distribución de productos terminados.

2.0 Documentos Aplicables

- Normativas de seguridad alimentaria y regulaciones gubernamentales.
- Estudios de mercado sobre preferencias de snacks saludables.
- Documentos técnicos de proveedores de insumos, equipos y materiales.

3.0 Requisitos

3.1 Definición del Sistema

3.1.1 Descripción General: Un sistema integrado de producción de snacks saludables que garantice la calidad nutricional, seguridad alimentaria y eficiencia operativa.

3.1.2 Requisitos Operativos

Necesidad: Satisfacer la demanda de snacks saludables en el mercado actual.

Misión: Ofrecer opciones de snacks nutritivos para promover un estilo de vida saludable.

Perfil de Uso: Consumidores de snacks saludables interesados en tener una alimentación saludable.

Distribución: A través de canales las empresas mayoristas o minoristas que se encargan de distribuir y comercializar los snacks saludables.

3.1.3 Análisis funcional

Establecimiento de funciones para el sistema productivo (ver Fig. 11):

3.1.3.1 Recepción de materia prima.

3.1.3.2 Control de sanidad.

3.1.3.3 Almacenamiento de insumos.

3.1.3.4 Tostado de kiwicha.

3.1.3.5 Pesaje.

3.1.3.6 Mezcla.

3.1.3.7 Moldeado.

3.1.3.8 Corte.

3.1.3.9 Empaque.

3.1.3.10 Almacenamiento de producto terminado.

3.1.4 Asignación de Requerimientos

Designar recursos y actividades con el objetivo de cumplir con los requerimientos del sistema establecidos:

3.1.4.1 Capacidad de almacenamiento.

3.1.4.2 Capacidad del sistema de producción.

3.1.4.3 Salubridad.

3.1.4.4 Control de calidad.

3.1.4.5 Costo de producción.

3.1.5 Alternativas y criterios de selección

Generación de alternativas mediante la matriz morfológica (ver Tabla XIII), determinación de criterios para su selección utilizando la metodología AHP (ver Fig. 22).

3.1.6 Definición del Sistema

Para la definición del sistema se realizó un diagrama de procesos (ver Fig. 23).

3.1.7 Mantenimiento

Considerar un plan de mantenimiento preventivo para garantizar el funcionamiento continuo del sistema.

3.2 Características del Sistema

3.2.1 Características de Rendimiento: Capacidad almacenamiento de materia prima y de producción suficiente para satisfacer la demanda del mercado, manteniendo la calidad de la materia prima y del producto.

3.2.2 Características Físicas: Diseño flexible para permitir la adaptación a diferentes volúmenes de producción, considerando el área de la planta de producción, las dimensiones de equipos y maquinarias.

3.2.3 Requisitos de Calidad: Cumplir con estándares de calidad nutricional, sabor y textura definidos por expertos en nutrición.

3.2.4 Seguridad Alimentaria: Implementar prácticas y protocolos que garanticen la seguridad e inocuidad de los alimentos en todas las etapas de producción, considerando las normativas establecidas.

3.2.5 Seguridad laboral: Implementar prácticas y protocolos que garanticen la seguridad de las personas en las etapas del proceso correspondientes.

3.2.6 Flexibilidad Operativa: Capacidad para adaptarse rápidamente a cambios en la demanda del mercado y en las preferencias de los consumidores.

3.3 Diseño y Construcción

3.3.1 Procesos de Producción: Definición de los procesos de fabricación necesarios, incluyendo recepción, tostado, pesaje, mezclado, moldeado, corte, empaque y etiquetado.

3.3.2 Selección de Equipos: Identificación y adquisición de equipos y maquinaria necesarios para cada etapa del proceso de producción, considerando la eficiencia y capacidad.

3.3.3 Diseño de Instalaciones: Planificación de la distribución de la planta y diseño de las instalaciones para mejorar el flujo de producción y garantizar la seguridad de los trabajadores.

3.3.4 Mano de obra: Establecimiento del personal calificado para el sistema productivo con su respectiva capacitación de acuerdo con su función.

3.3.5 Viabilidad financiera: Evaluar la viabilidad financiera del diseño mediante el análisis de costos y rentabilidad del proyecto.

3.4 Control de Calidad

3.4.1 Procedimientos de Control: Establecimiento de procedimientos de control de calidad en cada etapa del proceso de producción para garantizar el cumplimiento de los estándares establecidos.

3.4.2 Pruebas de Calidad: Implementación de pruebas de calidad periódicas para monitorear la conformidad de los productos de acuerdo con las especificaciones.

3.5 Logística y Distribución

3.5.1 Gestión de Inventarios: Desarrollo de sistemas de gestión de inventarios para garantizar un suministro continuo de materias primas y productos terminados.

3.5.2 Sistema de importación: Cumplir los requisitos de importación para una gestión adecuada de la materia de suministro internacional.

3.6 Pruebas

3.6.1 Pruebas de Producción: Realización de pruebas piloto para validar el rendimiento del sistema de producción mediante simulación.

F. Plan de trabajo (PdT)

En este apartado se evidencia el paso a seguir para el desarrollo de la alternativa seleccionada a través de una serie de actividades programadas presentadas en la Tabla XV.

Tabla XV. Plan de trabajo

Objetivo	Área IISE (Body of Knowledge)	Herramientas de Ingeniería Industrial	Actividad	Entregable (alcance)	Fecha de Entrega (estimada)
Objetivo 1	5. Ingeniería de calidad y confiabilidad	Control estadístico de procesos	1.1. Establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) para medir la eficiencia, calidad y productividad del sistema de producción.	Definición de KPIs.	26/04/24
	5. Ingeniería de calidad y confiabilidad	Casa de la Calidad	1.2. Establecer los requerimientos del sistema productivo.	Lista de requerimientos.	03/05/24
	5. Ingeniería de calidad y confiabilidad	Selección de requerimientos	1.3. Priorizar los requerimientos del sistema.	Tabla detallada de los requerimientos y magnitudes.	08/05/24
	7. Ingeniería y gestión de operaciones	Método AHP	1.4. Evaluar las posibles alternativas.	Alternativa seleccionada.	22/05/24
	12. Ingeniería de diseño y fabricación	Ingeniería de procesos	1.5. Desarrollar un diagrama de flujo del proceso de producción propuesto, incluyendo todas las etapas, desde la recepción de la materia prima hasta el empaquetado final del producto.	Diagrama de flujo del proceso de producción.	24/05/24

Objetivo 2	7. Ingeniería y gestión de operaciones	Clasificación de Sistemas Productivos	2.1. Identificar el volumen de producción.	Cantidades por producir y sistema establecido.	08/08/24
	12. Ingeniería de diseño y fabricación	Ingeniería de procesos	2.2. Seleccionar y especificar los equipos y tecnologías necesarias para cada etapa del proceso de producción, incluyendo maquinaria para procesamiento de alimentos, equipos de empaquetado y sistemas de control de calidad.	Lista detallada de equipos y tecnologías con especificaciones técnicas.	22/08/24
	7. Ingeniería y gestión de operaciones	Ingeniería de procesos	2.3. Identificar el tipo de inventario y método de producción.	Tipo de inventario y método de producción.	02/09/24
	3. Análisis económico de ingeniería	Análisis de costos	2.4. Realizar un análisis detallado de los costos asociados al sistema productivo considerando aspectos como la importación de kiwicha desde Perú, las tecnologías y recursos.	Análisis de costos (lista).	30/09/24
	7. Ingeniería y gestión de operaciones	Método EPQ e ingeniería de procesos	2.5. Identificar el tamaño de lote y los recursos (maquinaria y operarios).	Tamaño de lote y número requerido de recursos. Diagrama de flujo de los productos.	14/10/24
	12. Ingeniería de diseño y fabricación	Diseño de instalaciones	2.6. Identificar las estaciones de trabajo, considerando el tiempo de ciclo y el tiempo en cola.	Diseño de la vista superior de las estaciones de trabajo y tiempo de ciclo del sistema.	28/10/24
	12. Ingeniería de diseño y fabricación	Diseño de instalaciones	2.7. Identificar la tecnología para el manejo de materiales.	Lista detallada con especificaciones de equipos y tecnologías para el manejo de materiales.	4/11/24
2.8. Elaborar el diseño de la distribución de la planta de producción, considerando el flujo de materiales, la ubicación de equipos y las áreas de almacenamiento necesarias.			Diseño de la distribución de planta con planos y especificaciones.	4/11/24	
Objetivo 3	3. Análisis económico de ingeniería	Beneficio Operativo	3.1. Evaluar el cumplimiento de los indicadores de desempeño.	Análisis de viabilidad operativa.	19/11/24

El cronograma de trabajo se presenta en un diagrama de Gantt, el cual fue realizado en el programa Microsoft Project, esto con el fin de dar seguimiento y cumplimiento a las actividades asignadas para la realización exitosa del proyecto, como se evidencia en el Anexo 5.

III. DISEÑO DE OPERACIONES

A. Volumen y procesos

1) Producto

Los volúmenes de producción son fundamentales para evaluar la capacidad y eficiencia del sistema productivo. En este análisis, es crucial determinar las dimensiones y características de los productos dentro del sistema. El portafolio del proyecto se compone de tres líneas de productos: snacks bar, snacks de bolitas y trocitos, todos elaborados a base de kiwicha. Los snacks bar se diferencian por cuatro sabores. Las dimensiones de los snacks bar son de 10.5cm x 3cm x 1.5cm. La representación gráfica de estos productos y sus respectivas dimensiones se encuentra en la Fig. 24.

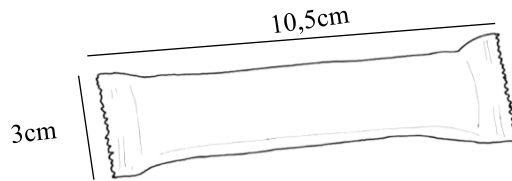
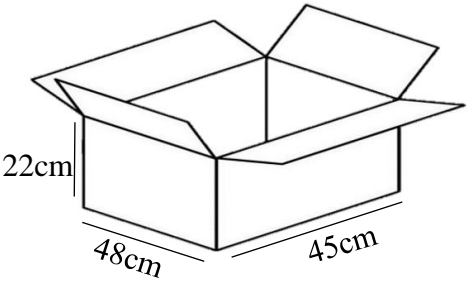
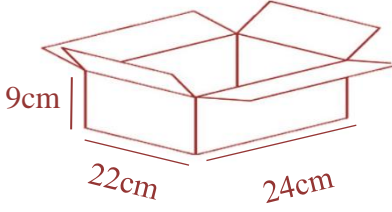
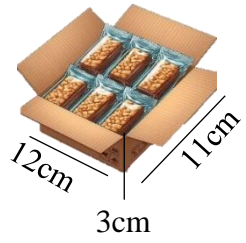


Fig. 24. Imagen referencia de snack bar terminado con dimensiones

La industria relacionada a snacks o similares, distribuye sus productos mediante cajas, las cuales contienen a cajas de menor tamaño. Teniendo en cuenta esta práctica y de acuerdo con las dimensiones dadas por el portafolio de productos, se estimaron las dimensiones de estas cajas y su contenido. En consecuencia, una caja de snacks bar contendría a 10 cajas medianas las cuales contendrían 12 cajas pequeñas de 8 unidades, almacenando 960 unidades en total. Estas dimensiones se establecieron teniendo en cuenta que las cajas tuvieran el peso adecuado para su almacenamiento y su maniobrabilidad. La ilustración de estas cajas se realiza en la tabla XVI.

Tabla XVI. Dimensiones cajas de snacks bar

Dimensiones caja grande	Dimensiones caja mediana	Dimensiones caja pequeña
 <p>Fig. 25. Imagen referencia de caja grande de snacks bar</p>	 <p>Fig. 26. Imagen referencia de caja mediana de snacks bar</p>	 <p>Fig. 27. Imagen referencia de caja pequeña de snacks bar</p>

En lo que respecta a los snacks en forma de bolitas y trocitos, presentan una única dimensión en su estado terminado. Las bolitas tienen un diámetro de 2cm y los trocitos miden 2cm por cada lado. El tamaño total del empaque es de 14 cm x 10 cm x 2 cm. Las dimensiones del producto terminado se ilustran gráficamente en la Fig. 28.

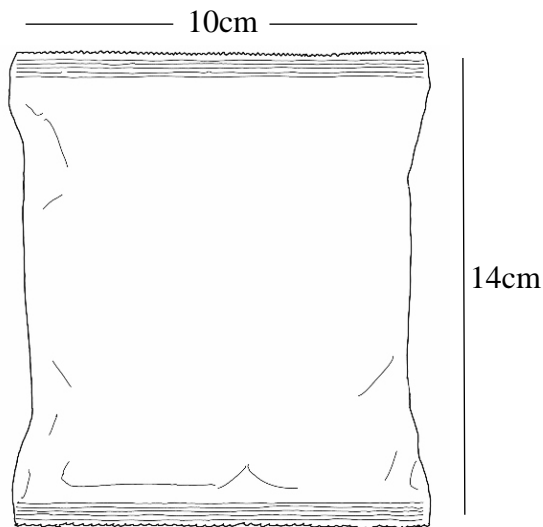


Fig. 28. Imagen referencia de snacks bar terminado con dimensiones

El almacenamiento de estos snacks se efectúa utilizando un sistema de cajas jerarquizadas. Una caja grande tiene la capacidad de contener en su interior 6 cajas medianas, cada una de estas cajas medianas, a su vez, contiene 12 cajas pequeñas, y cada caja pequeña contiene 6 unidades de producto. Este esquema de almacenamiento es aplicable tanto a los snacks en forma de bolitas como a los trocitos, resultando en un total de 432 unidades por caja grande. La tabla XVII incluye la ilustración visual de las cajas con sus respectivas dimensiones.

Tabla XVII. Dimensiones cajas de bolitas y trocitos

Dimensiones caja grande	Dimensiones caja mediana	Dimensiones caja pequeña
<p>Fig. 29. Imagen referencia de caja grande de bolitas y trocitos</p>	<p>Fig. 30. Imagen referencia de caja mediana de bolitas y trocitos</p>	<p>Fig. 31. Imagen referencia de caja pequeña de bolitas y trocitos</p>

A continuación, la Tabla XVIII presenta un resumen de la información correspondiente a las unidades de cada tipo de producto, de acuerdo con el tamaño de cada caja.

Tabla XVIII. Resumen de unidades de producto terminado por caja

Presentación	Caja grande	Caja mediana	Caja pequeña
Snacks bar	960	96	8
Snacks bolitas y trocitos	432	72	6

2) Lista de Unidades de Mantenimiento de Stock de productos

La lista de Unidades de Mantenimiento de Stock (SKU, por sus siglas en inglés) es un componente esencial para la gestión de inventario y la planificación del sistema productivo del proyecto. En el presente apartado, se detalla la lista SKU de los productos finales de la empresa con sus respectivos códigos de referencias y unidades de medida (UM), con el propósito de diferenciar las características de cada producto por su tamaño y sabor, proporcionando una base para la planificación de la producción, la gestión de suministros y la coordinación entre las distintas etapas de la cadena de suministro.

Tabla XIX. Lista de Unidades de Mantenimiento de Stock por productos

SKU Código	Productos	UM
SB-01	Snack bar de Kiwicha de arándanos y maní de 23 gramos	Unidad
SB-02	Snack bar de Kiwicha de almendras y pasas de 23 gramos	Unidad
SB-03	Snack bar de Kiwicha de chocolate y maní de 23 gramos	Unidad
SB-04	Snack bar de Kiwicha con manzana y canela de 23 gramos	Unidad
BK-01	Bolitas de kiwicha con cobertura de chocolate semiamargo de 40 gramos	Unidad
TK-01	Trocitos de kiwicha con cobertura de chocolate semiamargo de 40 gramos	Unidad

3) Lista Unidades de Mantenimiento de Stock de materias primas (SKU) y Lista de Materiales (BOMs)

La gestión eficaz de materias primas es crucial para la producción adecuada de los productos terminados. Para este propósito, se elabora una lista de Unidades de Mantenimiento de Stock (SKU) específica para las materias primas necesarias, en combinación con la Lista de Materiales (Bill of Materials, BOM). Esta lista detalla las cantidades exactas requeridas para la elaboración de cada snack bar, de las bolitas y trocitos, así como la cantidad de cajas necesarias para la producción de los snacks, lo cual contribuye en la planificación y ejecución del proceso productivo.

Las cantidades presentadas en el BOM se determinaron a partir de la información sobre la composición de cada materia prima, obtenida mediante informes oficiales del Ministerio de Perú y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, asegurando la fiabilidad y precisión de los datos. Del mismo modo, se determinaron las proporciones específicas necesarias de cada materia prima en relación con los productos, guiadas por profesionales especializados en el área de alimentos, con el objetivo de garantizar la calidad y propiedades organolépticas deseadas.

Dando cumplimiento a uno de los requerimientos de los clientes, el cual es ofrecer un producto saludable, según lo estipulado en la Resolución 2492 de 2022 - Artículo 5, se calcularon las cantidades de sodio, azúcares, grasas saturadas, grasas trans y edulcorantes en los productos del portafolio. Esta resolución establece el reglamento técnico sobre los requisitos de etiquetado nutricional y frontal que deben cumplir los alimentos envasados y empacados para consumo humano. Para cumplir con estos estándares se exigen límites de contenidos de nutrientes para establecer los sellos de advertencia necesarios para los productos que los requieran. Realizado el cálculo de los valores límites de los ingredientes de los snacks, se establece que todos los productos de este sistema productivo no requieren de un etiquetado de advertencia. Las proporciones y cálculos de los valores de referencia se encuentran en el Anexo 6.

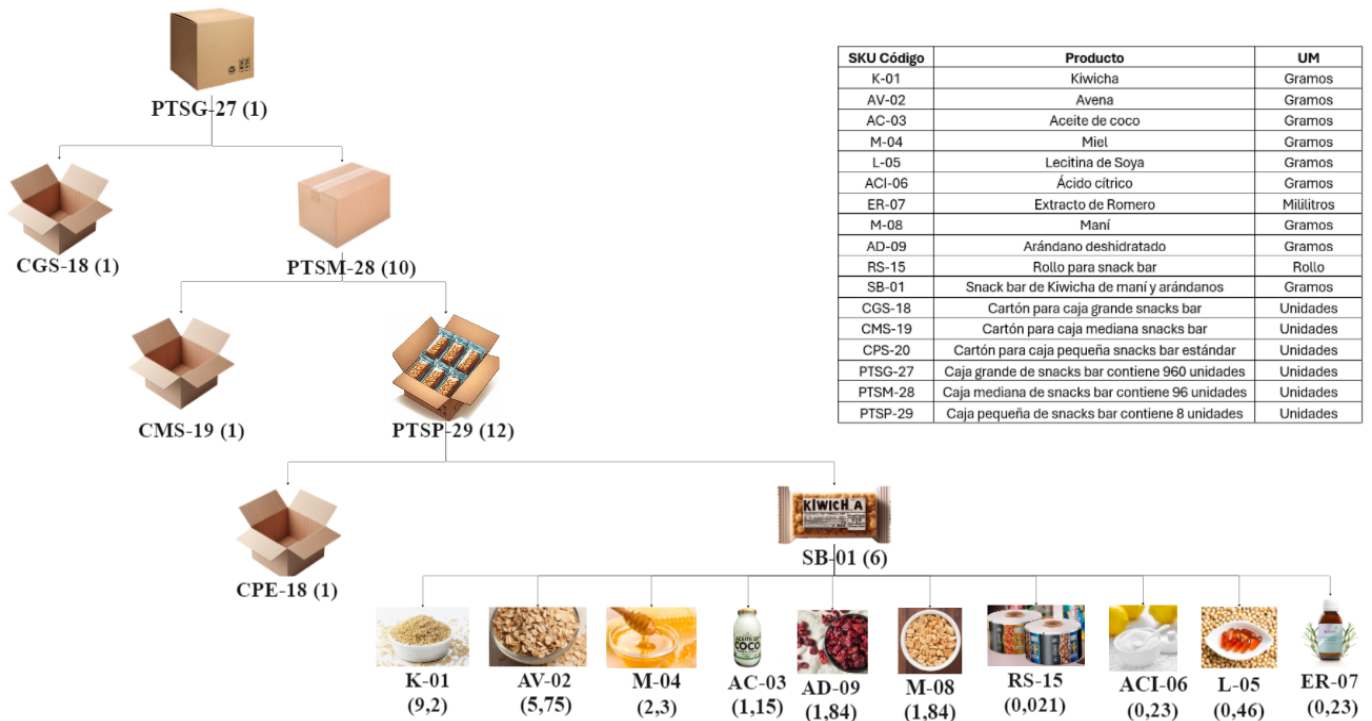


Fig. 32. Lista de materiales de snack bar de arándanos y maní

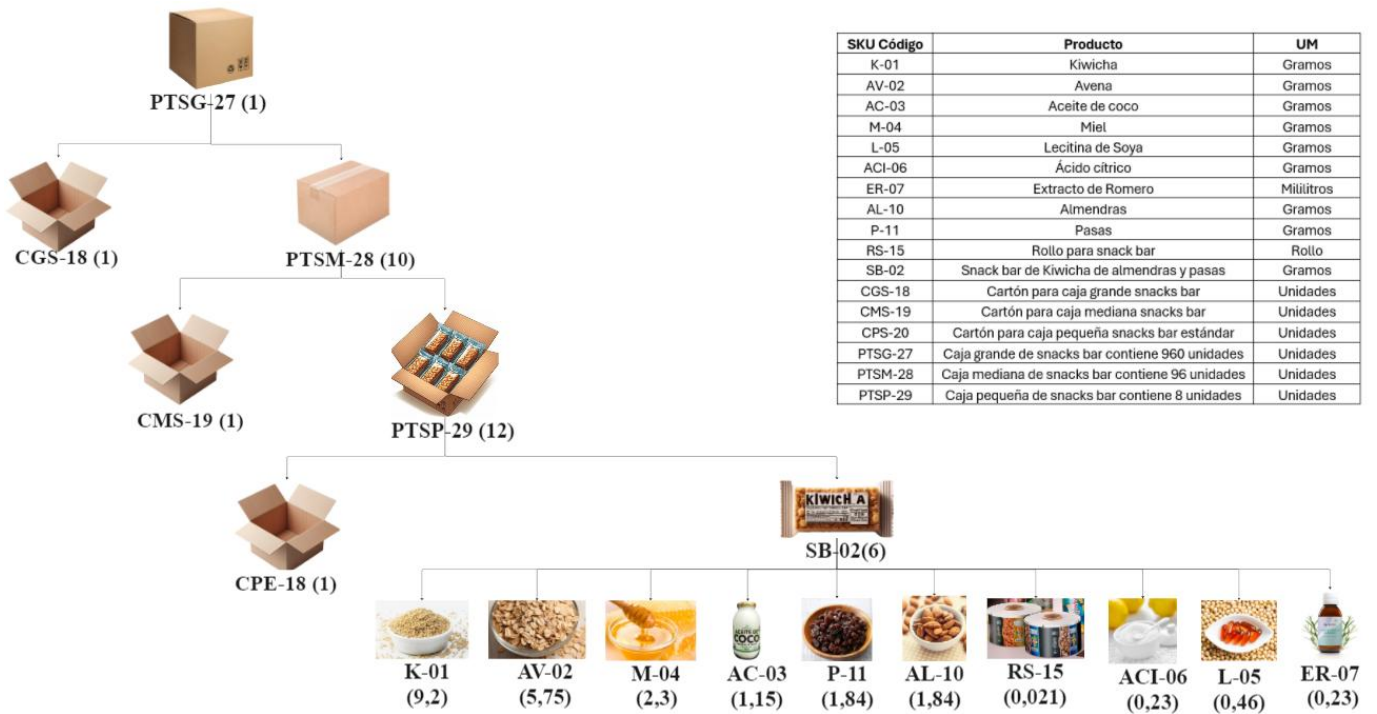


Fig. 33. Lista de materiales de snack bar de almendras y pasas

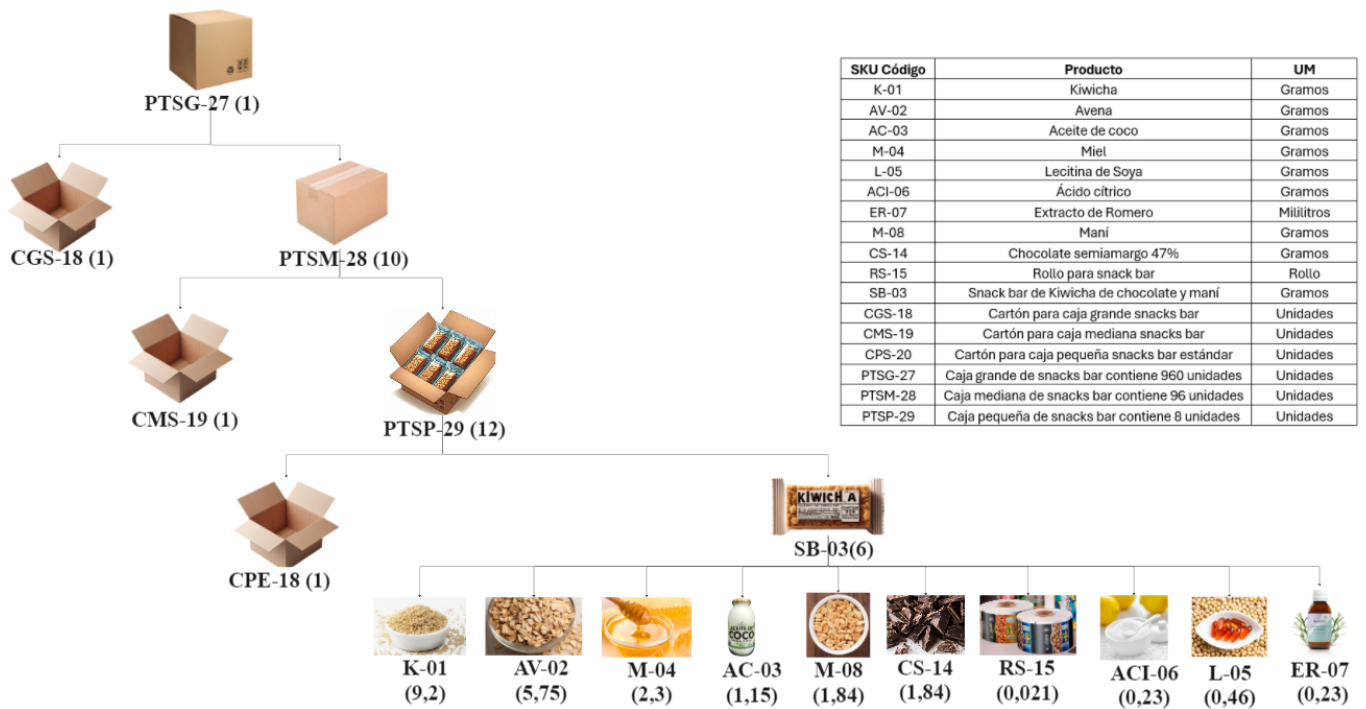


Fig. 34. Lista de materiales de snack bar de chocolate y maní

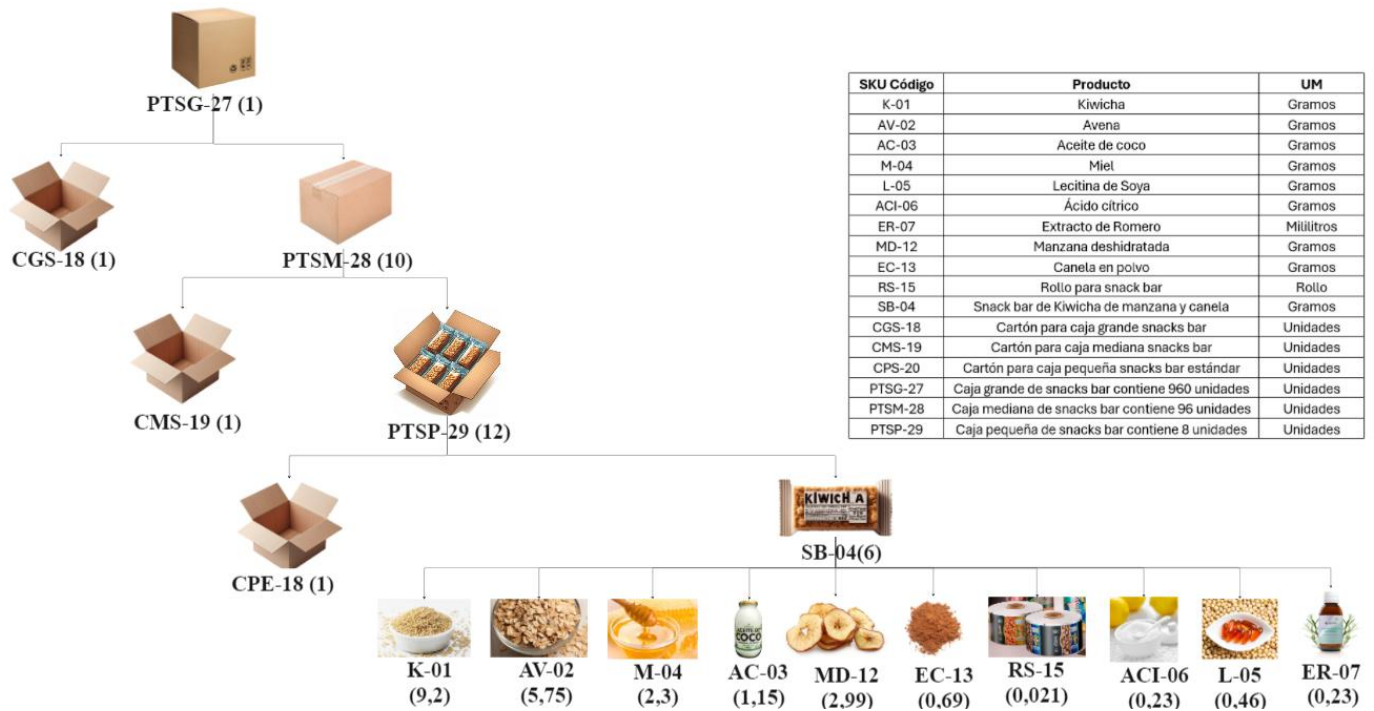


Fig. 35. Lista de materiales de snack bar de manzana y canela

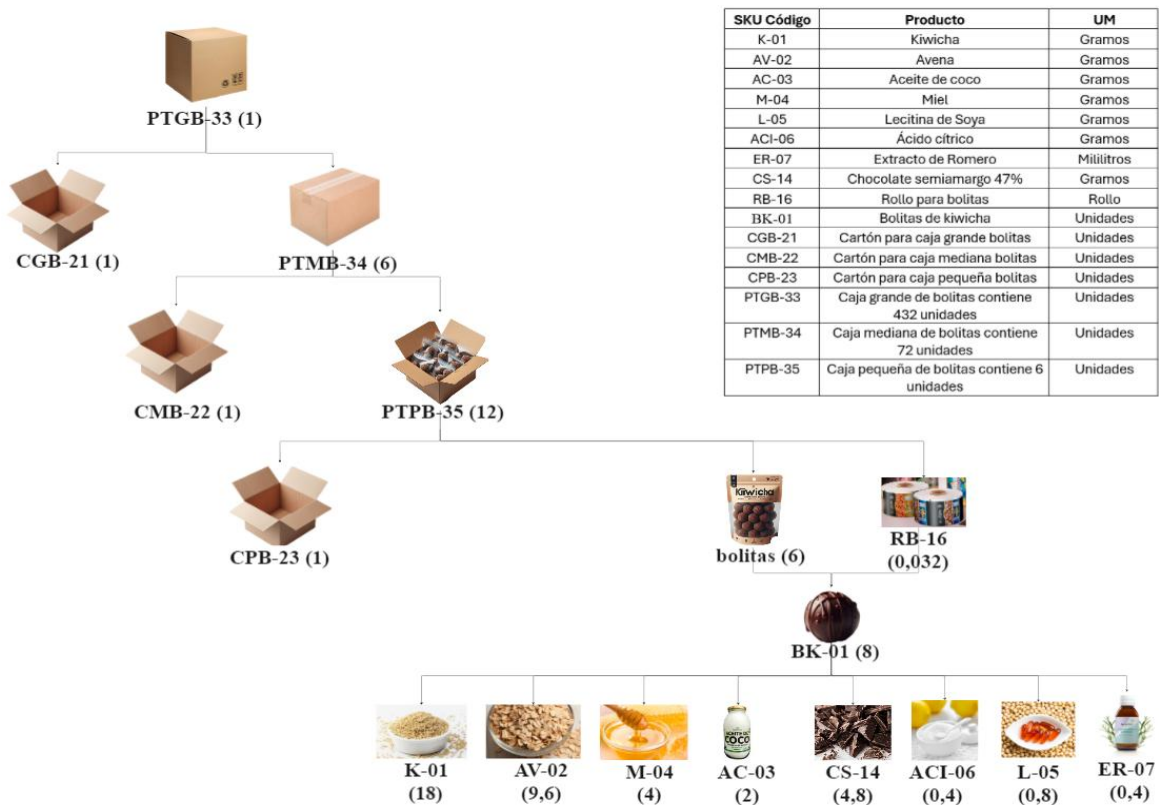


Fig. 36. Lista de materiales de bolitas de kiwicha

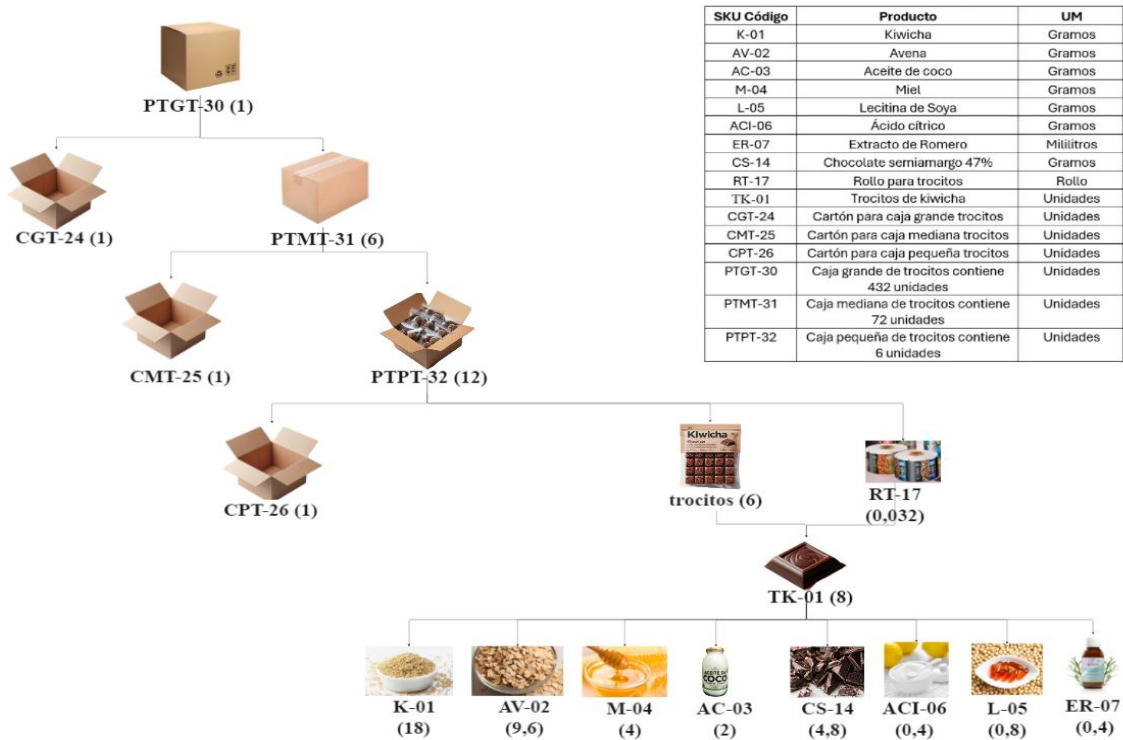


Fig. 37. Lista de materiales de trocitos de kiwicha

4) Variabilidad de la demanda

En los últimos años, la atención hacia el consumo de snacks saludables en Colombia ha experimentado un crecimiento sostenido. Dentro de este sector alimenticio, se encuentra los snacks bar que constituyen el producto principal de la línea de producción del proyecto. Para el análisis de la variabilidad de la demanda de este producto, se utilizó como fuente Euromonitor. Se consideró la inclusión de una línea de tendencia basada en un modelo de regresión lineal debido al comportamiento creciente de los datos, durante un periodo de 10 años (ver Fig. 38). En el Anexo 7 se encuentran los datos analizados, los cuales tienen un promedio de 21.144.000 unidades y un coeficiente de variación de 14,02.

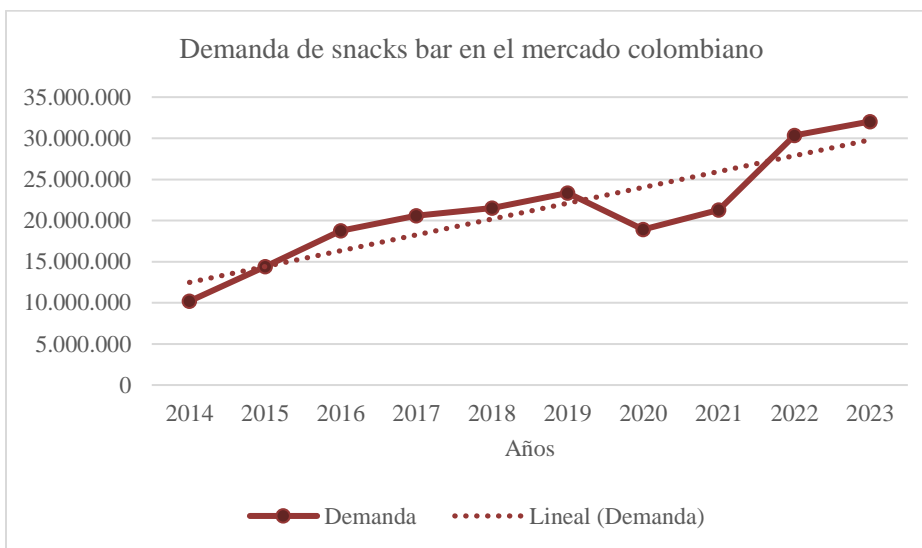


Fig. 38. Demanda de snacks bar y línea de tendencia en Colombia, fuente: Euromonitor

Para obtener un análisis más detallado se estimó la demanda de cada tipo de snack, teniendo en cuenta los siguientes aspectos importantes:

- En primer lugar, se analizó la oferta de snacks bar del país, enfocándose en los sabores de interés presentes en el portafolio de productos del proyecto. Este análisis consideró el nivel de visibilidad de estos productos en las plataformas de comercio electrónico de los principales supermercados. Con esta información y teniendo en cuenta su liderazgo ejercido en el sector dentro de la categoría Biscuits, Snack Bar and Fruit Snacks propuesta por Euromonitor, se estimó la participación de las marcas más representativas de este producto (Anexo 7). Asimismo, se consideró la categorización de estas marcas de acuerdo con su nivel de aparición. En la Tabla XX, se muestra la participación propuesta de las marcas en el mercado de acuerdo con la categorización propuesta.

Tabla XX. Estimación de participación de empresas de snacks bar en el mercado colombiano (Cálculos en Anexo 7)

C1	Tosh	63%
Categoría 2	Taeq	30%
	Origami	
	Corny	
	Alcaguete	
	Santa Anita	
Categoría 3	O-Lab	6%
	Benet	
	Supercoco	
	Wild protein	

	Qunno	
	Lok	
	Quest	
	Medley	
	Enervit	
C4	Otros*	1%

- En segundo lugar, se calculó la proporción de la demanda de snacks bar basada en la participación estimada de estas marcas en el mercado, es importante considerar que dichas páginas de comercio electrónico sugieren los productos de acuerdo con su nivel de demanda. Para ello, se tomó como referencia el valor de la demanda de snacks bar reportado por Euromonitor para el año 2023, el cual asciende a 32,040,000 unidades. Asimismo, esta demanda se divide por los sabores de interés del proyecto (Arándanos, maní, chocolate, manzana, almendras, canela), obteniendo que estos sabores se encuentran acaparando el 49,61% del mercado de snacks bar en Colombia.

Tabla XXI. Estimación de demanda por sabores de interés

	Demanda	Demanda de sabores de interés
Categoría 1	20.173.333	11.527.619
Categoría 2	9.612.000	3.524.400
Categoría 3	1.922.400	676.400
Categoría 4	320.400	160.200
Total	32.028.133	15.888.619

Al obtener el valor estimado de la demanda de los sabores de interés, mediante la encuesta piloto (Anexo 8) donde las personas seleccionaron los sabores que preferían en relación con los snacks saludables. estableciendo una mayor afinidad por el chocolate con un 59,3%, con las almendras y pasas un 18,5%, arándanos y maní 14,8% y finalmente, manzana y canela 7,4%. Esto ayudo a determinar la demanda para cada producto, se realizó un ligero reajuste a esta teniendo en cuenta las tendencias en el mercado. En la Tabla XXII, se resumen los valores de la demanda y sus medidas de dispersión de los últimos diez años.

Tabla XXII. Estimación de demanda por sabores de interés

Producto	Demanda promedio	Desviación	Coefficiente de variación
Barra Chocolate y maní	2.330.811	359.376	15,42%
Trocitos cobertura chocolate	1.884.374	287.710	15,27%
Bolitas cobertura chocolate	1.884.374	287.710	15,27%
Barra de almendras pasas	1.892.974	293.807	15,52%
Barra de arándanos y maní	1.532.525	239.758	15,64%
Barra de manzana y canela	756.787	117.199	15,49%

Tal como se anticipaba, el coeficiente de variación para los productos de la línea de producción es bastante similar, oscilando entre el 15,27% y el 15,64%. Este comportamiento se debe a que todos los productos pertenecen a la misma categoría, siendo el principal factor diferenciador los ingredientes específicos que aportan los distintos sabores. La homogeneidad en los procesos de producción y las características estructurales del producto base contribuyen a esta estrecha variabilidad. Esta información es crucial para comprender la estabilidad y el comportamiento del mercado de estos productos, permitiendo una mejor planificación y ajuste en la producción y distribución del proyecto.

Con relación a las materias primas, se determinó la variación de cada una en relación con los productos y se obtuvieron los resultados presentados en la tabla XXIII. En el Anexo 7, se presentan los cálculos de los resultados presentados en la Tabla XXIII.

Tabla XXIII. Estimación de demanda y desviaciones de materias primas

Materia prima	Demanda anual (g)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Kiwicha	547.200.000	84.347.890,5	15,414%
Avena en hojuelas	322.200.000	49.694.323,6	15,423%
Aceite de coco	65.400.000	10.085.439,7	15,421%
Miel de abeja	130.800.000	20.170.879,3	15,421%
Lecitina de soya	26.160.000	4.034.175,9	15,421%
Ácido cítrico	13.080.000	2.852.593,1	21,809%
Extracto de romero	13.080.000	2.852.593,1	21,809%
Arándanos deshidratados	15.585.875	3.136.356,2	20,123%
Maní	38.964.708	4.937.468,5	12,672%
Almendras	19.482.354	3.492.664,9	17,927%
Pasas	19.482.354	3.492.664,9	17,927%
Manzana deshidratada	12.663.523	2.812.744,5	22,211%
Canela en polvo	2.922.351	1.351.198,7	46,237%
Chocolate semiamargo	80.978.834	7.072.510,7	8,734%

La kiwicha, presenta la mayor demanda estimada al ser una materia prima presente en todos los productos, por otra parte, la canela es la materia prima de menor demanda, la cual también presenta una mayor incertidumbre en la demanda lo que conllevaría a una gestión de inventario flexible para evitar su desabastecimiento o exceso en el inventario. Los ingredientes base o principales de los productos presentan una demanda estable, en cuanto al maní y chocolate semiamargo se tiene una demanda mucho más predecible facilitando la planificación de la producción. Las materias primas como el aceite de coco, la lecitina de soya y la miel de abeja presentan un único coeficiente de variación al estar presentes en los productos en las mismas proporciones.

5) *Volumen de Unidades de Mantenimiento de Stock de materias primas*

Nuevamente se realiza una lista SKU con el objetivo de agregar la información de compra o hacer de cada materia prima que se requiere en el sistema productivo, esto con el fin de realizar la búsqueda de los proveedores en donde se compran estas materias primas.

Tabla XXIV. Lista SKU por productos con compra o hacer

Código	Producto	UM	Comprar o hacer
K-01	Kiwicha	Gramos	Compra
AV-02	Avena	Gramos	Compra
AC-03	Aceite de coco	Gramos	Compra
M-04	Miel	Gramos	Compra
L-05	Lecitina de Soya	Gramos	Compra
ACI-06	Ácido cítrico	Gramos	Compra
ER-07	Extracto de Romero	Mililitros	Compra
M-08	Maní	Gramos	Compra
AD-09	Arándano deshidratado	Gramos	Compra
AL-10	Almendras	Gramos	Compra
P-11	Pasas	Gramos	Compra
MD-12	Manzana deshidratada	Gramos	Compra
EC-13	Canela en polvo	Gramos	Compra

CS-14	Chocolate semiamargo 47%	Gramos	Compra
RS-15	Rollo para empaque snack bar	Rollo	Compra
RB-16	Rollo para empaque bolitas	Rollo	Compra
RT-17	Rollo para empaque trocitos	Rollo	Compra
CGS-18	Cartón para caja grande snacks bar	Unidades	Compra
CMS-19	Cartón para caja mediana snacks bar	Unidades	Compra
CPS-20	Cartón para caja pequeña snacks bar estándar	Unidades	Compra
CGB-21	Cartón para caja grande bolitas	Unidades	Compra
CMB-22	Cartón para caja mediana bolitas	Unidades	Compra
CPB-23	Cartón para caja pequeña bolitas	Unidades	Compra
CGT-24	Cartón para caja grande trocitos	Unidades	Compra
CMT-25	Cartón para caja mediana trocitos	Unidades	Compra
CPT-26	Cartón para caja pequeña trocitos	Unidades	Compra

6) Proveedores

En el diseño de un sistema productivo eficiente, la elección de proveedores juega un papel crucial. Los proveedores son los encargados de suministrar las materias primas necesarias para la elaboración de los productos. La calidad, tiempo de entrega y los costos asociados a las materias primas dependen directamente de la fiabilidad y capacidad de los proveedores seleccionados. Un proveedor adecuado no solo asegura la calidad del producto final, sino que también contribuye a la gestión de los costos de producción y a la estabilidad del proceso productivo.

Para la selección de proveedores, se realizó un cálculo de los requerimientos de materias primas necesarios para el sistema productivo de snacks saludables. A continuación, se llevó a cabo una búsqueda utilizando portales web para identificar proveedores potenciales que pudieran satisfacer estos requerimientos, priorizando entre dos y cuatro proveedores que ofrecieran productos de alta calidad. Posteriormente, se procedió a una comparación de cada uno de estos proveedores, evaluando factores clave como el costo, la calidad y los tiempos de entrega, análisis que se presenta en el Anexo 9. La calidad, es el factor primordial para asegurar que el producto final cumpla con los límites establecidos en la normativa vigente, para evitar los sellos de advertencia en el etiquetado, lo que implicó seleccionar proveedores que ofrezcan materias primas alineadas con los estándares de salud exigidos. En cuanto al costo, se evaluó no solo el precio inicial, sino también su relación con la calidad del producto y la confiabilidad del proveedor. Asimismo, se tomó en cuenta el tiempo de entrega, optando por proveedores localizados cerca de Bogotá, lo que permite minimizar retrasos y reducir costos logísticos. Este análisis permitió identificar a los proveedores que mejor se ajustan a las necesidades de nuestro sistema productivo. En la Tabla XXV, se detalla la selección final de proveedores específica para cada materia prima.

Tabla XXV. Resumen de proveedores para compra de materias primas

Materia Prima	Proveedor
Kiwicha	Cooperativa Agroindustrial Macchu Picchu
Avena en Hojuelas	Toning
Miel	Insumos y Alimentos
Aceite de coco	Químicos del Eje
Extracto de romero	Natural Shop
Ácido cítrico	Ensing
Lecitina de soya	Brymar
Arándanos deshidratados	Frutos & Semillas

Maní	Frutos & Semillas
Almendras	Frutos & Semillas
Pasas	Frutos & Semillas
Manzana deshidratada	Profruit
Canela en polvo	Frutos & Semillas
Cobertura de chocolate semiamargo	Nestle
Rollos	Industrias Propack S.A.S
Cartón para caja	Empaques y cartones - Colombia

- **Provisión de kiwicha**

De acuerdo con la Nota Técnica de los Granos Andinos en el Perú [44], en el año 2022 la producción de kiwicha en Perú fue de 6.746 toneladas, el 22,2% de la producción anual tiene como destino los mercados internacionales como: Alemania, Estados Unidos y Japón. El crecimiento en la producción de este grano fue en promedio de 20,7% anual en los últimos 5 años. Además, en el último año la participación en las exportaciones aumento en un 10,7% respecto al año 2021 [44]. Según la mencionada nota técnica, elaborada por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego de Perú, Apurímac es la región con mayor participación en la producción de kiwicha (Fig. 39).

Participación departamental de la producción de kiwicha, 2022

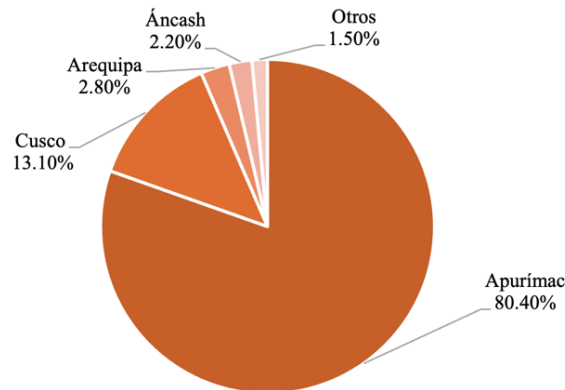


Fig. 39. Participación en la demanda según departamento. Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [55]

Es importante tener en cuenta el desempeño de cada uno de estos principales departamentos productores de kiwicha de tal manera que se pueda asegurar el suministro de este insumo. En consecuencia, de acuerdo con las Síntesis de Actividad Económica por departamento del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), teniendo como referencia los últimos tres años, se analizó que el departamento de Apurímac mantiene un crecimiento constante tanto en su producción como en área de cultivo cosechada [45][46][47]. El departamento de Cusco, segundo mayor productor de kiwicha en Perú, en los últimos tres años ha tenido un desempeño en la producción de este grano con mucha variabilidad [48][49][50], en el caso de Arequipa a pesar de ser un polo agroindustrial en la región sur de Perú, ha tenido una reducción de más de 121 toneladas en la producción de kiwicha en los últimos tres años [51][52][53]. Ancash, por su parte tiene una menor producción, destinada principalmente al consumo local o zonas aledañas de este departamento [54]. En la Tabla XXVI, se resumen la producción en toneladas de los últimos tres años para los tres principales departamentos productores.

Tabla XXVI. Producción anual de kiwicha de principales departamentos productores de Perú

Departamento	Producción de kiwicha (Ton)		
	2021	2022	2023
Apurímac	5313	5422	5707
Cusco	620	883	414
Arequipa	289	188	168

Teniendo en cuenta la actual tendencia de producción en el mercado peruano, y en aras de asegurar la continuidad del sistema de producción, se centró la búsqueda de proveedores locales en el departamento de Apurímac. A pesar de la distancia respecto al puerto del Callao, puerto más importante de Perú, se justifica la búsqueda de proveedores en esta zona teniendo la proximidad a

los agricultores, uno de nuestros grupos de interés, y se aseguraría un menor coste de la materia al reducir los intermediarios y asegurar su disponibilidad. Asimismo, los productores de esta región tienen experiencia en la exportación de este tipo de semillas a mercados internacionales como Francia [12].

Los productores en esta región, como en gran parte de Perú, hacen parte de asociaciones productoras agropecuarias. En primer lugar, se busca que se pueda suplir la demanda solicitada, que tenga experiencia en la exportación de este grano y cuente con algún tipo de certificación. De acuerdo con las alternativas evaluadas, la Cooperativa Agroindustrial Macchu Picchu (CAGMA) será el proveedor de insumos de kiwicha, ya que tiene como clientes a mercados como el europeo y estadounidense [13]. Esta asociación engloba a más de 300 agricultores y recibe el apoyo técnico y comercial de entidades gubernamentales además de tener certificación ISO 9001, lo cual asegura la calidad en su sistema de gestión.

En cuanto al cálculo de la estimación desde el lugar de acopio de la kiwicha en Apurímac hasta la ubicación de la planta productora de snacks en Bogotá, Colombia. Se tuvo en cuenta la duración en el transporte interno (2 días), el transporte marítimo con una duración de 15 – 16 días, lo cual incluye trámites administrativos, y carga y descarga que, junto al transporte interno en Colombia (1 día) tendría una duración de 19 a 20 días. Para la estimación de la duración por transporte marítimo se tuvo en cuenta diversos operadores logísticos como Maersk, Ransa, Tiba, entre otros. En la Fig. 40, se presenta el sistema de la cadena de suministro de este crucial ingrediente.

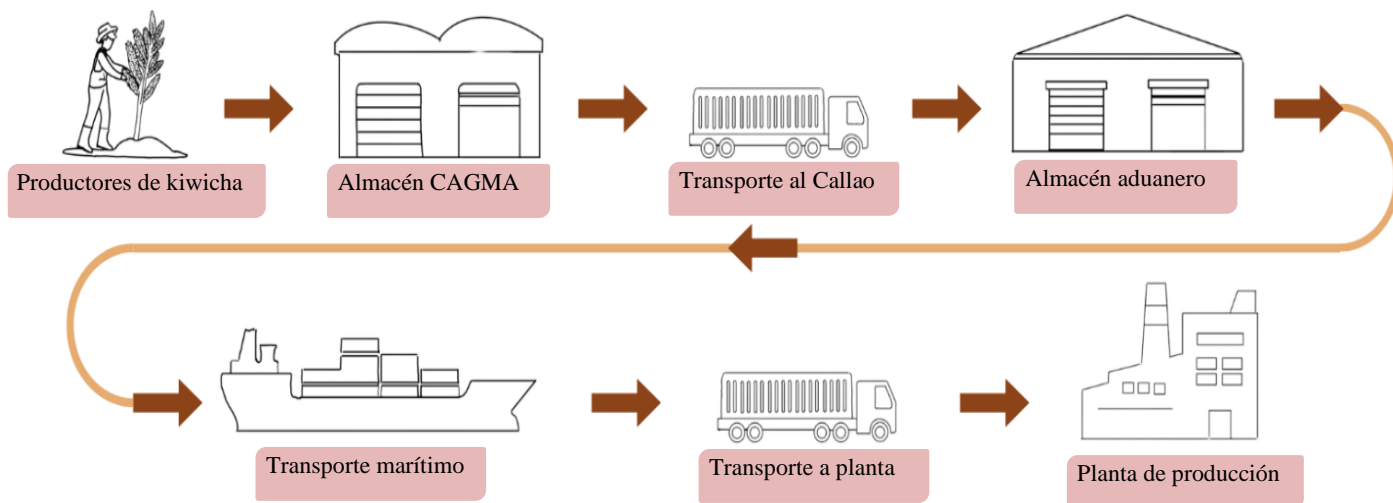


Fig. 40. Cadena de suministro de kiwicha hasta la planta de producción

7) Factores de competitividad clave

La competitividad de una empresa en el mercado actual se sustenta en una propuesta de valor sólida y diferenciada. En este contexto, el presente proyecto se distingue por su enfoque en la calidad y la variedad de sus productos, constituyendo una combinación estratégica para alcanzar una posición significativa en el mercado.

La calidad, entendida como la excelencia consistente en todos los atributos de un producto, es un pilar fundamental de este proyecto. Al ser un producto importado, se garantiza el cumplimiento de estándares internacionales en materia de seguridad alimentaria. Esta característica, sumada a la naturaleza saludable de los productos, refuerza su valor percibido por los consumidores, quienes buscan opciones alimenticias que reúnan sabor, bienestar y seguridad. Para lograr constancia en la calidad, se deben implementar rigurosos controles de calidad y procesos de mejora continua que abarquen desde la selección de materias primas hasta la producción y distribución. Además, es esencial adoptar tecnologías que permitan monitorear y garantizar la calidad en todas las etapas del ciclo de vida del producto. Asimismo, se refleja el factor de calidad de alto rendimiento, debido a la percepción de valor entre los consumidores que buscan opciones alimenticias que combinen sabor y nutrición, además, de ser un producto que utiliza una materia prima importada, no existente en el mercado colombiano.

La variabilidad de la oferta es el otro factor presente, con cuatro presentaciones y teniendo dos de ellas sabores diferentes, enriquecen la experiencia del consumidor y permiten adaptarse a las diferentes preferencias en el mercado. Esta diversidad, sin embargo, no compromete la calidad, ya que cada producto es sometido a controles exhaustivos para asegurar su uniformidad.

La combinación de calidad constante, calidad de alto rendimiento y la variedad posiciona a este proyecto como una propuesta de valor única en el mercado, buscando que estos productos no solo cumplan con las expectativas actuales del mercado, sino que también sean capaces de competir eficazmente con las marcas líderes del sector. Esto se traduce en ofrecer a los consumidores una experiencia de consumo superior, basada en productos que no solo son saludables, sino que también destacan por su sabor, textura y presentación.

B. Selección de tecnologías

1) *Medidas operacionales críticas*

1.1) Capacidad

El sistema productivo diseñado cuenta con una capacidad de 4 millones de unidades al mes de acuerdo con lo establecido en el apartado Fijación de requerimientos de diseño, lo que asegura la producción de 3 millones de snacks bar y 1 millón de bolitas y trocitos de kiwicha. Esta capacidad es crucial, ya que permite que el sistema mantenga un ritmo de producción constante y suficiente para satisfacer la demanda del mercado.

1.2) Tasa de cumplimiento o Fill rate

La tasa de cumplimiento del sistema es del 87%, es decir, que el 87% de los pedidos se atenderán a tiempo, generando un impacto positivo en la satisfacción del consumidor. Para mantener esta tasa de cumplimiento, el sistema productivo debe asegurar la disponibilidad constante de productos. En la industria manufacturera de alimentos, esta medida de desempeño generalmente se encuentra en un rango del 85% al 95% [25].

2) *Tipo de inventario*

El tipo de inventario planteado para el sistema productivo es fabricación para inventario, también conocido en inglés como Make to stock (MTS), debido a que la producción se realizará principalmente para satisfacer la demanda estándar presente en el mercado, ya que la fabricación de productos no será a pedido. Para este proceso primero, se realiza una estimación de las necesidades futuras en el mercado mediante el análisis de datos históricos de ventas y tendencias de empresas de snacks posicionadas en el mercado colombiano, estos datos son determinantes para conocer las cantidades a producir y cuando deberían ser entregados. Una vez que los productos están terminados, se almacenan en el depósito (stock), creando un inventario para su pronta venta.

En particular, en Colombia, empresas líderes del segmento de snacks como: Grupo Nutresa, Frito Lay y Yupi, utilizan este sistema para garantizar que sus productos estén disponibles en los diferentes puntos de venta, respondiendo de esta forma a las demandas del mercado. Por otro lado, según la plataforma Parrotfy, la empresa chilena Agrosuper, líder en la producción de alimentos de origen animal, en 2022, implementó el sistema MTS en sus procesos de producción de pollo, cerdo y vacuno, permitiendo mejorar la eficiencia de sus procesos, reducir costos y mejorar la calidad de sus productos. Asimismo, la empresa de retail Falabella, que opera en Chile, Perú, Colombia, Argentina, Brasil y Uruguay, utiliza este sistema en sus procesos de logística y distribución, permitiendo mejorar la eficiencia de sus entregas, reducir costos y mejorar la experiencia de sus clientes [57].

3) *Método de producción*

En cuanto a la definición del método de producción, se consideraron aspectos relevantes para la producción, como el volumen de producción, la flexibilidad y control de calidad, garantizando la consistencia de los diversos productos del portafolio.

La demanda tanto de los snacks bar como de los snacks de bolitas y trocitos, presentan particularidades que requerirán de maquinaria especializada, principalmente por su variedad en los productos del portafolio, que son los snacks bar con dos

ingredientes diferenciadores en cada una, la forma de las bolitas y trocitos y la cobertura de chocolate en ambos. Estas características del producto generan que se requieran diferentes tratamientos en su producción; la línea de producción también necesita mayor flexibilidad debido a las fluctuaciones del mercado y a la producción estimada para cada sabor, de acuerdo con las preferencias de los consumidores colombianos; para asegurar la calidad del producto es necesario establecer puntos de control por lotes en diferentes etapas del proceso, lo que ayuda a evitar desperdicios mejorando la calidad del producto final.



Dadas las particularidades presentes en el sistema, se establece que el método de producción adecuado para el desarrollo del proyecto es por lotes (Batch), donde el sistema podría dar respuesta a la demanda estimada, mostrar flexibilidad ante la inclusión de nuevos productos o variaciones que se presenten en el mercado y tener un mejor manejo de inventario. La utilización de este sistema es necesaria, ya que es una práctica usual en la industria alimentaria de gran escala.

4) Selección de maquinaria

Una vez definido el tipo de producción, de inventario y la capacidad, se realiza la selección adecuada de maquinaria para el diseño del sistema productivo. Para esto, se analizaron las diferentes tecnologías en el mercado, para la selección de estas se tuvo en consideración principalmente la fiabilidad de los proveedores, para dar cumplimiento a uno de los requerimientos del sistema, dando prioridad a las empresas con mayor visibilidad en el mercado de maquinaria especializada para el sector de alimentos. También, se consideraron las características de la maquinaria para dar una respuesta efectiva al sistema productivo y la relación costo-calidad que permita asegurar el desempeño de las tecnologías.

En la Tabla XXVII se presenta la maquinaria necesaria para la producción de los snacks.

Tabla XXVII. Selección de maquinarias

Máquina para hacer barras de cereales	
 <p><i>Fig. 41. Imagen referencia máquina para barras de cereal</i></p>	Marca: MIA food tech.
	País de procedencia: Italia.
	Modelo: LC 300-450.
	Capacidad: 200 - 300 barras/min.
	Dimensiones: 20 x 1,5 x 2,5 m.
	Precio: 200.000 USD.
Máquina trituradora de frutos secos	
 <p><i>Fig. 42. Imagen referencia máquina trituradora</i></p>	Marca: MIA food tech.
	País de procedencia: Italia.
	Modelo: CRICK-CROCK 100-2T.
	Capacidad: 60 a 120 kg /h.
	Dimensiones: 0,9 x 0,65 x 1,2 m.
	Precio: 12.000 USD.

Máquina mezcladora para snacks bar



Fig. 43. Imagen referencia máquina mezcladora para snacks bar

Marca: DIOSNA

País de procedencia: Alemania.

Modelo: WH 160-400 A.

Capacidad: 160 – 400 kg de mezcla.

Dimensiones: 1,3 x 1,1 x 1,5 m.

Precio: 22.000 USD.

Máquina para transferencia de mezcla



Fig. 44. Imagen referencia para transferencia de mezcla

Marca: BASE

País de procedencia: Reino unido

Modelo: Bakery Bowl Lift

Capacidad: 500 kg.

Dimensiones: 1,36 x 2,14 x 1,67 m.

Precio: 4.800 USD.

Máquina popeado de kiwicha



Fig. 45. Imagen referencia máquina popeadora

Marca: Industrias AYCA.

País de procedencia: Perú.

Modelo: TPA-100.

Capacidad: 25 a 50 kg /h.

Dimensiones: 140 x 150 x 210 cm.

Precio: 5.000 USD.

Máquina detectora de metales



Fig. 46. Imagen referencia maquina detectora de metales

Marca: Cassel.

País de procedencia: Alemania.

Modelo: CASSEL Metal Shark.

Velocidad max: 0,3m/s.

Dimensiones: 1,45 x 0,7 x 1,2 cm.

Precio: 2.000 USD.

Máquina empacadora horizontal para snacks bar



Fig. 47. Imagen referencia máquina empacadora horizontal

Marca: Emyma.

País de procedencia: Colombia.

Modelo: DXDZ-250B.

Capacidad: 40-180 und/min.

Dimensiones: 3,77 x 0,67 x 1,45 m.

Precio: 8.000 USD.

Máquina empacadora vertical para bolitas y trocitos



Fig. 48. Imagen referencia máquina empacadora vertical

Marca: Incalfer.

País de procedencia: Argentina.

Modelo: EV5235.

Capacidad: 25 - 70 bpm.

Dimensiones: 1,35 x 1,3 x 1,7 m.

Precio: 21.500 USD.

Máquina boleadora	
 <p><i>Fig. 49. Imagen referencia máquina boleadora</i></p>	Marca: Papa Tech.
	País de procedencia: China
	Modelo: P-001.
	Capacidad: 10 - 60 bpm.
	Dimensiones: 0,8 x 0,86 x 1,3 m.
	Precio: 7.000 USD.
Máquina mezcladora para bolitas y trocitos	
 <p><i>Fig. 50. Imagen referencia máquina mezcladora para bolitas y trocitos</i></p>	Marca: VMI.
	País de procedencia: Francia.
	Modelo: SPI AV mixer.
	Capacidad: 80 - 750 kg de mezcla.
	Dimensiones: 1,5 x 1 x 1,1 m.
	Precio: 14.000 USD.
Máquina para transferencia de mezcla	
 <p><i>Fig. 51. Imagen referencia máquina para transferencia de mezcla</i></p>	Marca: VMI.
	País de procedencia: Francia.
	Modelo: 400 DAVI.
	Capacidad: 250kg.
	Dimensiones: 1,5 x 1,7 x 3 m.
	Precio: 6.500 USD.

Máquina para aplanar y trocear los trocitos



Fig. 52. Imagen referencia máquina para aplanado y troceado

Marca: Mia Food tech.

País de procedencia: Italia.

Modelo: Easy Bars 100.

Capacidad: 20 – 40 barras/min.

Dimensiones: 3 x 1 x 1,4 m.

Precio: 20.000 USD.

Máquina para cobertura de chocolate



Fig. 53. Imagen referencia máquina para cobertura de chocolate

Marca: SELMI.

País de procedencia: Italia.

Modelo: Tunnel 200/250.

Capacidad: 20 – 150 cm/ min.

Dimensiones: 5,3 x 1,2 x 1,56 m.

Precio: 20.000 USD.

Máquina para pesaje



Fig. 54. Imagen referencia máquina de pesaje

Marca: Badecol.

País de procedencia: Colombia.

Modelo: Báscula de piso Industrial 500KG.

Capacidad: 500 kg.

Dimensión plataforma: 45 x 60 cm.

Precio: 100 USD.

Banda transportadora doble para bolitas y trocitos



Fig. 55. Imagen referencia banda transportadora doble

Marca: CRYOVAC.

País de procedencia: Brasil.

Modelo: Banda transportadora de alimentación de doble carril 8604.

Dimensiones: 3,63 x 1,26 x 1,45 m.

Precio: 10.000 USD.

Banda alimentadora



Fig. 56. Imagen referencia banda alimentadora

Marca: BAFU.

País de procedencia: China.

Modelo: FWC350A.

Dimensiones: 6,1 x 0,8 x 1,5 m.

Precio: 8.000 USD.

Banda transportadora en declive



Fig. 57. Imagen referencia banda transportadora en declive

Marca: Royal Conveyors.

País de procedencia: Canadá.

Modelo: Decline Belt Conveyor.

Dimensiones: 3 x 0,6 x 1,45 m.

Precio: 5.000 USD.

Alimentador automático



Fig. 58. Imagen referencia alimentador automático

Marca: PADOVANI.

País de procedencia: Italia.

Modelo: SHR 500-600.

Capacidad: 400 paquetes/min.

Dimensiones: 90 x 68,5 x 21,5 cm.

Precio: 5.000 USD.

5) Lista de Materiales (Bill of materials -BOMs) con pérdida de rendimiento

De acuerdo con las características de los ingredientes, en este apartado se estima la pérdida de rendimiento en el proceso de mezclado debido a la adherencia de la mezcla en el recipiente y en las aspas de la máquina, se establece una pérdida de sólidos del 7%, valor estimado a partir del trabajo realizado por Castañeda y Contreras [58], quienes establecen una pérdida entre 7,45% 8,57% de la mezcla sólida, cuyos ingredientes comparten características similares a los presentes en los productos.

En las Figs. 59-64, se presentan la actualización de los BOMs para cada producto del portafolio, debido al ajuste en la cantidad adicional de ingredientes requerida para compensar la pérdida de rendimiento estimada en 7%. Los valores se obtuvieron sumando el porcentaje adicional a las cantidades originalmente necesarias para la mezcla, asegurando que se mantenga la proporción correcta de ingredientes en el producto final.

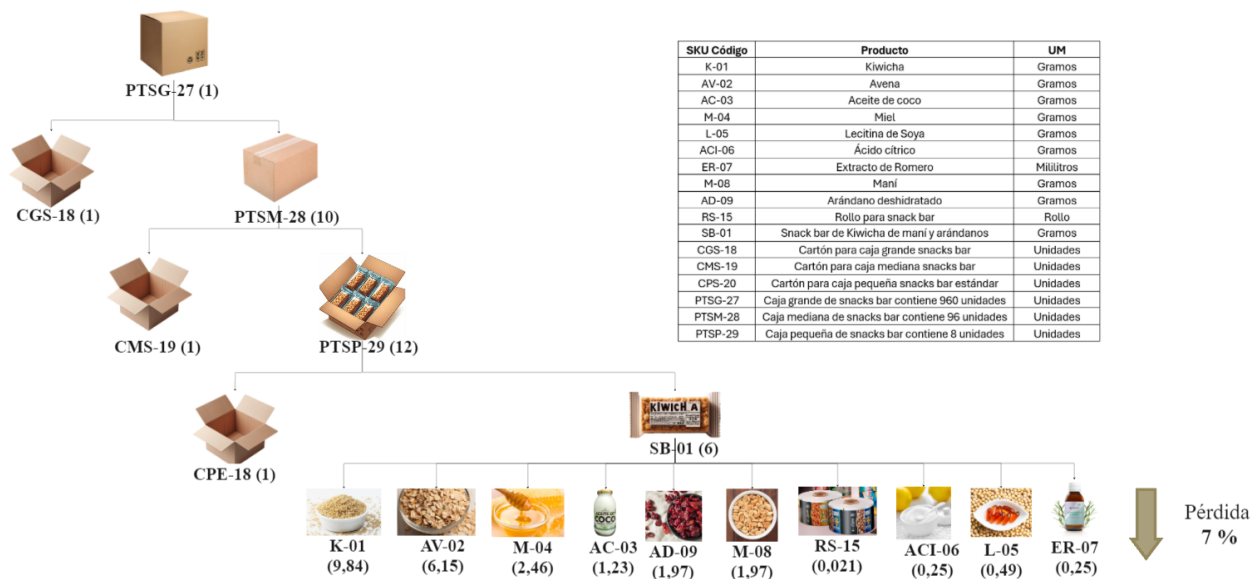


Fig. 59. Lista de materiales de snack bar de arándanos y maní con pérdida de rendimiento

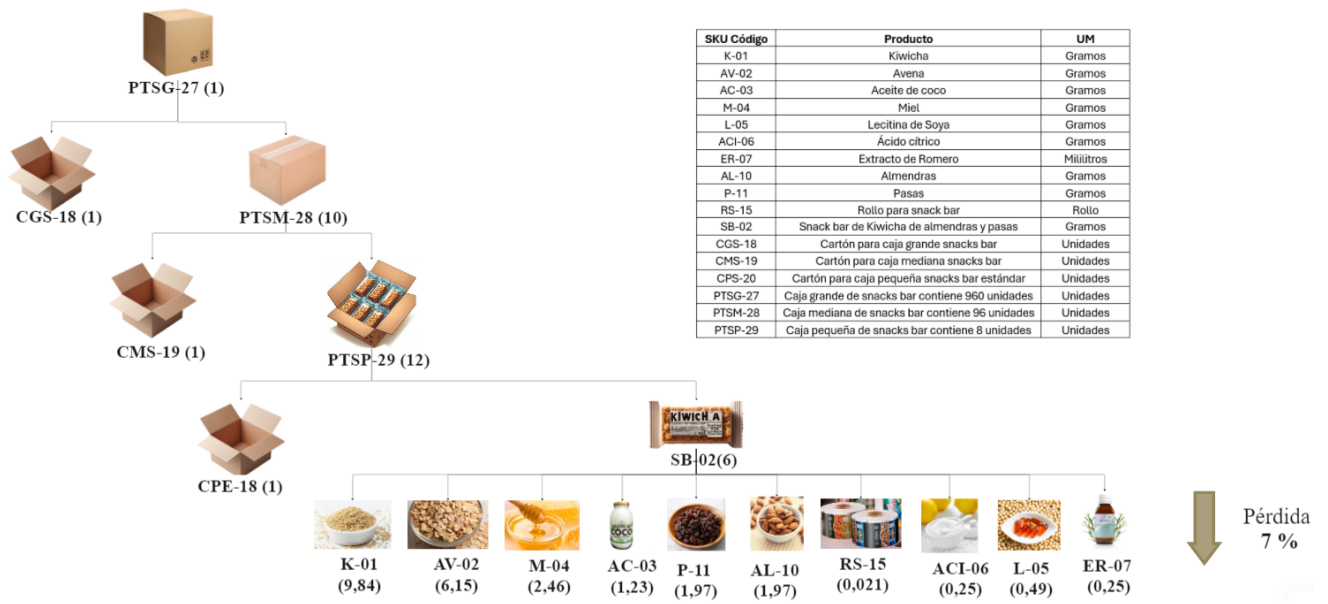


Fig. 60. Lista de materiales de snack bar de almendras y pasas con pérdida de rendimiento

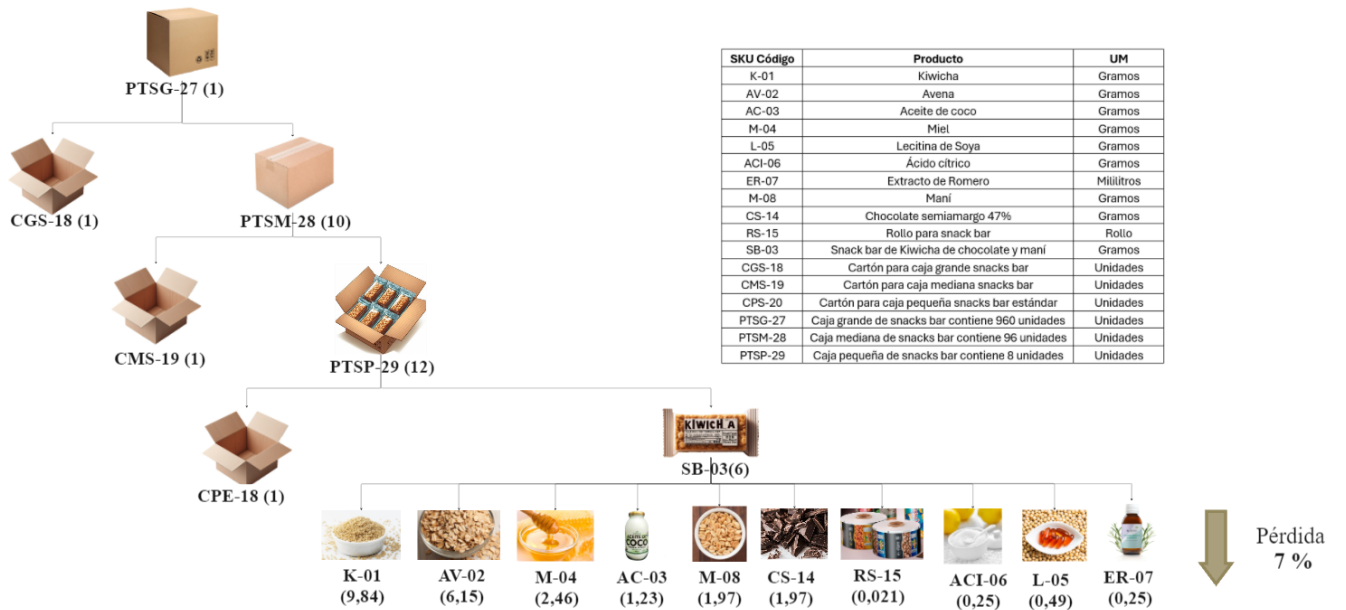


Fig. 61. Lista de materiales de snack bar de maní y chocolate con pérdida de rendimiento

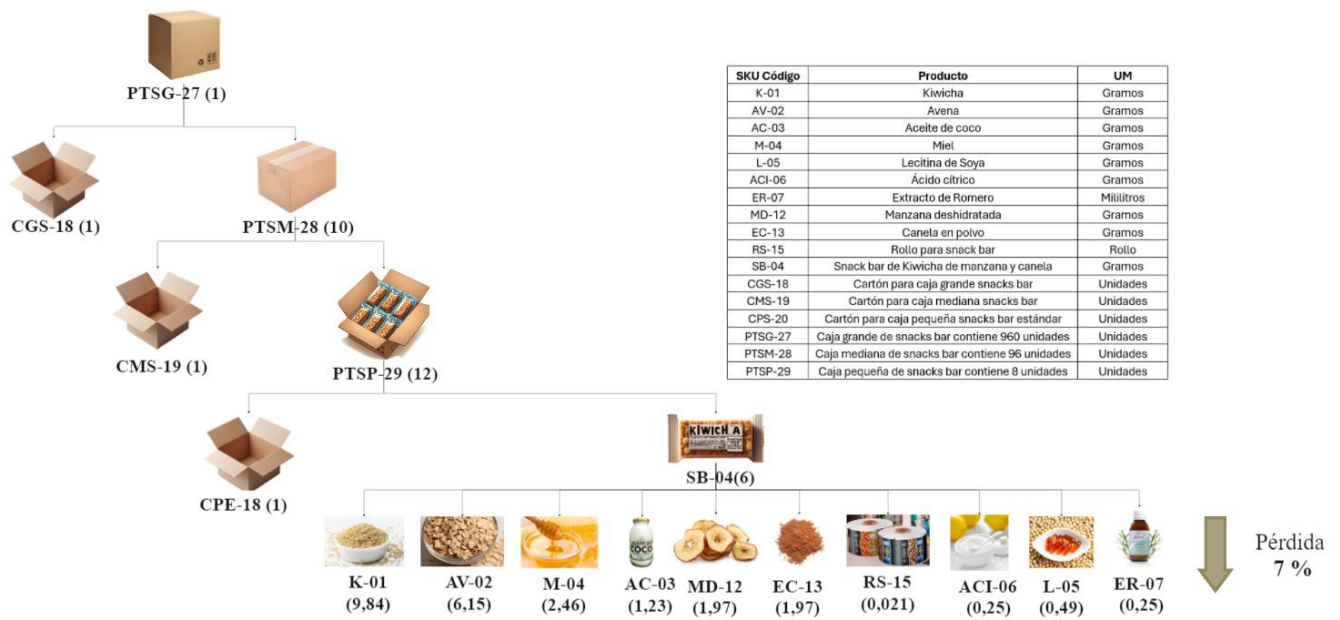


Fig. 62. Lista de materiales de snack bar de manzana y canela con pérdida de rendimiento

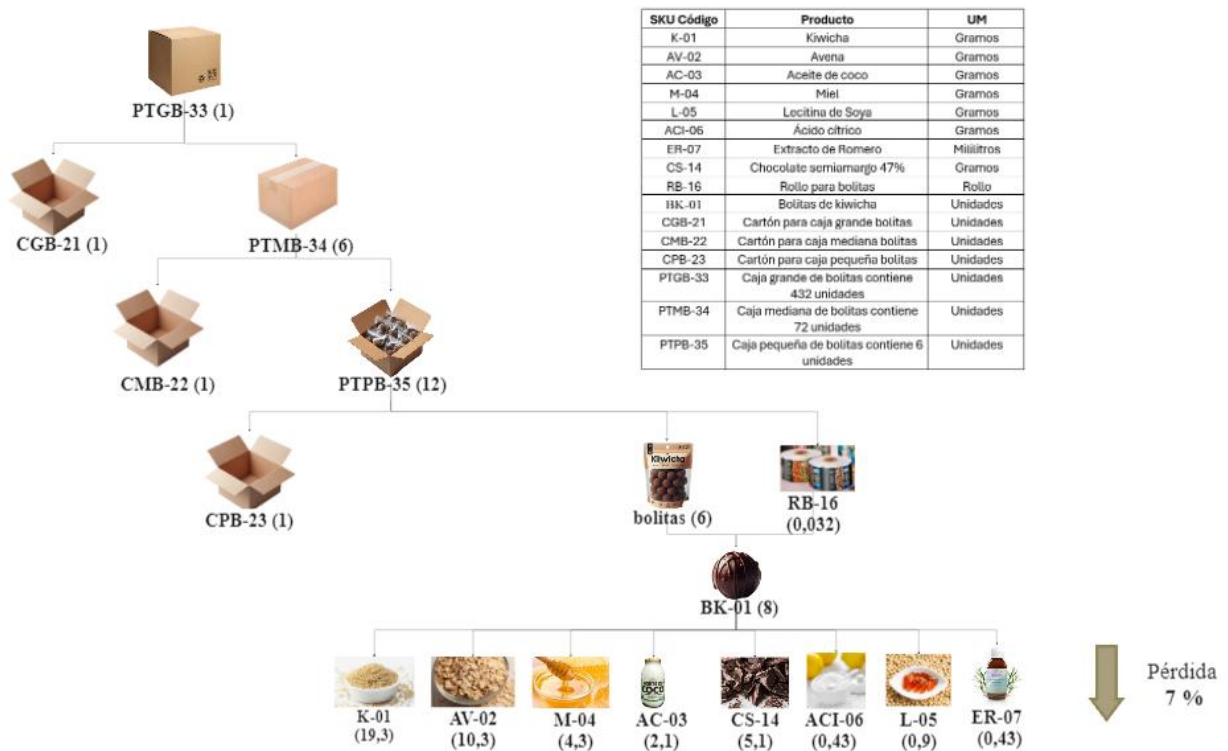


Fig. 63. Lista de materiales de bolitas de kiwicha con pérdida de rendimiento

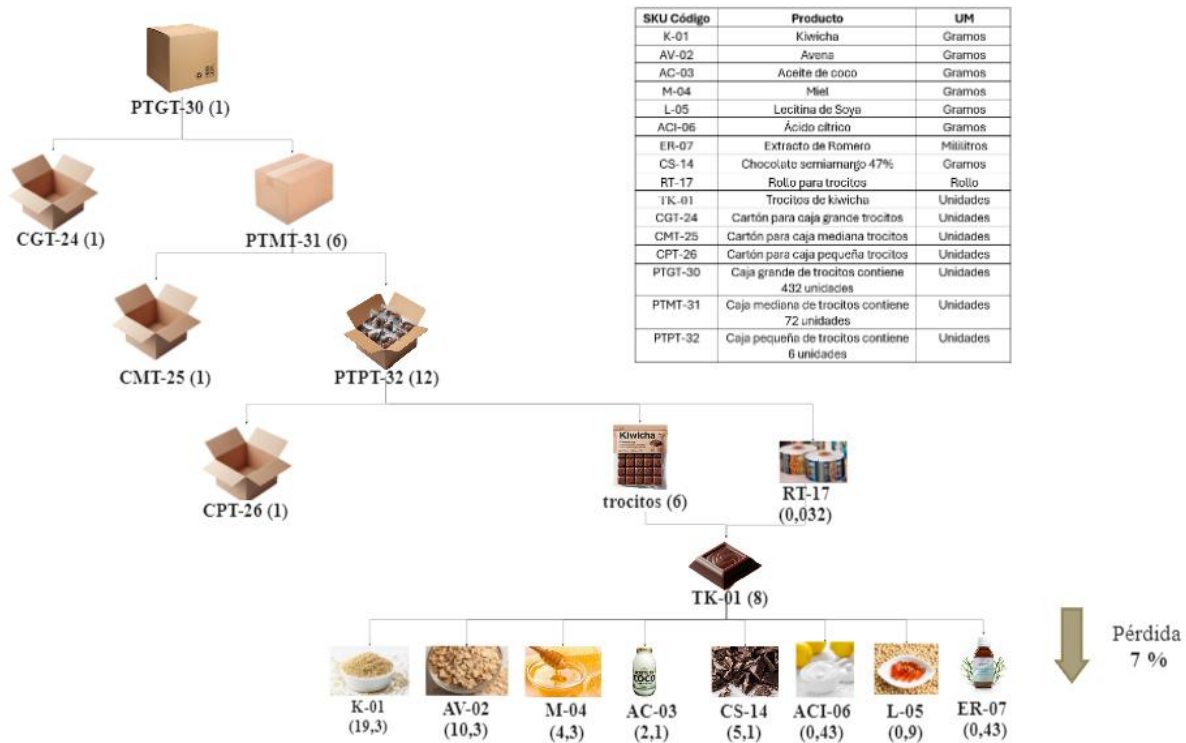


Fig. 64. BOM trocitos de kiwicha con pérdida de rendimiento

C. Costo y aprovisionamiento de materias primas

1) Costos unitarios

Teniendo en cuenta el tipo de producción utilizado en el proyecto, donde se incurre a costos específicos para cada lote, es importante el cálculo de los costos unitarios asociados a la materia prima y mano de obra, debido a que las fluctuaciones en estos tienen un impacto directo en los volúmenes de producción. Una adecuada determinación de los costos de producción y el aseguramiento de la materia prima permiten que el sistema productivo pueda cumplir con las expectativas de los grupos de interés, además de ofrecer productos de calidad a precios competitivos, lo cual repercute en la satisfacción del cliente. Dada la relevancia de estos dos aspectos, el presente proyecto considera en la estructura de costos variables principalmente de materia prima y mano de obra.

- Costo de materia prima

Para la determinación de los precios de las materias primas se tuvo en cuenta el apartado de proveedores, en el cual se seleccionaron estos considerando diversos aspectos como: el tiempo de entrega, el precio del producto de acuerdo con el volumen mensual requerido y los costos de transporte para cada materia prima utilizada en el proceso de producción. En la Tabla XXVIII se presentan los precios por unidad de medida de los proveedores seleccionados junto a las cantidades requeridas, las cuales permitieron el cálculo de los costos unitarios de las materias primas para la elaboración de una unidad de snacks bar.

Tabla XXVIII. Costo unitario de materias primas para snacks bar

Ingrediente	Proporción	Precio (g)	Materia prima requerida (g)	Costo unitario (\$COP/und)
Hojuela de avena	25%	\$ 4,60	6,15	\$ 28,29
Miel	10%	\$ 7,04	2,46	\$ 17,32
Aceite de coco	5%	\$ 15,74	1,23	\$ 19,36

Kiwicha	40%	\$ 4,19	9,84	\$ 41,22
Extracto de romero (ml)	1%	\$ 291,7	0,25	\$ 72,92
Ácido cítrico	1%	\$ 10,40	0,25	\$ 2,60
Lecitina de soya	2%	\$ 25,00	0,49	\$ 12,25
Rollo para empaque (unidad)	-	\$ 10.400	0,021	\$ 218,40
Arándanos deshidratados	8%	\$ 39,26	1,84	\$ 72,24
Maní	8%	\$ 16,07	1,84	\$ 29,57
Almendras	8%	\$ 32,90	1,84	\$ 60,54
Pasas	8%	\$ 11,88	1,84	\$ 21,85
Manzana deshidratada	13%	\$ 57,90	2,99	\$ 173,12
Canela en polvo	3%	\$ 30,90	0,69	\$ 21,32
Chocolate semiamargo	8%	\$ 32,59	1,84	\$ 59,97
Maní	8%	\$ 16,07	1,84	\$ 29,57

Del mismo modo, se determinaron los costos unitarios de las materias primas para la elaboración de snacks de bolitas y trocitos presentados en la Tabla XXIX.

Tabla XXIX. Costo unitario de materias primas para snacks de bolitas y trocitos

Ingrediente	Proporción	Precio (g)	Materia prima requerida (g)	Costo unitario (\$COP /und)
Hojuela de avena	24%	\$ 4,60	10,3	\$ 47,38
Miel	10%	\$ 7,04	4,3	\$ 30,28
Aceite de coco	5%	\$ 15,74	2,1	\$ 33,05
Kiwicha	45%	\$ 4,19	19,3	\$ 80,86
Extracto de romero (ml)	1%	\$ 291,67	0,43	\$ 125,42
Ácido cítrico	1%	\$ 10,40	0,43	\$ 4,47
Lecitina de soya	2%	\$ 25,00	0,9	\$ 22,50
Cobertura de Chocolate	12%	\$ 32,59	5,1	\$ 166,21
Rollo para empaque (unidad)	-	\$ 10.400	0,032	\$ 332,80

Finalmente, la Tabla XXX, engloba el costo unitario para cada una de las presentaciones del portafolio de productos.

Tabla XXX. Costo unitario por presentación

Presentación	Costo unitario (\$COP/und)
Arándanos y maní	\$ 514,18
Almendras y pasas	\$ 494,75
Manzana y canela	\$ 606,80
Chocolate y maní	\$ 501,90
Snacks de bolitas	\$ 842,97
Snacks de trocitos	\$ 842,97

- **Costo de mano de obra**

Para la determinación del costo de mano de obra, se consideraron los salarios, los tiempos estándar y el personal requerido. El tiempo estándar se define como el tiempo necesario para que cada operario, ubicado en cada proceso, produzca una unidad de producto, ya sea un snack bar, bolitas o trocitos. Este valor se estimó mediante la observación de procesos similares en la industria, teniendo en cuenta también las capacidades de las tecnologías seleccionadas.

El personal requerido para el sistema productivo presenta una clasificación de dos grupos. El primero es el operativo, cuya labor se encuentra directamente relacionada con la operación de la maquinaria, y el segundo grupo es el de operarios especializados, cuya función es el pesaje de las proporciones adecuadas de acuerdo con las listas de materiales de la sección anterior. Esta distinción se realiza debido a que el segundo grupo tendría un mayor salario, al estar a cargo del cumplimiento del pesaje establecido, lo cual afecta los requerimientos del cliente.

La mano de obra directa de la planta para la fabricación de una unidad está compuesta por 10 operarios para la línea de snacks bar y de 8 operarios para la línea de snacks de bolitas y trocitos por turno. De acuerdo con la producción mensual esperada, se establecieron dos jornadas laborales de 8 horas cada una, donde la primera inicia desde las 6 hasta las 14 horas, mientras que el segundo inicia desde las 14 hasta las 22 horas, teniendo en cuenta la normativa vigente de horas nocturnas [59] que establece que el trabajo a partir de las 21 horas se considera trabajo nocturno, a los trabajadores del segundo turno se les pagaría 1 hora como trabajo nocturno.

Los cálculos de los factores anteriores se detallan en el Anexo 10. Finalmente, en las Tablas XXXI y XXXII se muestran los valores del tiempo estándar y el costo unitario de mano de obra para los snacks bar, bolitas y trocitos, respectivamente.

Tabla XXXI. Costo de mano de obra por unidad para snacks bar

Proceso	Tiempo estándar	Costo de Mano de Obra (\$COP /und)
Triturado	0,0110	1,74
Tostado	0,0114	1,81
Pesado	0,0300	10,49
Mezclado	0,0035	0,55
Transferencia de mezcla	0,0001	0,02
Moldeado y corte	0,0067	1,06
Control	0,0067	1,06
Empaquetado	0,0067	1,06
Encajado	0,0133	2,12
Embalado	0,0063	0,99

Tabla XXXII. Costo de mano de obra por unidad para bolitas y trocitos

Proceso	Tiempo estándar (min)	Costo de Mano de Obra (\$COP /und)
Tostado	0,0216	3,43
Pesado	0,0380	6,03
Mezclado	0,0300	6,90

Transferencia de mezcla	0,0004	0,06
Boleado	0,1330	21,10
Aplanado y troceado	0,0167	2,64
Cobertura	0,0375	5,95
Control	0,0067	1,06
Empaquetado	0,0167	2,64
Encajado	0,0100	1,59
Embalado	0,0139	2,20

2) Costo de capital

Para el costo de capital de la empresa de producción de snacks a base de kiwicha se han considerado diversos factores que afectan el riesgo y el rendimiento esperado de la inversión. A partir de la información obtenida de la base de datos Damodaran [60], se calcula el costo de capital considerando el riesgo país, riesgo del sector alimenticio y riesgo por tamaño de compañía. El primero representa las condiciones económicas y políticas de Colombia. El segundo refleja las fluctuaciones de demanda, costos de materia prima, regulación gubernamental y la volatilidad del sector alimenticio. Por último, el tercero refleja las dificultades adicionales que las empresas más pequeñas enfrentan en términos de acceso a financiamiento y capacidad operativa. Finalmente, como se muestra en el Anexo 10, el costo de capital total de la empresa se estima en 18,72% siendo el rendimiento mínimo que los inversionistas esperan para compensar los riesgos asociados con la inversión.

3) Inventarios

La gestión de inventarios es fundamental para garantizar la continuidad de la producción de los snacks a base de kiwicha. Considerando el costo de capital (18,72%) y los costos físicos de mantener inventario (6%), se obtuvo un costo de almacenamiento de 24,72%. Además, se consideró la demanda con respecto al rendimiento de cada materia prima y los tiempos de entrega de los proveedores, con estos se realizó el análisis para determinar los niveles de inventario. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla XXXIII, se concluye que la inversión total en inventario debe ser de \$788.361.247 COP de los cuales el 60,7% corresponden a la kiwicha al ser la materia prima principal y el porcentaje restante pertenece a los demás insumos. Los cálculos detallados se presentan en el Anexo 10.

Tabla XXXIII. Costo de inventario de materia prima por unidad para bolitas y trocitos

Snacks a base de Kiwicha								
SKU Código	Producto	UM	Q	R	Safety Stock	Inventario	c/unidad	Inversión Inventario \$COP
K-01	Kiwicha	Gramos	15.258.324	1.656.859	764.400	8.393.562	\$ 56,98	\$ 478.238.657
AV-02	Avena	Gramos	783.805	1.105.353	1.478.927	1.870.830	\$ 35,31	\$ 66.049.653
AC-03	Aceite de coco	Gramos	424.333	223.239	709.922	922.089	\$ 24,79	\$ 22.855.417
M-04	Miel	Gramos	629.617	440.315	763.958	1.078.767	\$ 22,18	\$ 23.930.998
L-05	Lecitina de Soya	Gramos	329.571	78.202	4.467	169.253	\$ 15,75	\$ 2.665.735
ACI-06	Ácido cítrico	Gramos	516.583	38.956	567	258.859	\$ 3,28	\$ 848.022
ER-07	Extracto de Romero	Mililitros	95.653	40.631	22.394	70.221	\$ 91,88	\$ 6.451.554

M-08	Maní	Gramos	194.985	50.855	68.659	166.152	\$ 72,24	\$ 12.002.544
AD-09	Arándano deshidratado	Gramos	197.263	130.076	341.712	440.344	\$ 29,57	\$ 13.022.874
AL-10	Almendras	Gramos	152.373	65.668	131.829	208.016	\$ 60,54	\$ 12.592.457
P-11	Pasas	Gramos	253.623	62.757	82.393	209.205	\$ 21,85	\$ 4.571.129
MD-12	Manzana deshidratada	Gramos	72.644	45.296	105.309	141.631	\$ 173,12	\$ 24.519.300
EC-13	Canela en polvo	Gramos	99.439	8.724	256	49.976	\$ 21,32	\$ 1.065.538
CS-14	Chocolate semiamargo 47%	Gramos	227.286	266.817	906.738	1.020.381	\$ 108,20	\$ 110.404.000
RS-15	Rollo para empaque snacks bar	Rollo	35.336	11.615	4.406	22.074	\$ 218,40	\$ 4.820.962
RB-16	Rollo para empaque bolitas	Rollo	12.903	2.857	42	6.494	\$ 332,80	\$ 2.161.203
RT-17	Rollo para empaque trocitos	Rollo	12.903	2.857	42	6.494	\$ 332,80	\$ 2.161.203
							Total	\$ 788.361.247

D. Tamaño de lote y recursos

El diseño de un sistema productivo eficiente es esencial para garantizar el cumplimiento del volumen de producción esperado. En esta fase nos enfocamos en definir los tamaños de lote por producto y la configuración de las estaciones de trabajo para asegurar un flujo de producción continuo y disminuir los tiempos ociosos o “mudas”, repercutiendo en la productividad.

De acuerdo con el sistema de producción por lotes propuesto en el proyecto, es crucial determinar los tamaños de los lotes de producción para cada referencia. Esto busca cumplir con los requerimientos actuales, tales como el indicador de desempeño del nivel de servicio, y servir de base para adaptarse a futuros cambios en la demanda del sistema, tiempos programados y costos.

La identificación precisa de la cantidad de recursos necesarios en cada estación de trabajo, así como las rutas de flujo de materia prima y productos terminados, son aspectos clave para el correcto funcionamiento de la planta, con el fin de evitar los cuellos de botella y mejorar el uso de recursos, tanto de equipos como de personal. Para lograr esto, se han realizado estimaciones de tiempo, disponibilidad de la maquinaria en relación con las necesidades específicas en cada etapa del proceso.

1) EPQ

La metodología EPQ permite determinar la cantidad por lote de producción que minimiza los costos totales, considerando factores como los costos de alistamiento de las máquinas, los costos de mantenimiento de inventario y los tiempos de producción. En primer lugar, se requiere establecer el costo de mantener inventario del sistema (24,72%), calculado en el anterior apartado. Otro aspecto para considerar es el tiempo programado de 4992 horas por año, teniendo en cuenta que se opera bajo dos turnos de 8 horas al día y 6 días a la semana. De igual manera, se consideran los costos que impactan en la determinación del tamaño de lote, primero el costo promedio ponderado de mano de obra, teniendo en cuenta el tipo de turno que se tiene y la diferenciación de salario por operario, siendo de \$21.328 por hora, además se estimó el costo del producto de limpieza para el área de preparación de alimentos que contienen alérgenos. Asimismo, se considera la demanda anual del sistema para cada uno de los productos, el cual es un factor crítico para la determinación de los lotes de producción según el modelo EPQ.

Por otro lado, el tiempo de alistamiento de las máquinas involucradas en el proceso productivo depende del tipo de producto a fabricar, ya que cada uno de los productos requieren ajustes específicos en las máquinas para garantizar su correcta elaboración. Teniendo en cuenta que los snacks bar contienen alérgenos su tiempo de alistamiento es mayor, identificando a la máquina moldeadora como el cuello de botella, por su lado, las bolitas y trocitos la máquina con mayor tiempo de alistamiento es la máquina bañadora de chocolate. Además, para el cálculo del EPQ se utilizó el tiempo estándar por unidad en las máquinas cuellos

de botella y el costo unitario para cada producto. Finalmente, los parámetros anteriores se utilizaron en la metodología obteniendo la cantidad de lotes por tipo de producto, resumidos en la Tabla XXXIV.

Tabla XXXIV. Tamaños de lote por producto

SKU	Producto	Tamaño de lote
SB-01	Snack bar de Kiwicha de arándanos y maní.	305.448
SB-02	Snack bar de Kiwicha de almendras y pasas.	381.809
SB-03	Snack bar de Kiwicha de chocolate y maní.	458.171
SB-04	Snack bar de Kiwicha con manzana y canela.	152.724
BK-01	Bolitas de kiwicha con cobertura de chocolate semiamargo.	216.359
TK-01	Trocitos de kiwicha con cobertura de chocolate semiamargo.	216.359

2) Recursos: maquinaria y operarios

En cuanto a los recursos del sistema, es fundamental calcular la cantidad de máquinas identificadas en el proceso. Teniendo como referencia un entorno de producción multi-producto, primero se calculó el tiempo total de procesamiento de todos los productos del portafolio, que junto con la disponibilidad permitió determinar los tiempos de fallos de cada máquina. Estos valores previos permitieron el cálculo del ritmo de producción (takt-time), siendo este la proporción entre el tiempo programado y la suma de la demanda anual. Finalmente, se calculó el número de maquinarias necesarias dividiendo el tiempo total de procesamiento entre el ritmo de producción, obteniendo las cantidades presentadas en la Tabla XXXIV. Con estos resultados se asegura que la capacidad de producción sea suficiente para satisfacer la demanda estimada de todos los snacks bar, bolitas y trocitos.

Tabla XXXV. Cantidad de maquinaria

Máquinas	Cantidad
Pesado	3
Popeadora	3
Trituradora	2
Mezcladora Snacks bar	2
Elevadora de mezcla Snacks bar	1
Moldeadora y corte	1
Detectora de metales	1
Empacadora horizontal	1
Banda alimentadora	1
Mezcladora Bolitas y trocitos	1
Elevadora de mezcla Bolitas y trocitos	1
Boleadora	3
Troceadora	1
Banda transportadora doble	1
Bañadora de chocolate	1
Detectora de metales	1
Banda transportadora en declive	1
Empacadora vertical	1
Total	26

Maquinaria compartida
 Maquinaria para snacks bar
 Maquinaria para bol. y troc.

Según los datos calculados de los recursos necesarios para el sistema de snacks a base de kiwicha se necesitarán 26 máquinas en total para las dos líneas, estos valores junto con la cantidad de operarios se condensan en la Tabla XXXVI.

Tabla XXXVI. Cantidad de recursos por turno

Proceso	Máquinas	Operarios
Triturado	2	2
Popeado	3	3
Pesado	3	3
Mezcladora Snacks bar	2	2
Levantador de mezcla snacks bar	1	
Mezcladora Bolitas y trocitos	1	1
Levantador de mezcla bolitas y trocitos	1	
Moldeadora y corte	1	1
Detector de metales snacks bar	1	1
Banda alimentadora	1	
Empacado horizontal	1	
Detector de metales bol. y troc.	1	1
Banda transportadora en declive	1	
Empacado vertical	1	
Boleado	3	3
Troceado	1	1
Banda transportadora doble	1	1
Bañado de chocolate	1	
Encajado de snacks bar	-	2
Encajado de bol. y troc.	-	1
Embalado de snacks bar	-	2
Embalado de bol. y troc.	-	2
Total	26	26

Asimismo, se realiza la distribución preliminar de la totalidad de los recursos para las líneas de producción, se presenta en la Fig. 65.

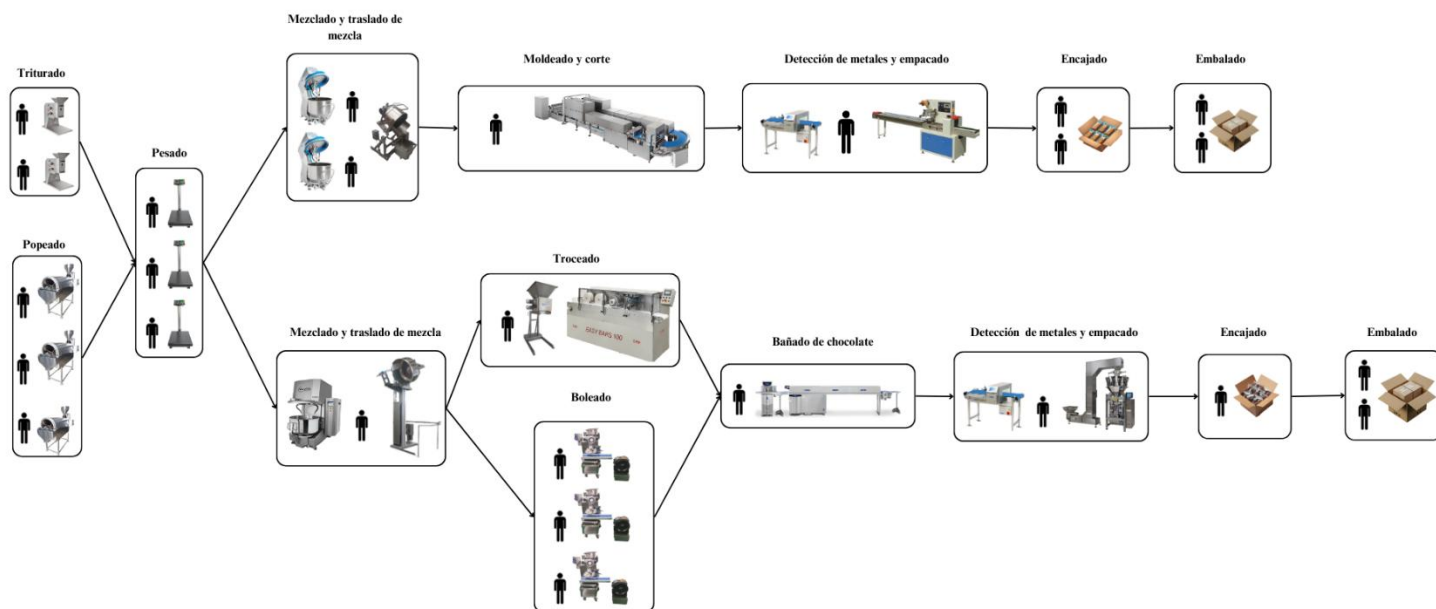


Fig. 65. Estaciones de trabajo con cantidad de recursos por turno

Para garantizar el óptimo funcionamiento de las estaciones de trabajo y el flujo constante de productos a lo largo del proceso, es necesario contar con tres tipos específicos de bandas transportadoras, cada una diseñada para cumplir una función determinada dentro de la línea de procesamiento de los productos. En primer lugar, se requiere una banda alimentadora destinada a la línea de producción de snacks bar, cuya función principal será conectar la estación de detección de metales con la estación de empaque. En segundo lugar, es necesario implementar una banda transportadora en declive, que servirá para conectar la estación de detección de metales con la estación de empaque específicamente diseñada para los productos de bolitas y trocitos. Adicionalmente, se precisa una banda transportadora doble, cuya función será transportar las bolitas y trocitos ya terminados hacia la fase de bañado en chocolate. La representación de estos tipos de bandas del sistema se representa en la Fig. 66.



Fig. 66. Representación de bandas transportadoras

Identificadas las estaciones de trabajo, se establecieron las rutas de operaciones en las líneas de producción, como se muestra en la Fig. 67. Este esquema distingue dos líneas de producción debido a las particularidades de los procesos requeridos para cada tipo de producto. La primera línea, está dedicada a la elaboración de snacks bar que engloba las cuatro presentaciones de sabores diferentes, mientras que la segunda línea, se enfoca en la producción de snacks de bolitas y trocitos. Esta diferenciación permite distinguir el flujo entre las estaciones de trabajo, además esto contribuye a que el sistema sea flexible ante posibles cambios como la introducción de nuevos productos. En la elaboración del flujo entre procesos se buscó que el tiempo y esfuerzos de transporte entre estaciones sea menor con el fin de disminuir con los costos asociados y mejorar la producción.

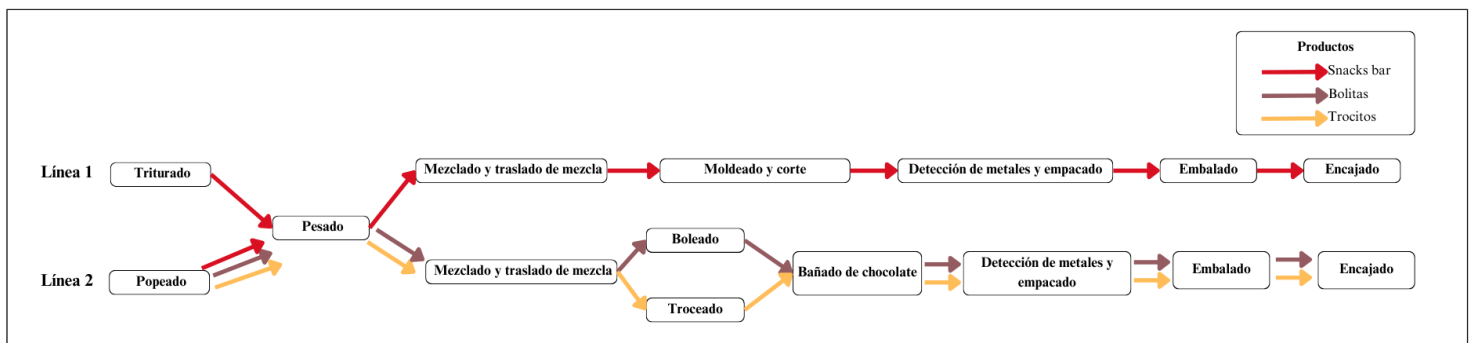


Fig. 67. Flujo entre estaciones de trabajo

En los diagramas de bloque de la Fig. 68, se ilustra el flujo de trabajo diseñado para la creación de una línea de producción destinada a la elaboración de snacks bar de maní y chocolate semiamargo, así como de trocitos de kiwicha bañadas en chocolate, estos son ejemplares del Anexo 12. Estos esquemas detallan cada etapa del proceso de producción, desde la preparación de los ingredientes hasta el embalaje final de las cajas. Cada producto dentro del portafolio tiene su propio flujo de producción específico, diseñado para asegurar el cumplimiento de los lotes establecidos en el modelo EPQ, considerando las pérdidas de rendimiento y las cantidades en kilogramos correspondientes en cada fase del proceso.

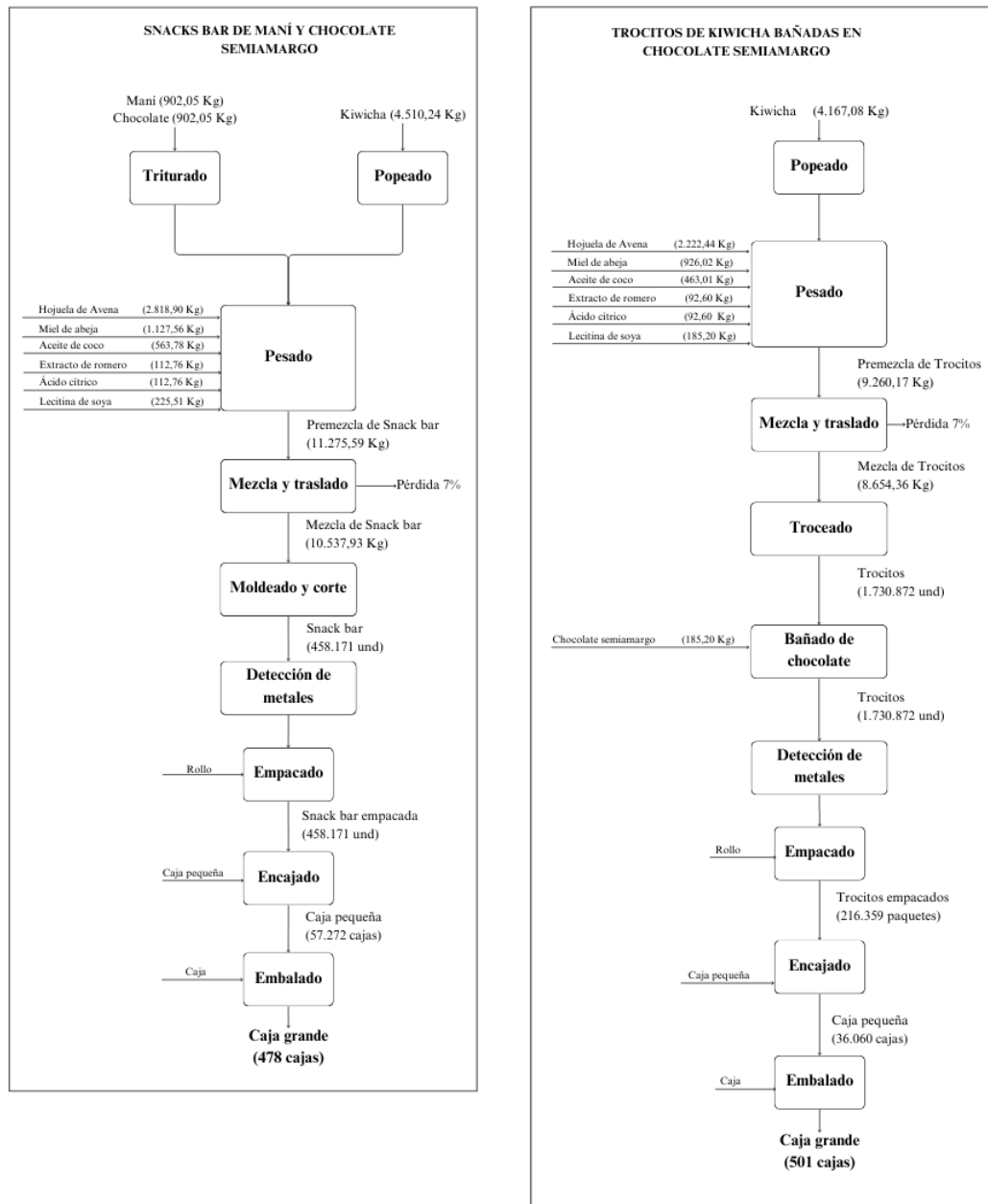


Fig. 68. Diagramas de bloques ejemplares de flujo de material

Como resultado de los diagramas de bloques anteriores, se obtiene la cantidad de cajas grandes que se generan al completar todo el proceso de producción para cada producto, como se muestra en la Tabla XXXVII.

Tabla XXXVII. Cantidad de cajas grandes final por lote

Productos	Cajas grandes / lote
Snack bar de chocolate y maní	478
Snack bar de manzana y canela	159
Snack bar de almendras y pasas	398
Snack bar de arándanos y maní	319

Bolitas de kiwicha con cobertura de chocolate	501
Trocitos de kiwicha con cobertura de chocolate	501

E. Estaciones de trabajo

En este apartado se lleva a cabo un análisis de las estaciones de trabajo de la línea de producción de snacks a base de kiwicha. En primer lugar, se utilizan modelos analíticos basados en la teoría de colas para calcular los almacenamientos temporales o buffers, tiempos en cola y tiempos de ciclo en cada estación. Estos modelos permiten asegurar un proceso continuo y eficiente en cada etapa de producción. Asimismo, se diseñaron las vistas superiores (Top views) de las estaciones de trabajo, para facilitar la planificación del espacio y garantizar que cada estación disponga de los recursos necesarios. Finalmente, se determina el tiempo de ciclo total del sistema, teniendo en cuenta los cuellos de botella y el rendimiento de cada estación. El resultado de la aplicación de estos modelos es fundamental para el proyecto, para asegurar que las líneas de producción sean capaces de cumplir con los objetivos de producción de los productos, reduciendo costos operativos y garantizando la calidad del producto final. Los cálculos pertinentes se encuentran en el Anexo 13.

1) Teoría de cola y tiempo de ciclo

De acuerdo con el cálculo del ritmo de producción (takt time) obtenido en función de la demanda específica de snacks bar, bolitas y trocitos, se realizaron ajustes en los tiempos de producción (tp) de cada estación de trabajo, con relación a obtener valores que se ajusten a la capacidad de producción de cada máquina. Los resultados de este análisis se presentan en la Tabla XXXVIII.

Tabla XXXVIII. Ritmo de producción por tipo de producto

	Snacks bar	Bolitas	Trocitos
Ritmo de producción (h/und)	0,00014	0,00083	0,00083
Ritmo de producción (min/und)	0,00832	0,04992	0,04992

Estos parámetros fueron utilizados en un modelo de teoría de colas (M/M/s), donde 's' es el número máquinas estimado en la sección de recursos. Primero se tomó el ritmo de producción como la tasa media de llegada de los clientes al sistema, este junto a la tasa media de servicio de cada estación de trabajo en unidades respectivas de su almacenamiento temporal (buffer) correspondiente, estos se utilizaron como datos de entrada para el modelo de colas. El modelo se implementó en una macro en VBA, como resultado se obtuvo la cantidad de almacenamientos temporales en cola por estación, se distinguen tres tipos en la línea de snacks bar:

- Sacos de 25 kg: En la estación de popeado, se establece un buffer de sacos de 25 kg específicamente para el ingrediente de kiwicha, el cual es considerado el componente principal del proceso. Dada su importancia y volumen, este almacenamiento temporal debe contar con una alta capacidad, se utilizan sacos debido a que el transporte y almacenamiento de este ingrediente se da principalmente en sacos de este tamaño.
- Sacos de 5 kg: Para la estación de triturado, se establece un almacenamiento temporal de sacos de 5 kg. Este buffer es adecuado debido a los volúmenes bajos de los ingredientes a triturar, lo cual permite una manipulación más adecuada.
- Bowl de 380 kg: Este almacenamiento temporal se emplea en los procesos de mezclado y moldeado con corte. Los bowls de 380 kg son utilizados para combinar los ingredientes antes de su mezcla, proporcionando una opción que mejora tanto la higiene como la comodidad en su transporte. Estos bowls presentan las mismas dimensiones que aquellos utilizados por la máquina mezcladora de esta línea de producción, lo que asegura una integración en el proceso.

Tabla XXXIX. Tabla de ritmo de producción y tiempos de ciclo para snacks bar

Snacks bar	Estación de trabajo					
	Popeado	Triturado	Mezclado	Mold. y corte	Detectora de metales	Empacadora horizontal
Núm. Máquinas	3	2	2	1	1	1
Tp (min/und)	0,0079	0,0043	0,0012	0,0037	0,0060	0,0060
Tp (min/kg)	0,8000	1,1000	0,0492	0,1610	-	-
Tp (min/buffer)	20,0000	5,5	8,8539	61,1916	0,0060	0,0060
μ (buffer/min)	0,0500	0,1818	0,1129	0,0163	166,8498	166,6667
Ritmo de producción (min/und)	0,0083	0,0083	0,0083	0,0083	0,0083	0,0083
Ritmo de producción (min/kg)	0,8452	2,1130	0,3381	0,3617	-	-
Ritmo de producción (min/buffer)	21,1296	10,5648	60,8533	137,4609	0,0083	0,0083
λ (buffer/min)	0,0473	0,0947	0,0164	0,0073	120,1923	120,1923
Tipo de almacenamiento temporal (Buffer)						
	Saco de 25kg	Saco de 5kg	Bowl 380 kg	Bowl 380 kg	Paquetes	Banda transportadora
Tamaño de cola (buffer)	3	3	1	4	0	0
$\lambda_{\text{efectivo}} / \lambda$	99,83%	99,86%	99,93%	99,02%	-	-
Tiempo en cola (min/buffer)	0,7008	0,3778	0,0405	43,6511	0,0000	0,0000
Tiempo de ciclo (min/buffer)	20,7008	5,8778	8,8944	104,8427	0,0060	0,0060
Tiempo de ciclo (min/kg)	0,8280	1,1756	0,0494	0,2759	-	-
Tiempo de ciclo (min/und)	0,0082	0,0046	0,0012	0,0063	0,0060	0,0060
Unidades/minuto	122	216	822	157	166	166

En cuanto al sistema de bolitas y trocitos se establecieron los siguientes almacenamientos temporales o buffers:

- Sacos de 25 kg: En cuanto al área de popeado se mantienen el mismo buffer debido a que esta estación de trabajo se comparte en ambas líneas.
- Bowl de 80 kg: Este bowl se utiliza en los procesos de mezclado y moldeado en la línea de bolitas y trocitos. Los bowls son empleados para combinar los ingredientes antes de su mezcla, ofreciendo una solución que resalta la higiene y la facilidad de transporte. Estos bowls tienen las mismas dimensiones que los utilizados por la máquina mezcladora de esta línea de producción, lo que garantiza la continuidad del proceso productivo.
- Bowl de 25 kg: Este tipo de bowl se emplea en el área de bañado de chocolate, donde se almacenan las bolitas y trocitos previamente formados, que permanecen en espera para ser procesados en la máquina de bañado. La capacidad de estos almacenamientos temporales fue determinada en función de la capacidad de procesamiento de la máquina, buscando garantizar un suministro constante de producto para el bañado.

Tabla XL. Tabla de ritmo de producción y tiempos de ciclo para bolitas

Snacks de bolitas	Estación de trabajo					
	Popeado	Mezcladora	Boleadora	Bañadora de chocolate	Detector de metales	Empacadora vertical
Núm. Máquinas	3	2	3	1	1	1
Tp (min/und)	0,0034	0,0032	0,0417	0,0083	0,0083	0,02
Tp (min/kg)	0,1748	0,0750	1,1837	1,7361	-	-
Tp (min/buffer)	4,3705	6,0000	94,6970	43,4028	0,0083	0,0200
μ (buffer/min)	0,2288	0,1667	0,0106	0,0230	120	50
Ritmo de producción (min/und)	0,0250	0,0250	0,0499	0,0250	0,0250	0,0250
Ritmo de producción (min/kg)	1,2960	0,5832	1,4182	5,2000	-	-
Ritmo de producción (min/buffer)	32,3988	46,6542	113,4545	130	40,0641	40,0641
λ (buffer/min)	0,0309	0,0214	0,0088	0,0077	0,0250	0,0250
Tipo de almacenamiento temporal (Buffer)						
	Saco de 25kg	Bowl de 80 kg	Bowl de 80kg	Bowl de 25kg	Paquetes	Banda transportadora
Tamaño de cola (buffer)	0	1	2	3	0	0
$\lambda_{\text{efectivo}} / \lambda$	100%	99,81%	99,68%	99,17%	-	-
Tiempo en cola (min/buffer)	0,0000	0,8471	2,0640	19,5693	0	0
Tiempo de ciclo (min/buffer)	4,3705	6,8471	96,7610	62,9721	0,0083	0,0200
Tiempo de ciclo (min/kg)	0,1748	0,0856	1,2095	2,5189	-	-
Tiempo de ciclo (min/und)	0,0034	0,0037	0,0426	0,0121	0,0083	0,0200
Unidades/minuto	297	272	23	82	120	50

Tabla XLI. Tabla de ritmo de producción y tiempos de ciclo para trocitos

Snacks de trocitos	Estaciones de trabajo					
	Popeado	Mezcladora	Moldeadora y troceadora	Bañadora de chocolate	Detector de metales	Empacadora vertical
Núm. Máquinas	3	2	1	1	1	1
Tp (min/und)	0,0034	0,0032	0,0250	0,0083	0,0083	0,02
Tp (min/kg)	0,1748	0,0750	0,7102	1,7361	-	-
Tp (min/buffer)	4,3705	6,0000	56,8182	43,4028	0,0083	0,02
μ (buffer/min)	0,2288	0,1667	0,0176	0,0230	120	50
Ritmo de producción (min/und)	0,0250	0,0250	0,0499	0,0250	0,0250	0,0250
Ritmo de producción (min/kg)	1,2960	0,5832	1,4182	5,2000	-	-
Ritmo de producción (min/buffer)	32,3988	46,6542	113,4545	130,0000	0,0250	0,0250
λ (buffer/min)	0,0309	0,0214	0,0088	0,0077	40,0641	40,0641
Tipo de almacenamiento temporal (Buffer)						
	Saco de 25kg	Bowl de 80 kg	Bowl de 80kg	Bowl de 25kg	Paquetes	Banda transportadora
Tamaño de cola (buffer)	0	1	5	3	0	0
$\lambda_{\text{efectivo}} / \lambda$	99,96%	99,81%	99,21%	99,17%	-	-

Tiempo en cola (min/buffer)	0,0000	0,8471	51,5363	19,5693	0,0000	0,0000
Tiempo de ciclo (min/buffer)	4,3705	6,8471	108,3544	62,9721	0,0083	0,0200
Tiempo de ciclo (min/kg)	0,1748	0,0856	1,3544	2,5189	-	-
Tiempo de ciclo (min/und)	0,00337	0,0037	0,0477	0,0121	0,0083	0,0200
Unidades/minuto	297	272	20	82	120	50

Para la selección del tamaño de cola idóneo para cada operación se tuvo en cuenta la relación de la tasa media de llegada efectiva (λ efectiva) y la tasa media de llegada (λ), esperando que el valor se encuentre entre 99% y 100%, lo cual aseguraría que las entidades que llegan entren al sistema. Por otra parte, se obtuvo el tiempo de ciclo, el cual se convirtió a minutos por unidad para lograr compararlo con las diferentes estaciones. En las Tablas XXXIX a XLI se presentan los valores obtenidos para cada estación de acuerdo con el modelo de colas, a excepción de las áreas de: detector de metales, empaçado, encajado y embalado, estas estaciones no se tuvieron en cuenta debido a que las llegadas de las entidades son continuas, es decir, no es correcto asumir las llegadas bajo una distribución Poisson. Asimismo, al área de pesado se le da un especial tratamiento debido a que en la industria alimentaria se disponen almacenamientos temporales para cada materia prima, por lo cual, no se consideró para la implementación de este modelo.

2) *Diseño de la vista superior de la estación de trabajo*

La cantidad de almacenamientos temporales o buffers por estación establecidos anteriormente son necesarios para la elaboración de este apartado, este se centra en la representación de la disposición de los recursos en una estación de trabajo desde una vista superior, el cual fue elaborado en el software de diseño Autocad. Al contar con una vista precisa de la ubicación de las máquinas, bandas transportadoras, áreas de empaque y otros componentes, es posible identificar puntos de mejora y reducir desplazamientos innecesarios.

En la Fig. 69, se muestra la estación de triturado, compuesta por dos máquinas trituradoras y operada por dos trabajadores. Junto a las máquinas, se encuentra una estiba con tres sacos de 5 kg cada uno, de acuerdo con los resultados presentados en la Tabla XXXIX. Además, se prevé la utilización de un gabinete de fácil acceso ubicado entre los operarios, destinado al almacenamiento de los implementos de aseo necesarios para el saneamiento del área de trabajo y la limpieza de los utensilios. Incluir estos implementos asegura el cumplimiento de las normas de higiene en el proceso de triturado.

En la Fig. 70 se presenta la estación de popeado, que consta de tres máquinas, cada una operada por un trabajador que se mantiene atento al proceso. En la parte frontal de la estación se encuentra una estiba con tres sacos de 25 kg cada uno, conforme a lo estimado en la Tabla XXXIX. Esta disposición se ha diseñado teniendo en cuenta las distancias necesarias entre las máquinas, debido a las altas temperaturas generadas durante el proceso. Se busca que esta disposición del espacio garantice la seguridad de los operarios.

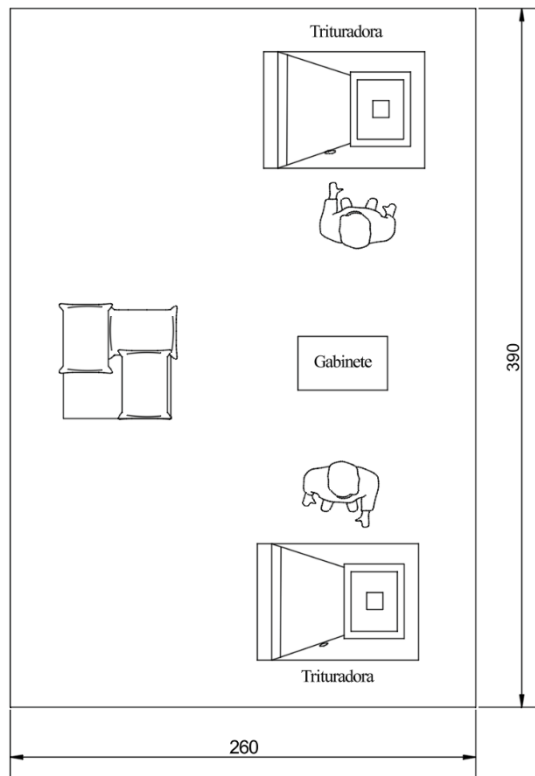


Fig. 69. Vista superior área de triturado (medidas en cm)

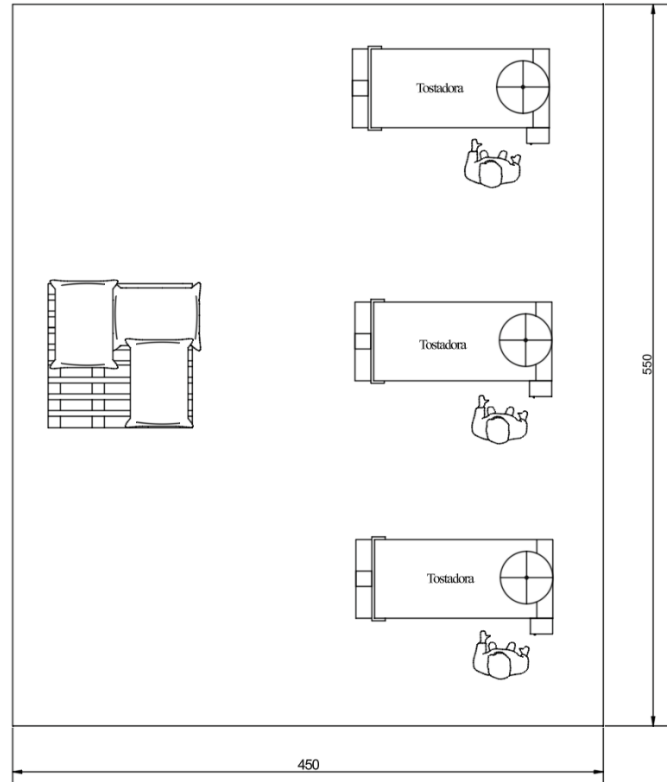


Fig. 70. Vista superior área de popeado (medidas en cm)

En el área de pesado representada en la Fig. 71, se ilustran 8 almacenamientos temporales correspondientes a la materia prima requerida por el tamaño máximo de lote determinado por el modelo EPQ, por lo cual, estos se utilizarían para almacenar los ingredientes tanto de snacks bar como de bolitas y trocitos. Estas estibas se ubicaron en forma de U, facilitando el transporte de estos ingredientes realizado por tres operarios para su posterior pesado mediante las tres básculas correspondientes, en esta operación se utilizarán bowls para el pesaje de los ingredientes.

Las estibas inferiores de la estación contienen los componentes de la mezcla líquida, que incluyen lecitina de soya, aceite de coco, ácido cítrico y miel, por su parte, el extracto de romero se encuentra en la parte superior de la estación, estas materias primas se sitúan cerca de las básculas, debido a que son requeridas en la elaboración de todos los productos. Frente a las básculas, se almacenan los ingredientes que predominan en los productos (avena y kiwicha), que a su vez son de mayor volumen, lo que permite una fácil movilidad para el pesaje. Los ingredientes diferenciadores: chocolate, maní, almendras, pasas, arándanos, manzana y canela, tienen una mayor rotación y un menor peso, por lo que es posible situarlos a una mayor distancia de las básculas.

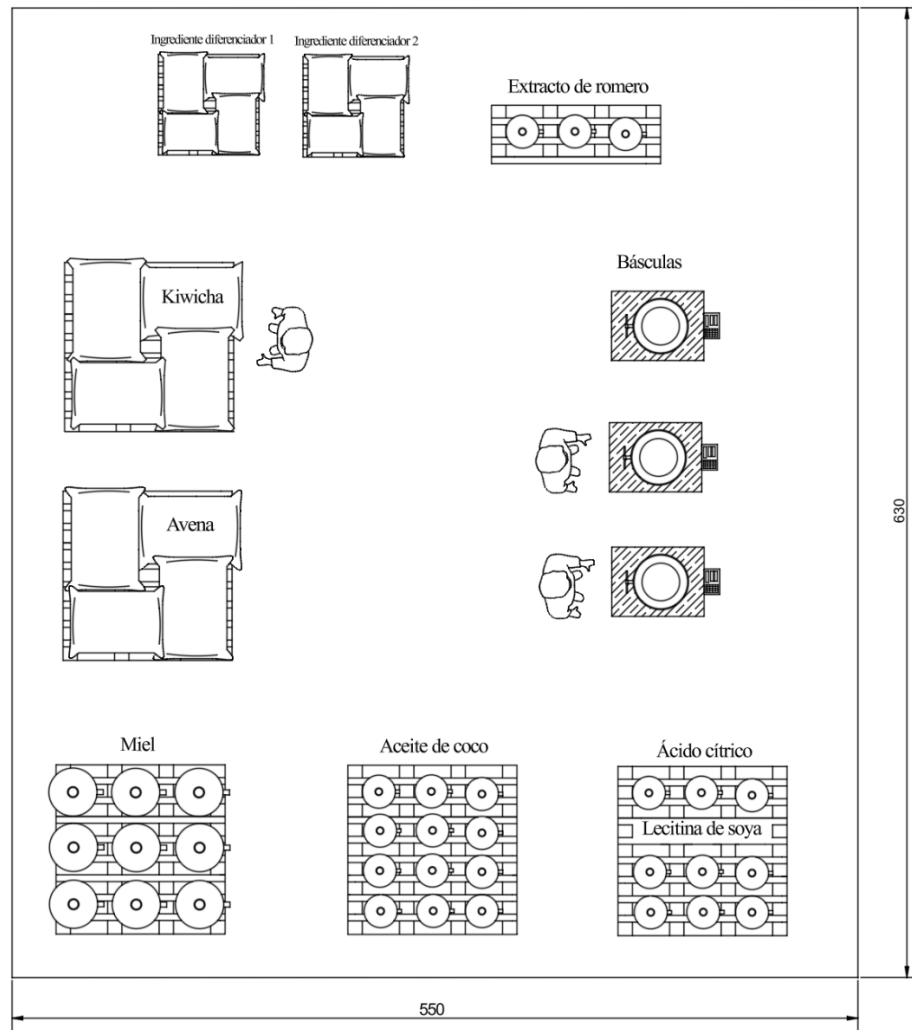


Fig. 71. Vista superior área de pesado (medidas en cm)

En las Figs. 72-73, se ilustran las áreas de mezclado destinadas a la producción de snacks bar, bolitas y trocitos. Estas estaciones cuentan con dos máquinas mezcladoras, cada una operada por su respectivo trabajador, que supervisa el proceso en curso. Junto a estas máquinas se ubican los reguladores de velocidad, que permiten ajustar la mezcla según lo requerido por el sistema. Además, se ha considerado un buffer para cada estación, que consiste en un bowl con capacidad de 380 kg para snacks bar y un bowl de 80 kg para bolitas y trocitos, destinado a almacenar los ingredientes en espera. Al otro extremo de las estaciones se encuentra un elevador para la mezcla, el cual se encarga de trasladar la mezcla a la siguiente fase del proceso. Esta configuración asegura un flujo continuo en la producción y que los operarios puedan acceder fácilmente a las máquinas sin realizar actividades riesgosas.

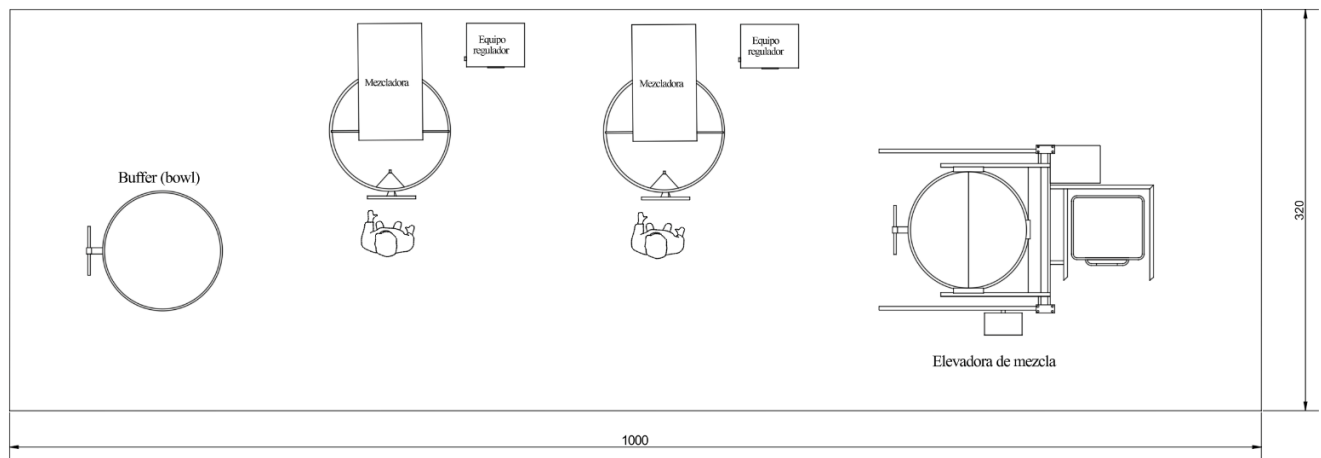


Fig. 72. Vista superior área de mezclado para snacks bar (medidas en cm)

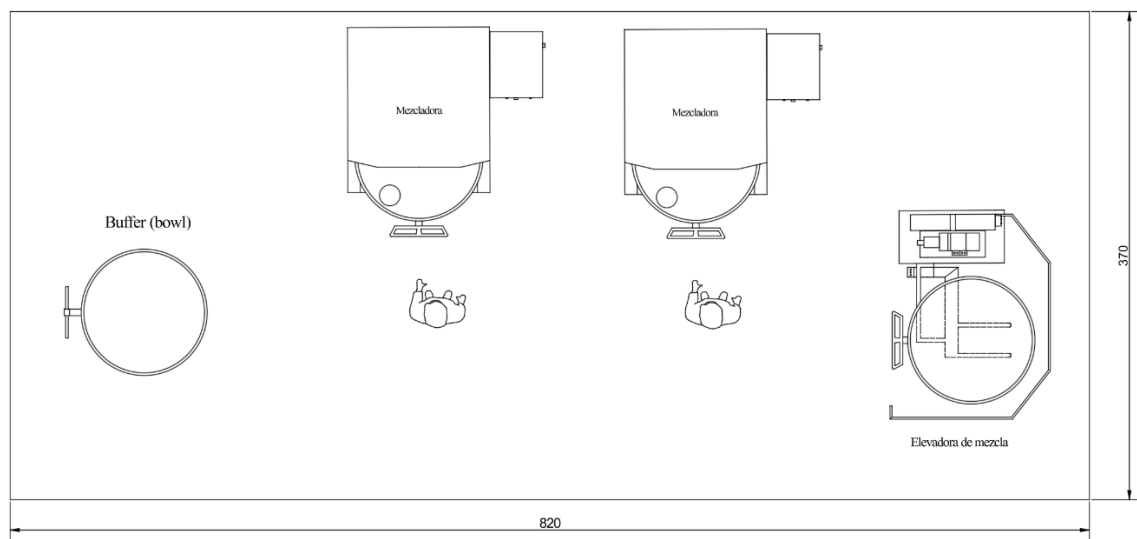


Fig. 73. Vista superior área de mezclado para bolitas y trocitos (medidas en cm)

La Fig. 74 presenta la estación de moldeado y corte para los snacks bar, compuesta por una máquina y un operario encargado de supervisar el proceso. En la parte posterior de la máquina, donde se realiza la alimentación, se encuentran 4 almacenamientos temporales en espera, estos son bowls de 380 kg cada uno para ser procesados.

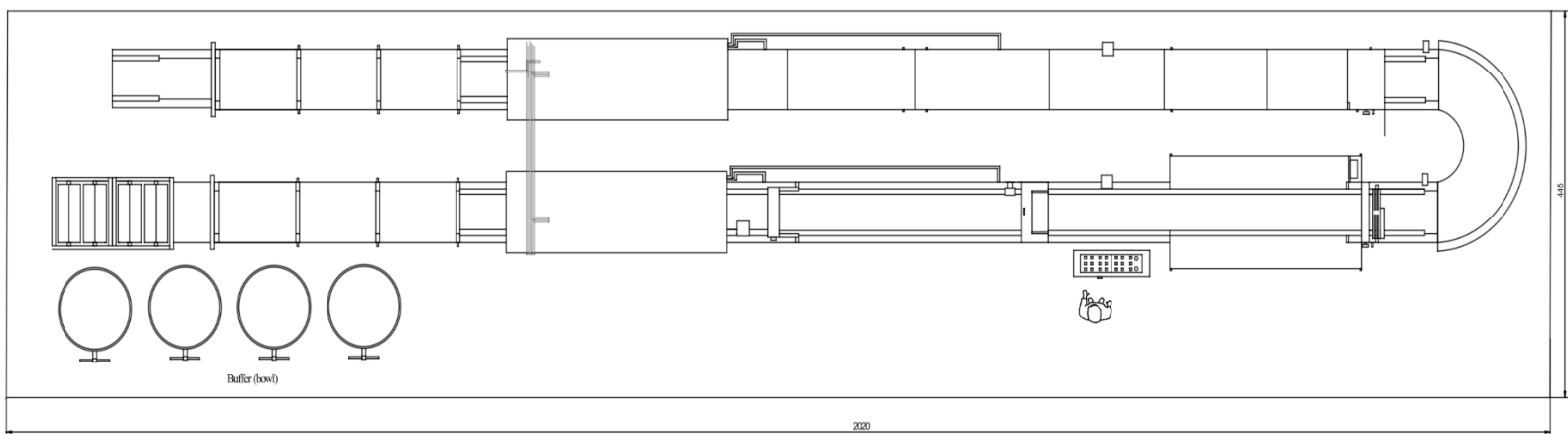


Fig. 74. Vista superior área de moldeado y corte para snacks bar (medidas en cm)

El área de moldeado y corte de la línea de producción de bolitas y trocitos se divide en dos secciones debido a las diferencias en las formas de los productos. En la Fig. 75, se ilustra la estación de boleado, compuesta por tres máquinas, diseñadas para satisfacer la demanda de producción requerida de productos terminados. Este proceso es supervisado por un equipo de tres operarios. Además, se incorporan dos almacenamientos temporales en espera, representados por dos bowls de 80 kg cada uno. Al final de la máquina, se dispone de tres bowls que facilitan el transporte de las bolitas hacia la banda transportadora, la cual dirige este producto al área destinada para el bañado en chocolate. Por otro lado, en la Fig. 76, se detalla el área de troceado, esta contiene 5 almacenamientos temporales en espera con la mezcla de los trocitos para ser aplanada y troceada en la máquina establecida, supervisada por un operario.

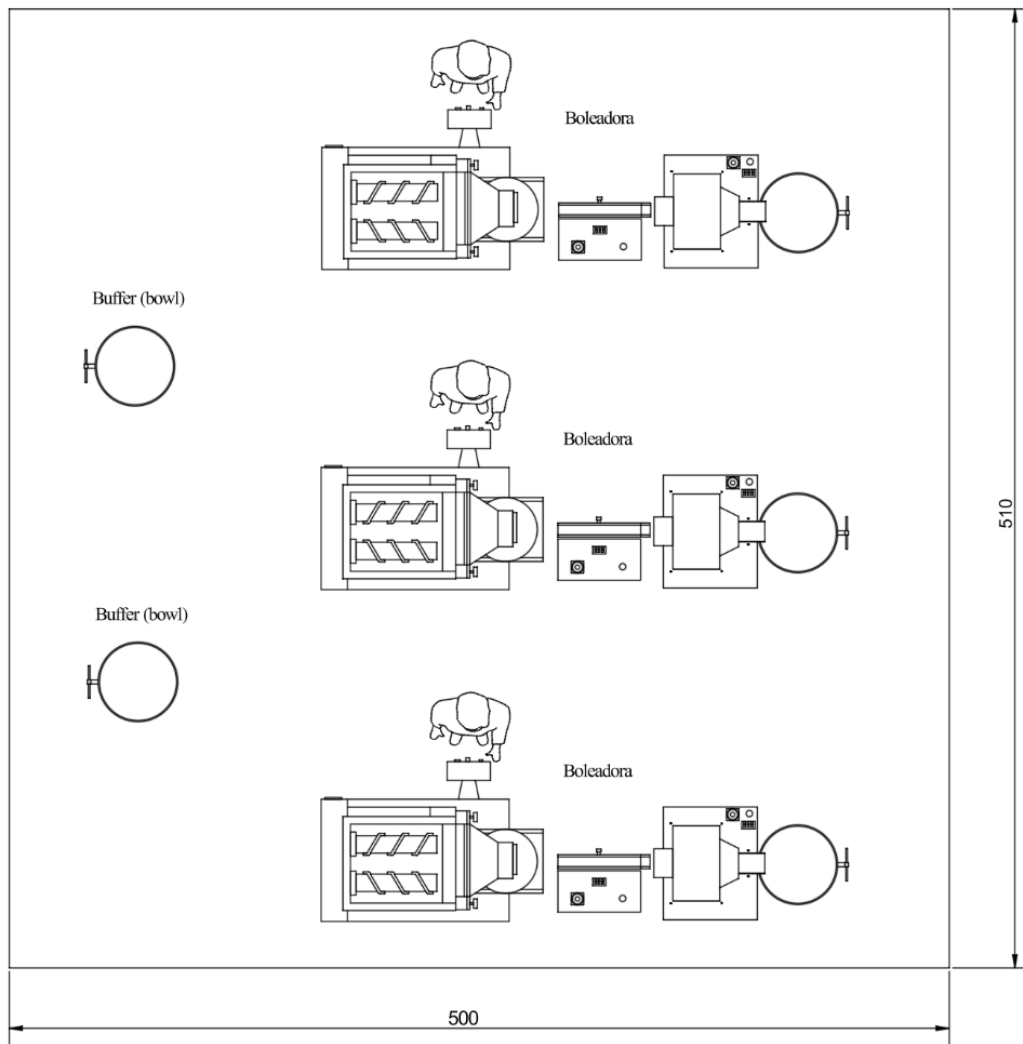


Fig. 75. Vista superior área de boleado (medidas en cm)

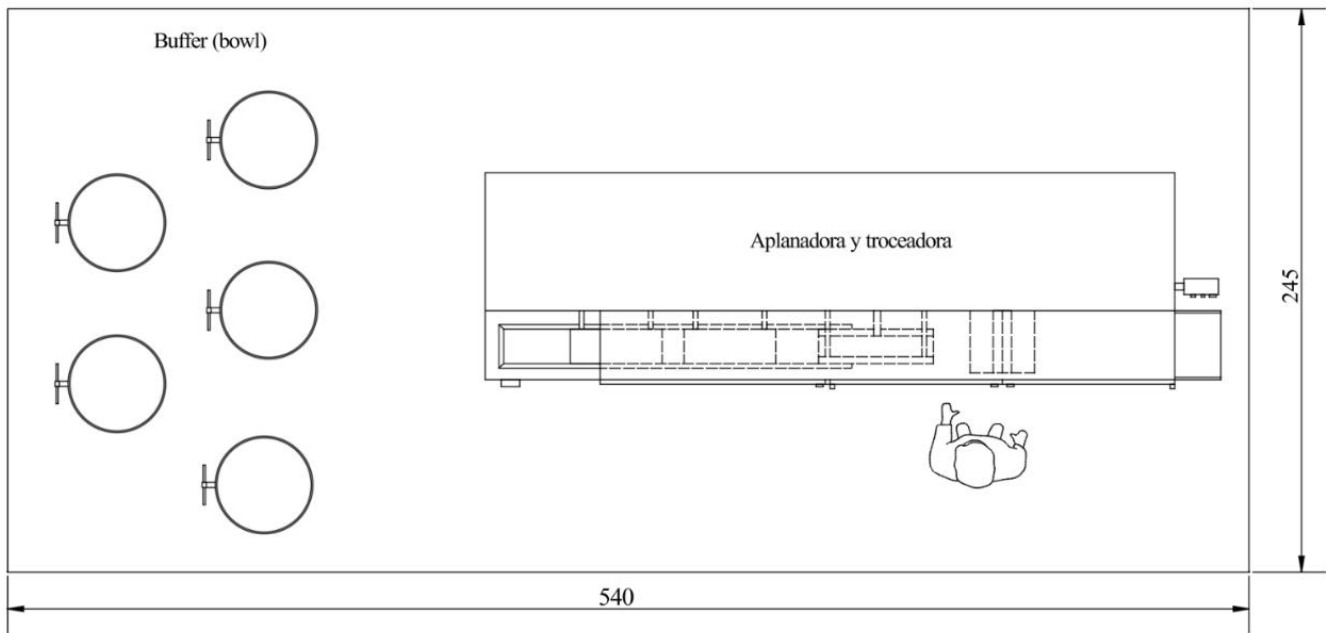


Fig. 76. Vista superior área de troceado (medidas en cm)

La estación de bañado de chocolate, representada en la Fig. 77, está conectada a través de una banda transportadora doble que enlaza la boleadora y la troceadora con la máquina destinada al bañado de chocolate. Esta estación requiere la supervisión de un operario, quien se encarga de asegurar el correcto funcionamiento del proceso y la calidad del producto final. Esta estación requiere de tres almacenamientos temporales que contienen chocolate, los cuales disponen de una capacidad de 25 kg, esto va acorde a la capacidad de la máquina para el proceso de templado de chocolate.

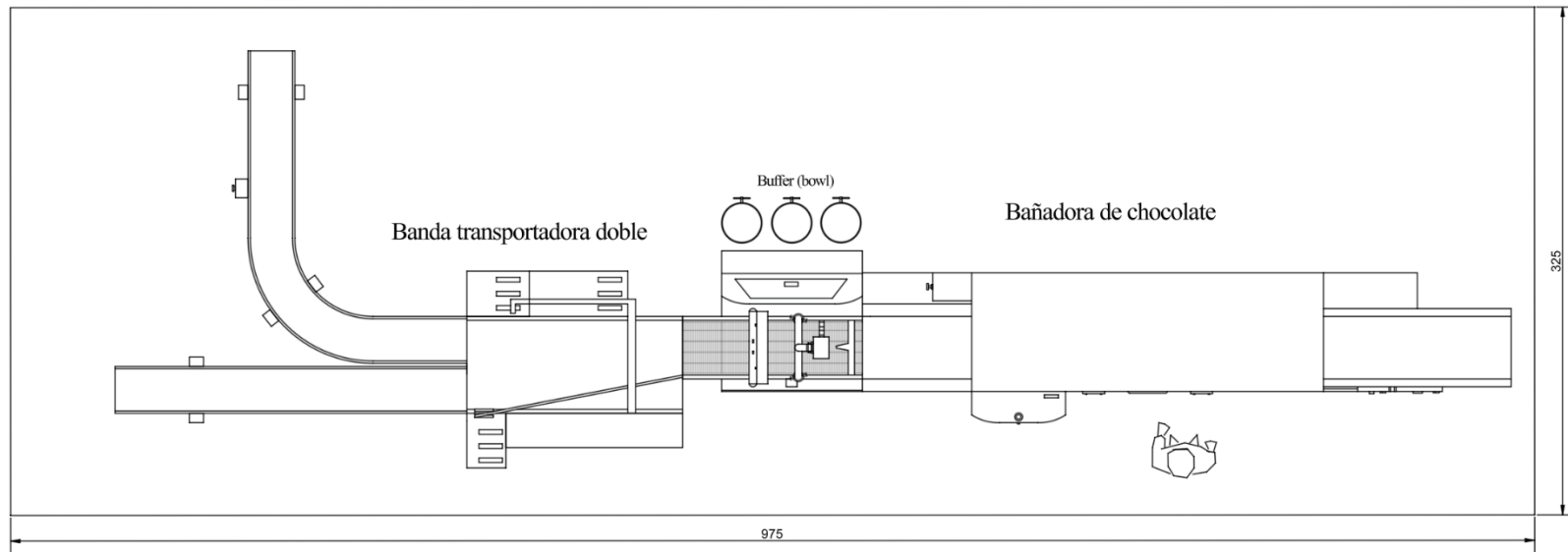


Fig. 77. Vista superior área de bañado de chocolate (medidas en cm)

El área correspondiente al detector de metales se ilustra en la Fig. 78, para snacks bar y, bolitas y trocitos respectivamente. Cada una cuenta con una máquina y un operario encargado de supervisar su correcto funcionamiento, asegurando así la detección de cualquier posible contaminante en ambas líneas de producción.

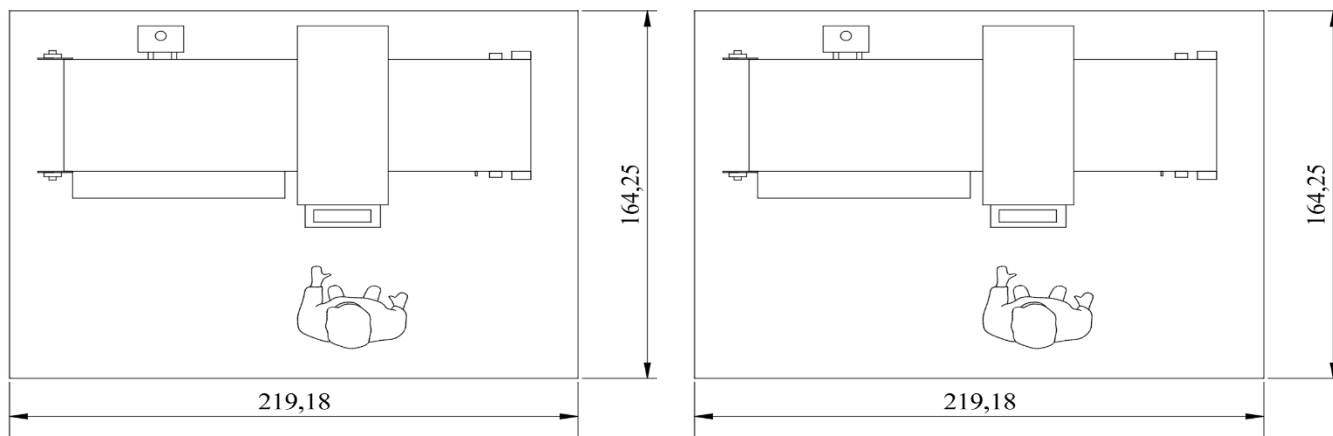


Fig. 78. Vista superior área de detector de metales de snacks bar y bolitas y trocitos (medidas en cm)

En las Figs. 79-80 se detallan las estaciones de empaque. La primera imagen muestra la estación de la empacadora horizontal para snacks bar, la cual está conectada a una banda alimentadora que se encarga de trasladar, alinear y regular la velocidad de los productos para asegurar un adecuado proceso de empaque. La segunda imagen presenta la empacadora vertical para bolitas y trocitos, conectada a una banda transportadora inclinada que traslada las unidades desde el área de detección de metales hasta la parte inferior de la empacadora, donde son alimentadas. Es importante señalar que los operarios responsables del área de detección de metales también supervisan el correcto funcionamiento de estas estaciones de trabajo.

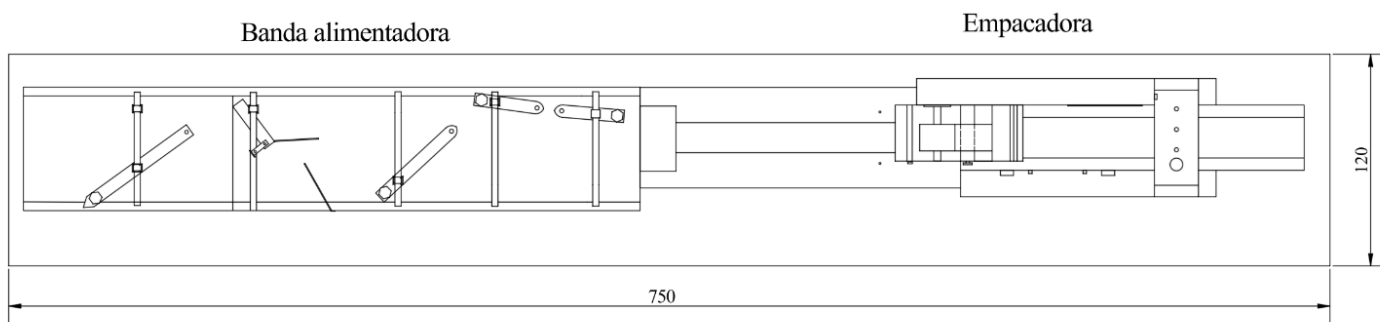


Fig. 79. Vista superior área de empaqueo para snacks bar (medidas en cm)

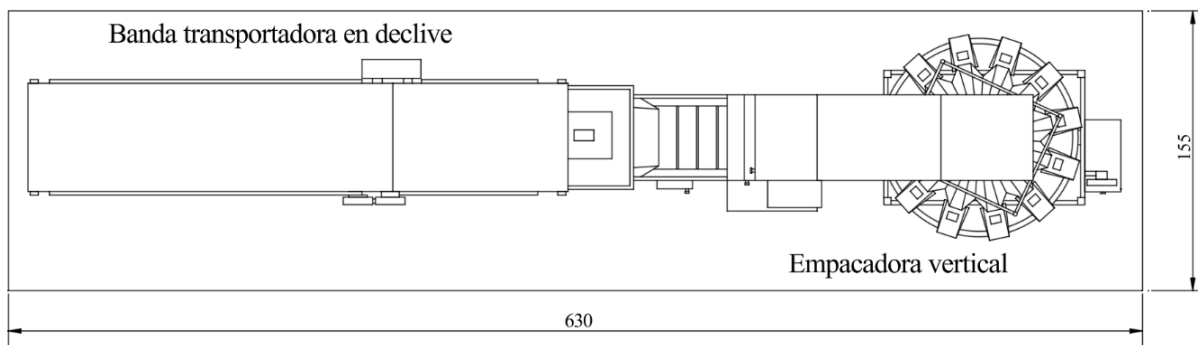


Fig. 80. Vista superior área de empaqueo para bolitas y trocitos (medidas en cm)

Finalmente, el proceso concluye con el encajado y embalaje del producto terminado. Para el encajado de los snacks bar, se requiere la participación de dos operarios, quienes se encargan de colocar la cantidad adecuada de productos en las cajas pequeñas. Adicionalmente, se dispone de un gabinete para el almacenamiento de estas cajas, facilitando su posterior uso en las siguientes

etapas del proceso logístico (ver Fig. 81). En el caso del encajado de bolitas y trocitos, el procedimiento es similar al de los snacks bar, utilizando los mismos elementos, aunque en este caso solo se requiere la participación de un operario (ver Fig. 82).

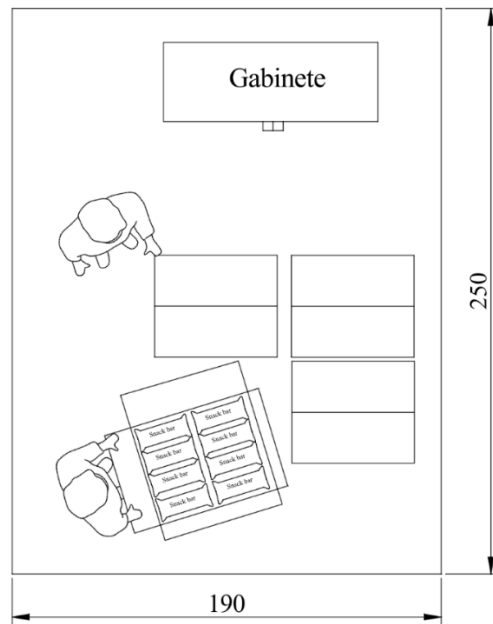


Fig. 81. Vista superior área de encajado para snacks bar (medidas en cm)

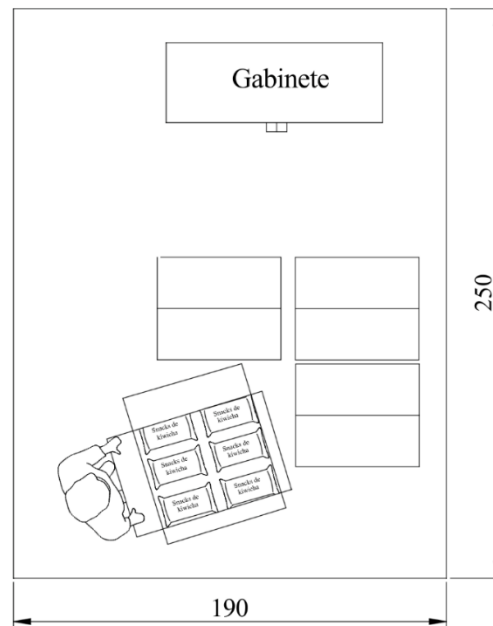


Fig. 82. Vista superior área de encajado para bolitas y trocitos (medidas en cm)

El área de embalaje está conformada por dos operarios asignados a cada línea de producción. Cuenta con un espacio destinado al almacenamiento de las cajas necesarias en el proceso de embalaje junto a este se ubica un área para la disposición de desperdicios, también se dispone de un gabinete para guardar utensilios esenciales como cintas, herramientas de corte y

otros elementos. Además, dispone de un espacio dedicado para el manejo y preparación de las cajas grandes que contienen la producción total de cada línea, estos se observan en las Figs. 83-84.

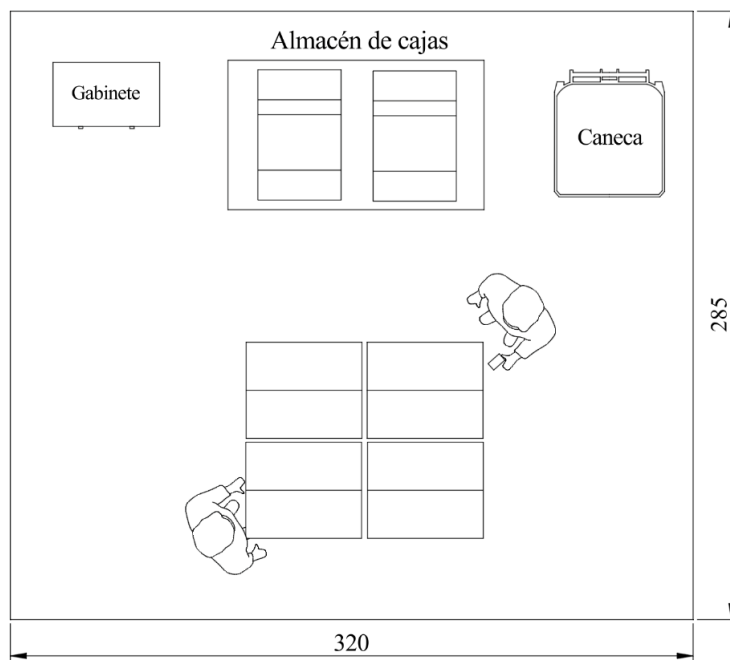


Fig. 83. Vista superior área de embalado para snacks bar (medidas en cm)

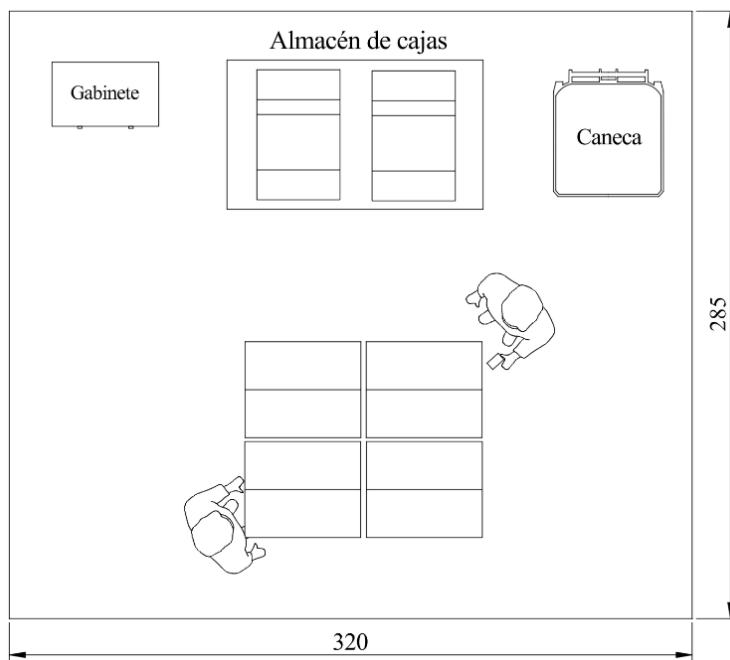


Fig. 84. Vista superior área de embalado para bolitas y trocitos (medidas en cm)

3) *Tiempo de ciclo del sistema*

Para el cálculo del tiempo de ciclo total del sistema, fue necesario analizar los tiempos de ciclo de cada estación. Se identificó el cuello de botella correspondiente a la estación con el mayor tiempo de ciclo, dado que esta limita la capacidad total del sistema. En consecuencia, la estación más lenta definirá la velocidad a la que las unidades salen del sistema. En la Tabla XLII se presentan los tiempos de ciclo del sistema para cada línea de producción.

Tabla XLII. Tiempos de ciclo e identificación de cuellos de botella

Tiempos de ciclo máximos	
Snacks bar	0,00815
Bolitas y trocitos	0,04768

A partir del tiempo de ciclo, es posible estimar el número de días requeridos al año para producir cada producto. Es importante garantizar que este cálculo no exceda los 312 días laborales estimados. Los resultados obtenidos muestran que la producción de snacks bar requiere 306 días al año, mientras que la producción de bolitas y trocitos necesitan 298 días, los cuales se presentan en la Tabla XLIII. Considerando que se trata de diferentes líneas de productos, estos pueden fabricarse simultáneamente, por lo cual es posible cumplir con la demanda en los días disponibles para su producción considerando los tiempos de reparación y alistamiento.

Tabla XLIII. Días de producción al año por producto

Productos	Lotes	Número veces/Año	Minutos / Lote	Días / Lote	Días / Año
Snack bar de arándanos y maní	305.448	27,7317	2489,75	2,59	71,92
Snack bar de almendras y pasas	381.809	27,7318	3112,18	3,24	89,90
Snack bar de chocolate y maní	458.171	27,7318	3734,62	3,89	107,88
Snack bar de manzana y canela	152.724	27,7318	1244,88	1,29	35,96
Bolitas y trocitos de kiwicha y chocolate	216.359	27,7317	10315,12	10,75	297,97

F. Diseño de instalaciones

1) Requisitos y Disposición

En cuanto al diseño de las instalaciones físicas para la línea de producción de este proyecto, es necesario dimensionar las áreas de almacenamiento del sistema, lo cual involucra tanto el almacenamiento de materia prima como de producto terminado. Para ello, se añadió en el Anexo 10 los cálculos referentes al producto terminado en el que se consideró la capacidad de producción del sistema, la rotación promedio de inventario de producto terminado y el punto de reorden para la materia prima obtenido en la sección de Inventarios. Con los resultados de la cantidad de inventario promedio se seleccionarán en este apartado los muebles de almacenamiento respecto a las características de cada producto, posteriormente se seleccionarán los equipos o maquinaria necesaria para su transporte.

Para facilitar la gestión del inventario, se han definido dos tipos de muebles de almacenamiento: estanterías para estibas y estantería metálica estándar. La estantería para estibas está diseñada para contener 6 estibas de tipo americano (1,2 x 1 m) por estante con 3 niveles, estas ofrecen mayor adaptabilidad para los diferentes empaques de los ingredientes a almacenar, además de facilitar el manejo de los ingredientes que requieren de operaciones de carga y descarga frecuentes. La representación de esta estantería con las medidas correspondiente se presenta en la Fig. 85.

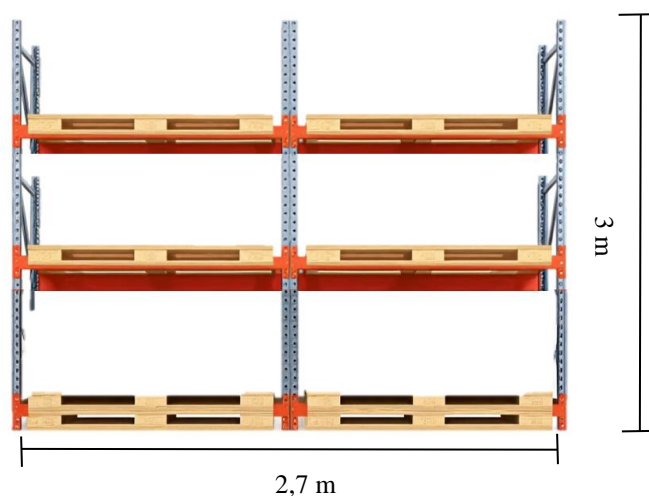


Fig. 85. Representación de estantería de estibas

Las materias primas destinadas a este tipo de estantería son productos pesados y voluminosos que requieren una base sólida proporcionada por las estibas. Entre estos se incluyen: kiwicha, avena, maní, aceite de coco, miel, lecitina de soya, ácido cítrico, arándanos deshidratados, almendras, manzana deshidratada, chocolate y los rollos de etiquetado. A continuación, se detallan las características de almacenamiento para cada una de estas materias primas:

- Kiwicha:** Es un ingrediente de importación que representa el mayor porcentaje en la composición de todos los productos terminados. El almacenamiento de este producto debe asegurar determinadas condiciones como la temperatura y humedad relativa menor a 18 °C y 70% respectivamente, previstas en el apartado Fijación de requerimiento de diseño. Por su locación en la ciudad de Bogotá se aseguran estas condiciones en su almacenamiento. La importación de este grano se realizaría mediante sacos de papel Kraft de 25kg de 2 o 3 capas (Ver Fig. 86) de acuerdo con los métodos de importación utilizados en granos similares como la quinua, este será el empaque que se utilizará para su almacenamiento en las estibas, en la Tabla XLIV se presentan las características e imagen de referencia de su almacenamiento.

Tabla XLIV. Características de almacenamiento de kiwicha

Kiwicha	
Saco de papel Kraft de 25kg	
Largo (m)	0,65
Ancho (m)	0,42
Alto (m)	0,15
Volumen (m ³)	0,041
Característica de almacenamiento	
Tipo de estiba	Americano
Sacos por estiba	35
Peso bruto estiba (kg)	875




Fig. 86. Imagen referencia de saco de papel Kraft de kiwicha

- Avena:** Según el distribuidor seleccionado, el transporte de avena se realiza en bolsas de polietileno de 25 kg (Ver Fig. 87). Este insumo presenta un volumen ligeramente mayor en comparación con la kiwicha. Para su almacenamiento, se requiere un espacio seco y bien ventilado. Debido a su peso, se apilan hasta 28 bultos por estiba. La información complementaria se detalla en la Tabla XLV.

Tabla XLV. Características de almacenamiento de avena

Avena en hojuelas	
Bulto de polietileno de 25kg	
Largo (m)	0,7
Ancho (m)	0,5
Alto (m)	0,15
Volumen (m ³)	0,053
Característica de almacenamiento	
Tipo de estiba	Americano
Bultos por estiba	28
Peso bruto estiba (kg)	700




Fig. 87. Imagen referencia de bulto de polietileno de avena

- Maní:** El maní se comercializa en sacos de 25 kg presentada en la Fig. 88, este material que asegura la frescura y protección del insumo. Para su almacenamiento, se requiere un ambiente fresco y una humedad relativa entre 55% y 65% para evitar la rancidez. Se recomienda mantenerlo en un espacio oscuro por lo que se almacenaría en los estantes con menor iluminación y en las repisas inferiores para protegerlo de la oxidación. La información adicional referente a su volumen y características se encuentra en la Tabla XLVI.

Tabla XLVI. Características de almacenamiento de maní

Maní	
Saco de 25kg	
Largo (m)	0,67
Ancho (m)	0,4
Alto (m)	0,12
Volumen (m ³)	0,032
Característica de almacenamiento	
Tipo de estiba	Americano
Sacos por estiba	7
Peso bruto estiba (kg)	175




Fig. 88. Imagen referencia de saco de maní

Los productos nombrados anteriormente se almacenarán en las estibas de la siguiente forma:



Fig. 89. Imagen referencia de estiba con sacos

- Aceite de coco:** El aceite de coco es suministrado en tarros de 1,42 kg, la presentación de este se sitúa en la Fig. 90. Para su correcto almacenamiento, se recomienda mantenerlo en un lugar fresco con temperaturas menores de 25 °C, para

evitar su oxidación. Los tarros deben encontrarse debidamente cerrados para conservar la calidad y frescura del producto, por esto también se protegen con un plástico que embala los tarros (Ver Fig. 91). La información sobre su volumen e imágenes de referencia tanto de los tarros como del almacenamiento en la estiba se presentan en la Tabla XLVII.

Tabla XLVII. Características de almacenamiento de aceite de coco

Aceite de coco	
Tarro de 1,42kg	
Diámetro (m)	0,15
Alto (m)	0,24
Volumen (m ³)	0,004
Característica de almacenamiento	
Tipo de estiba	Americano
Tarros por estiba	224
Peso bruto estiba (kg)	318,08



Fig. 90. Imagen referencia de tarro de aceite de coco



Fig. 91. Almacenamiento en estiba de aceite de coco

- Miel de abeja:** El proveedor seleccionado distribuye la miel de abeja en cuñetes de 25 kg como se ilustra en la Fig. 92. Para almacenar este insumo es fundamental conservarla en un lugar seco a temperaturas entre 10 y 20 °C, las cuales se cumplen por la ubicación del almacenaje, con el objetivo de evitar la cristalización y posibles fermentaciones de la miel. Los cuñetes deben estar bien sellados para proteger la calidad del producto. Las demás características de almacenamiento se encuentran en la Tabla XLVIII.

Tabla XLVIII. Características de almacenamiento de miel de abeja

Miel de abeja	
Cuñete de 25kg	
Diámetro (m)	0,31
Alto (m)	0,37
Volumen (m ³)	0,0028
Características de almacenamiento	
Tipo de estiba	Americano
Cuñetes por estiba	27
Peso bruto estiba (kg)	675




Fig. 92. Imagen referencia de cuñete de miel de abeja



- Lecitina de soya:** La lecitina de soya se suministra en galones de 4 kg (ver Fig. 94) y se empaqueta en cajas para facilitar un transporte seguro y cómodo (ver Fig. 95). Para su almacenamiento se recomienda un lugar con temperaturas entre 15 y 25 °C y una humedad relativa alrededor del 50%, ya que este producto es sensible a la humedad y al oxígeno. La Información adicional sobre las condiciones de almacenamiento e imágenes de referencia se detalla en la Tabla XLIX.

Tabla XLIX. Características de almacenamiento de lecitina de soya

Lecitina de soya	
Galón de 4kg	
Largo (m)	0,22
Ancho (m)	0,113
Alto (m)	0,24
Volumen (m ³)	0,006
Características de almacenamiento	
Tipo de estiba	Americano
Galones por estiba	44
Peso bruto estiba (kg)	176

Fig. 94. Imagen referencia de galón de lecitina de soya

Fig. 95. Almacenamiento en estiba de lecitina de soya

- Ácido cítrico:** El ácido cítrico se comercializa en bultos de polietileno de 25 kg como se evidencia en la Fig. 96. Para asegurar su estabilidad se debe almacenar en un lugar seco, con temperaturas ambiente (idealmente entre 20 y 25 °C) y una humedad relativa inferior al 60% para evitar que absorba humedad y se aglomere, por estas razones son necesarias las estibas para su almacenamiento. Las características y medidas específicas de este insumo se resumen en la Tabla L.

Tabla L. Características de almacenamiento de ácido cítrico

Ácido cítrico	
Bulto de polietileno de 25kg	
Largo (m)	0,6
Ancho (m)	0,42
Alto (m)	0,15
Volumen (m ³)	0,038
Características de almacenamiento	
Tipo de estiba	Americano
Bultos por estiba	10
Peso bruto estiba (kg)	250



Fig. 96. Imagen referencia de bulto de ácido cítrico



Fig. 97. Almacenamiento en estiba de ácido cítrico

- Arándanos deshidratados y almendras:** Los arándanos deshidratados se almacenarán en cajas de 11,34 kg y las almendras en cajas de 22,68 kg. Ambos productos requieren condiciones de almacenamiento similares para preservar su calidad y frescura: un ambiente fresco y seco para evitar el crecimiento de hongos o la pérdida de textura. En las siguientes Tablas se complementa la información de almacenamiento de cada uno de estos insumos.

Tabla LI. Características de almacenamiento de arándanos deshidratados

Arándanos deshidratados	
Caja de 11,34 kg	
Largo (m)	0,3
Ancho (m)	0,4
Alto (m)	0,35
Volumen (m ³)	0,042
Características de almacenamiento	
Tipo de estiba	Americano
Cajas por estiba	27
Peso bruto estiba (kg)	306,18




Fig. 98. Imagen referencia de caja de arándanos deshidratados



Fig. 99. Almacenamiento en estiba de arándanos deshidratados

Tabla LII. Características de almacenamiento de almendras

Almendras	
Caja de 22,68 kg	
Largo (m)	0,6
Ancho (m)	0,45
Alto (m)	0,4
Volumen (m ³)	0,108
Características de almacenamiento	
Tipo de estiba	Americano
Cajas por estiba	12
Peso bruto estiba (kg)	272,16



Fig. 100. Imagen referencia de caja de almendras



Fig. 101. Almacenamiento en estiba de almendras

- Manzana deshidratada:** La manzana deshidratada se compra en bolsas de 10 kg, como se muestra en la Fig. 102, este empaque debe mantenerse en un ambiente fresco y seco. En las estibas se apilarán las bolsas para el ahorro de espacio como se observa en la Fig. 103. Los volúmenes e información necesaria del almacenamiento se encuentran en la Tabla LIII.

Tabla LIII. Características de almacenamiento de manzana deshidratada

Manzana deshidratada	
Bolsa de 10 kg	
Largo (m)	0,65
Ancho (m)	0,42
Alto (m)	0,15
Volumen (m ³)	0,041
Características de almacenamiento	
Tipo de estiba	Americano
Bolsas por estiba	14
Peso bruto estiba (kg)	140



Fig. 103. Almacenamiento en estiba de manzana deshidratada



Fig. 102. Imagen referencia de bolsa de manzana deshidratada

- **Chocolate semiamargo:** El chocolate semiamargo se expende en paquetes de 5 kg (Ver Fig. 104) contenidas en cajas selladas, las cuales se apilarán para su almacenamiento sobre las estibas como se ilustra en la Fig. 105.

Tabla LIV. Características de almacenamiento de chocolate semiamargo

Chocolate semiamargo	
Paquete de 5 kg	
Largo (m)	0,25
Ancho (m)	0,14
Alto (m)	0,08
Volumen (m ³)	0,0028
Características de almacenamiento	
Tipo de estiba	Americano
Cajas por estiba	204
Peso bruto estiba (kg)	1020

Fig. 104. Imagen referencia de paquete de chocolate



Fig. 105. Almacenamiento en estiba de chocolate

- Rollos de etiquetado de snacks:** Los rollos de etiquetas para el empaque de productos terminados tienen volúmenes de 0,0028 y 0,0023 m³. Debido a su peso y la resistencia del material, resulta conveniente almacenarlos directamente en las estibas por estantería en los niveles bajos, donde su manipulación es sencilla aprovechando el espacio de almacenamiento, la información complementaria de estos insumos se presentan en las Tablas LV y LVI.

Tabla LV. Características de almacenamiento de rollos se snacks (bolitas y trocitos)

Rollo de snacks	
300 m/rollo	
Diámetro (m)	0,12
Alto (m)	0,25
Volumen promedio (m ³)	0,0028
Características de almacenamiento	
Tipo de estiba	Americano
Rollos por estiba	69

Fig. 106. Imagen referencia de rollo de empaque para snacks (Generado en Copilot)

Tabla LVI. Características de almacenamiento de rollos se snacks bar

Rollo de snacks bar	
300 m/rollo	
Diámetro (m)	0,12
Alto (m)	0,20
Volumen promedio (m ³)	0,0023
Características de almacenamiento	
Tipo de estiba	Americano
Rollos por estiba	42

Fig. 107. Imagen referencia de rollo de empaque para snacks bar (Generado en Copilot)



Fig. 108. Almacenamiento en estiba de rollos (Generado en Copilot)

El segundo tipo de mobiliario de almacenamiento es la estantería metálica estándar, diseñada para el almacenamiento de productos de menor tamaño y volumen de producción. Esta estantería almacenará: las pasas y la canela en polvo, que se utilizan únicamente en un producto y se producen en cantidades reducidas. Además, el extracto de romero, debido a sus dimensiones y cantidades, también se almacena adecuadamente en este tipo de estantería. La imagen de referencia se presenta en la Fig. 109.

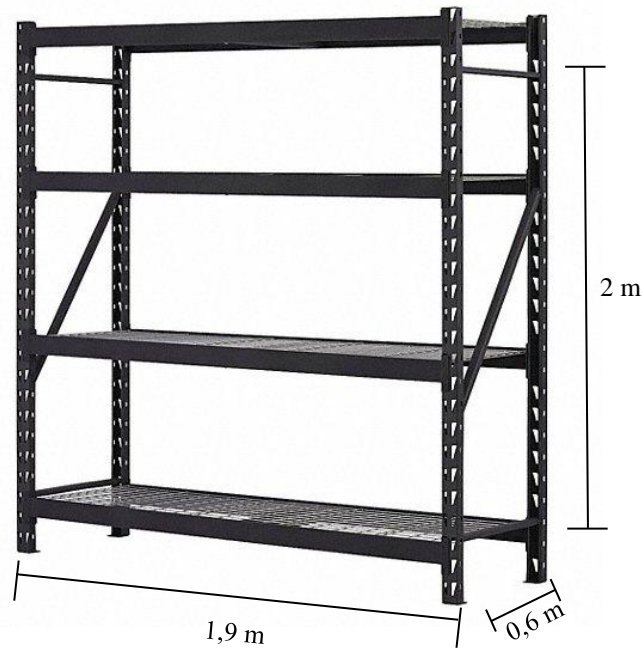


Fig. 109. Estantería metálica estándar

A continuación, se detallan las características específicas de almacenamiento para cada una de estas materias primas que se almacenarán este tipo de mueble:

- **Pasas:** Este insumo se almacena en cajas de 10 kg con un volumen de $0,0109 \text{ m}^3$, se almacenarán las cajas apiladas en 3 filas por nivel. Las especificaciones y la imagen de referencia de la caja de este insumo se presentan en la Tabla LVII.

Tabla LVII. Características de almacenamiento de pasas

Pasas	
Caja de 10 kg	
Largo (m)	0,39
Ancho (m)	0,28
Alto (m)	0,1
Volumen (m ³)	0,0109
Características de almacenamiento	
Estante (m)	1,8 x 0,6 x 1,5
Cajas por nivel	21
Peso bruto por nivel (kg)	210




Fig. 110. Imagen referencia de caja de pasas

- Canela en polvo:** La canela en polvo se almacena en sacos de 10 kg y es el insumo de menor requerimiento en comparación con las demás materias primas. En cada nivel de la estantería pueden almacenarse hasta 5 bolsas de este producto en dos filas. La imagen de referencia del empaque se presenta en la Fig. 111 y las demás características del almacenamiento se presentan en la Tabla LVIII.

Tabla LVIII. Características de almacenamiento de canela en polvo

Canela en polvo	
Bolsa de 10 kg	
Largo (m)	0,47
Ancho (m)	0,28
Alto (m)	0,08
Volumen (m ³)	0,011
Características de almacenamiento	
Estante (m)	1,8 x 0,6 x 1,5
Bolsas por nivel	5
Peso bruto por nivel (kg)	50




Fig. 111. Imagen referencia de bolsa de canela en polvo

- Extracto de romero:** El extracto de romero se almacena en tarros de 5 litros (Ver Fig. 112) y su temperatura de almacenamiento debe estar entre 15 y 25°C, debido a sus bajos requerimientos de uso, se estima almacenar hasta 14 tarros por nivel y cada tarro tiene un volumen de 0,015 m³, lo que facilita su disposición en este tipo de estanterías.

Tabla LIX. Características de almacenamiento de extracto de romero

Extracto de romero	
Tarro de 5L	
Diámetro (m)	0,25
Alto (m)	0,3
Volumen (m ³)	0,015
Características de almacenamiento	
Estante (m)	1,8 x 0,6 x 1,5
Tarros por nivel	14
Peso bruto por nivel (kg)	60




Fig. 112. Imagen referencia de tarro de extracto de romero

Para el almacenamiento de materia prima, se realizaron estimaciones basadas en los volúmenes de cada insumo según las especificaciones anteriores y en concordancia con el inventario promedio, con el fin de dar respuesta al rendimiento (throughput) esperado de la planta. Los cálculos se presentan en el Anexo 14 y los resultados se presentan en la Tabla LX. Cabe destacar que el producto terminado se almacenará en estanterías para estibas, dado que se empaqueta en las cajas mencionadas en la sección de diseño de producto. Este método asegura que el producto terminado mantenga la calidad y condiciones de salubridad requeridas para su posterior distribución.

Tabla LX. Cantidad de estanterías necesarias para materias primas y producto terminado.

Estantería	Cantidad requerida materia prima	Cantidad requerida producto terminado
Rack industrial (Estantería para estibas)	4	30
Estante metálico	1	0

Almacén de producto terminado

La distribución del almacén de producto terminado se ha diseñado teniendo en cuenta la naturaleza perecedera de los productos para evitar pérdidas por daño del producto y propender un flujo continuo de los productos. Por tal motivo, se ha optado por una configuración de un carril principal con recepción y despacho en lados opuestos del almacén, esta configuración permite que los productos ingresen por un extremo del almacén y sean despachados desde el otro extremo. Además, se incluyen pasillos paralelos de doble sentido que permiten un adecuado espacio de maniobra y flujo en la operación de almacenamiento y carga.

Este diseño ayuda a reducir la congestión o cuellos de botella al evitar el cruce de flujos, mejora el uso del espacio al eliminar zonas de recepción y envío compartido. Adicionalmente, facilita el control de inventario, mediante la implementación del sistema FIFO por sus siglas en inglés First in, first out (Primero en entrar, primero en salir), lo que se traduce en que se envíen los productos en el orden en que fueron producidos.

Se consideró la utilización de estanterías 1-deep (una sola profundidad), lo cual coadyuva a evitar que algunas estibas queden atrapadas y en consecuencia se evite la caducidad del producto. La disposición de estas obedece al sentido del flujo de acuerdo con la ubicación de las puertas que, además, se alinean con el sistema FIFO. Este tipo de estanterías permite una mayor accesibilidad a los productos, reducir el tiempo de búsqueda y evita posibles daños a causa de mayores maniobras en la operación de almacenamiento. La mayor área que este tipo de estantería conlleva, se ve compensada por un mejor aprovechamiento del espacio vertical mediante la utilización de estantes de tres pisos. La mayor visibilidad que ofrece este tipo de estantería facilita el control de inventario al ayudar en la ubicación de los lotes, las cantidades y en consecuencia prevenir errores. La representación gráfica de este almacén se ilustra en la Fig. 113.

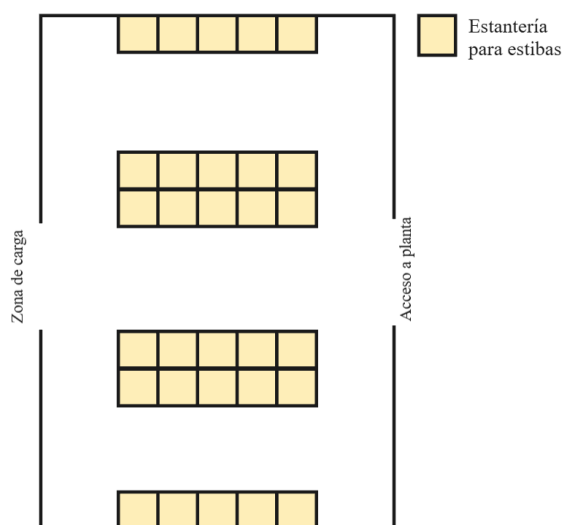


Fig. 113. Representación de zona de almacenamiento de producto terminado

Almacén de materia prima

La distribución del almacén de materia prima se ha diseñado para mejorar la circulación de materiales, aprovechar el espacio disponible y asegurar la seguridad de las operaciones, considerando las características de los materiales y el flujo de producción. Se ubicaron las puertas en los extremos con el fin de facilitar el acceso de los materiales al tratarse de un flujo unidireccional, es decir, la materia prima se traslada y almacena a los estantes respectivos para posteriormente llegar al área de producción. Los pasillos anchos (3,5m) buscan disminuir las incidencias de congestión que se pueda generar debido a interferencias, esta disposición está encaminada a facilitar el recorrido de los materiales y operarios mediante la utilización eficiente del espacio.

Al igual que el almacenamiento de producto terminado, se prevé para el almacenamiento de los insumos la utilización de estanterías 1-deep. Asimismo, según los resultados obtenidos en el Anexo 14, se incluye una estantería de menor tamaño destinado al almacenamiento de materia prima de menor peso y volumen, además de disminuir el espacio requerido y facilitar su acceso (Ver Fig. 114).

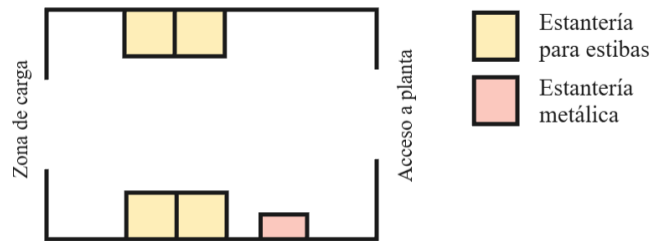


Fig. 114. Representación de zona de almacenamiento de materia prima

En la Fig. 115 se detallan tanto las áreas de almacenamiento como el área de carga y descarga. El área de carga cuenta con dos muelles para la recepción y aprovisionamiento de productos, también se tuvo en cuenta un espacio para la maniobrabilidad de los vehículos, asegurando el ingreso de un camión con un container de hasta 40 pies. Asimismo, se diseñó un espacio para la recepción de los materiales mediante una oficina, esta cuenta con unas escaleras que facilitan el acceso de los conductores a esta área.

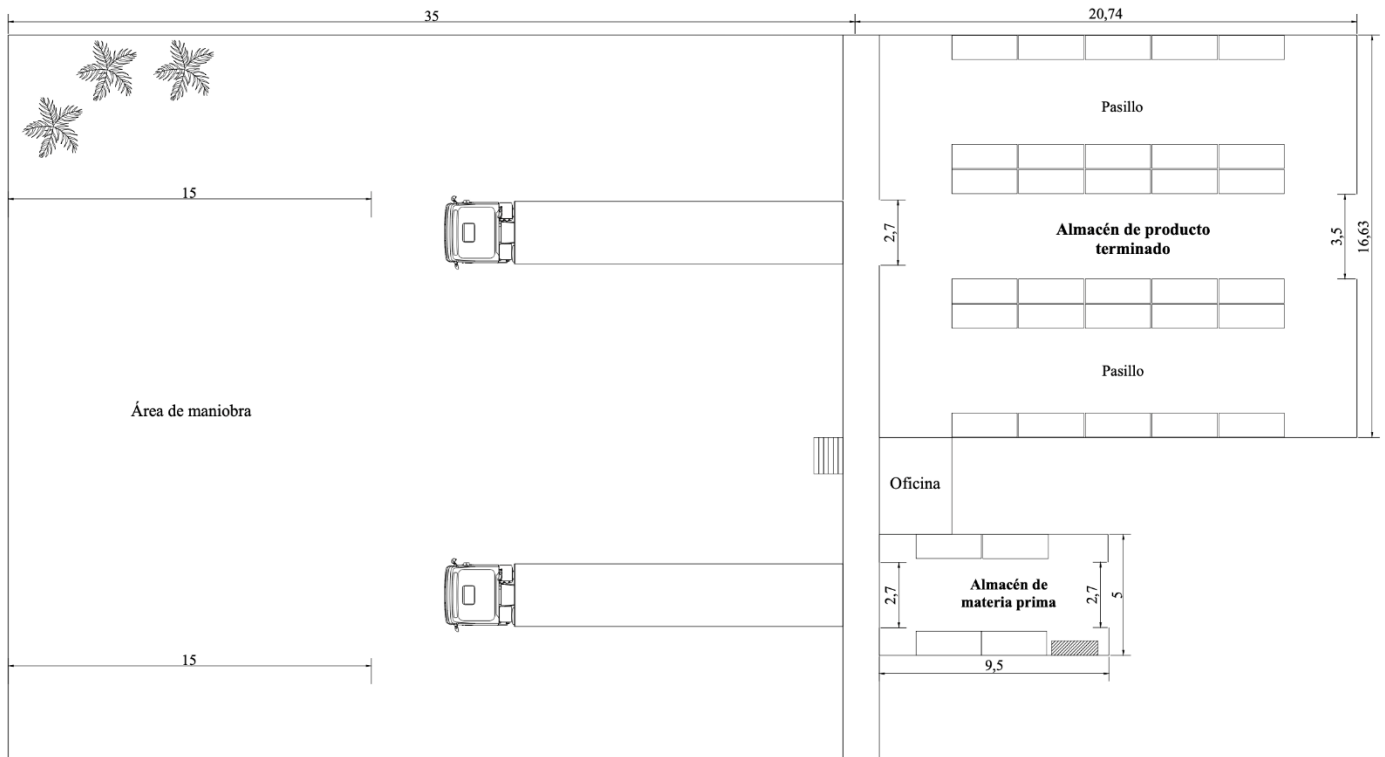



Fig. 115. Vista superior de zona de almacenamiento y carga

2) Manejo de materiales

El manejo de materiales es un aspecto fundamental en la gestión de almacenamiento de materia prima y producto terminado. Este proceso abarca el conjunto de operaciones necesarias para mover, controlar y almacenar materiales, garantizando un manejo adecuado que contribuya a la integridad de los productos y la eficiencia de las operaciones. En los almacenes de materia prima, una organización adecuada es esencial para controlar el inventario y evitar errores en la preparación para la producción. Por otro lado, en los almacenes de producto terminado se requiere un proceso ágil que facilita la entrada y salida de productos, mejorando así el tiempo de respuesta.


Dentro de los equipos empleados en el manejo de materiales, los montacargas destacan como herramientas versátiles que permiten desplazar y organizar grandes volúmenes de materiales de manera eficiente, desde las áreas de descarga y carga hasta las respectivas zonas de almacenamiento. Estos equipos no solo reducen el tiempo necesario para almacenar y acceder a los materiales, sino que también minimizan el desgaste físico del personal reduciendo el riesgo de accidentes. En la tabla LXI se presenta los equipos necesarios para el manejo de materiales.

Tabla LXI. Especificaciones de montacarga eléctrico

Montacargas eléctrico	
 <p><i>Fig. 116. Imagen referencia montacarga</i></p>	Marca: Clark.
	País de precedencia: Estados Unidos.
	Modelo: ECX25.
	Capacidad de carga: 2500 Kg.
	Máxima altura de elevación: 4,8 m.
	Dimensiones (ancho x alto mástil bajo x alto mástil elevado): 1,061 m x 2,121 m x 6,020 m.
	Precio: 24.900 USD.

De igual manera, se dispone de un montacargas semi eléctrico que será utilizado para estanterías de menor tamaño, considerando que es capaz de acceder hasta una altura de 3,3 m. Las especificaciones se presentan en Tabla LXII.

Tabla LXII. Especificaciones de montacarga semi-eléctrico

Montacargas semi- eléctrico	
 <p><i>Fig. 117. Imagen referencia montacarga semi-eléctrico</i></p>	Marca: HU-Lift.
	País de precedencia: Colombia.
	Modelo: Semi- eléctrico.
	Capacidad de carga: 1500 Kg.
	Máxima altura de elevación: 3,3 m.
	Dimensiones: 3,3 x 0,93 m.
	Precio: 4.613 USD.

Se utilizarán estibas para almacenamiento en los dos tipos de estanterías. En las estanterías, las estibas permitirán organizar y asegurar las materias primas y los productos terminados en niveles, facilitando el acceso mediante el montacargas.



Además, brindarán una base sólida que protege los productos del contacto directo con el suelo, mejorando la estabilidad y facilitando su manipulación y transporte dentro de la bodega.

Tabla LXIII. Especificaciones de estiba americana

Estiba GMA (americana)	
 <p><i>Fig. 118. Imagen referencia estiba americana</i></p>	Modelo: H-1218.
	Dimensiones: 1,219 x 1 m.
	Material: Madera Nueva.
	Capacidad de peso en horquilla: 1.134 Kg.
	Precio: 52 USD.

Asimismo, en la Tabla LXIV se presentan las especificaciones de las estanterías seleccionadas anteriormente, teniendo en cuenta un margen de maniobra mínimo de 30 cm para el acceso a la materia prima y producto terminado.

Tabla LXIV. Especificaciones de estanterías

Estantería de Paletización	
 <p><i>Fig. 119. Imagen referencia estantería paletizada</i></p>	Empresa: LogisPrix.
	Precedencia: España.
	Carga por nivel: 3000 Kg.
	Dimensiones (alto x ancho x profundo): 3 x 2,7 x 1,1 m.
	Niveles: 3.
	Distancia entre niveles: 1,5 m.
Estantería Metálica Heavy Duty 4	
 <p><i>Fig. 120. Imagen referencia estantería metálica</i></p>	Empresa: Homecenter (Código 901373).
	País precedencia: Colombia.
	Carga por nivel: 200 Kg.
	Dimensiones (alto x ancho x profundo): 1,96 x 1,83 x 0,61 m.
	Precio: 170 USD.

G. Diseño adimensional de instalaciones

El diseño de instalaciones representa una parte fundamental en el diseño de la planta, ya que implica el ordenamiento físico de las diversas áreas, teniendo en cuenta, el espacio necesario para los movimientos de materiales, almacenamiento, recursos y otras actividades relacionadas [61] de tal forma que se disminuyan las distancias entre las diversas áreas, mejore la eficiencia de las actividades que se desarrollen y en consecuencia repercuta en la disminución de costos asociados a la operación y mayor productividad. En este apartado se realizará este diseño utilizando el método de la matriz de relación de actividades considerando las áreas previamente establecidas de la operación, además se incluyeron otras áreas esenciales relacionadas con el buen funcionamiento del sistema. A continuación, se presentan las áreas del sistema:

1. Almacén de materia prima.
2. Popeado.
3. Triturado.
4. Pesado.
5. Mezcla para snacks bar.
6. Moldeado y corte snacks bar.
7. Mezcla para bolitas y trocitos.
8. Troceado.
9. Boleado.
10. Bañado de chocolate.
11. Empaque snacks bar.
12. Empaque bolitas y trocitos.
13. Encajado snacks bar.
14. Encajado bolitas y trocitos.
15. Embalado Snacks bar.
16. Embalado bolitas y trocitos.
17. Control de calidad.
18. Patio de carga y descarga.
19. Almacén de producto terminado.
20. Recepción materias primas y producto terminado.
21. Área de servicios higiénicos (SSHH).
22. Administración.
23. Seguridad.

Inicialmente, se realiza la Matriz relacional de actividades, el cual es una herramienta fundamental en el análisis de la interdependencia y las relaciones entre las distintas áreas del sistema. Para su elaboración, se incorporan códigos en cada intersección que indican el tipo de relación entre pares de áreas, lo cual facilita la interpretación y el análisis de proximidades. El sistema de códigos utilizado clasifica las relaciones según la proximidad requerida: “A” para absolutamente necesario, “E” para especialmente necesario, “I” para importante, “O” para normal, “U” para sin importancia y “X” para no recomendable. En la Fig. 121, se presenta el diagrama relacional de actividades para el sistema de producción de snacks a base de kiwicha mostrando la relación entre sus áreas.

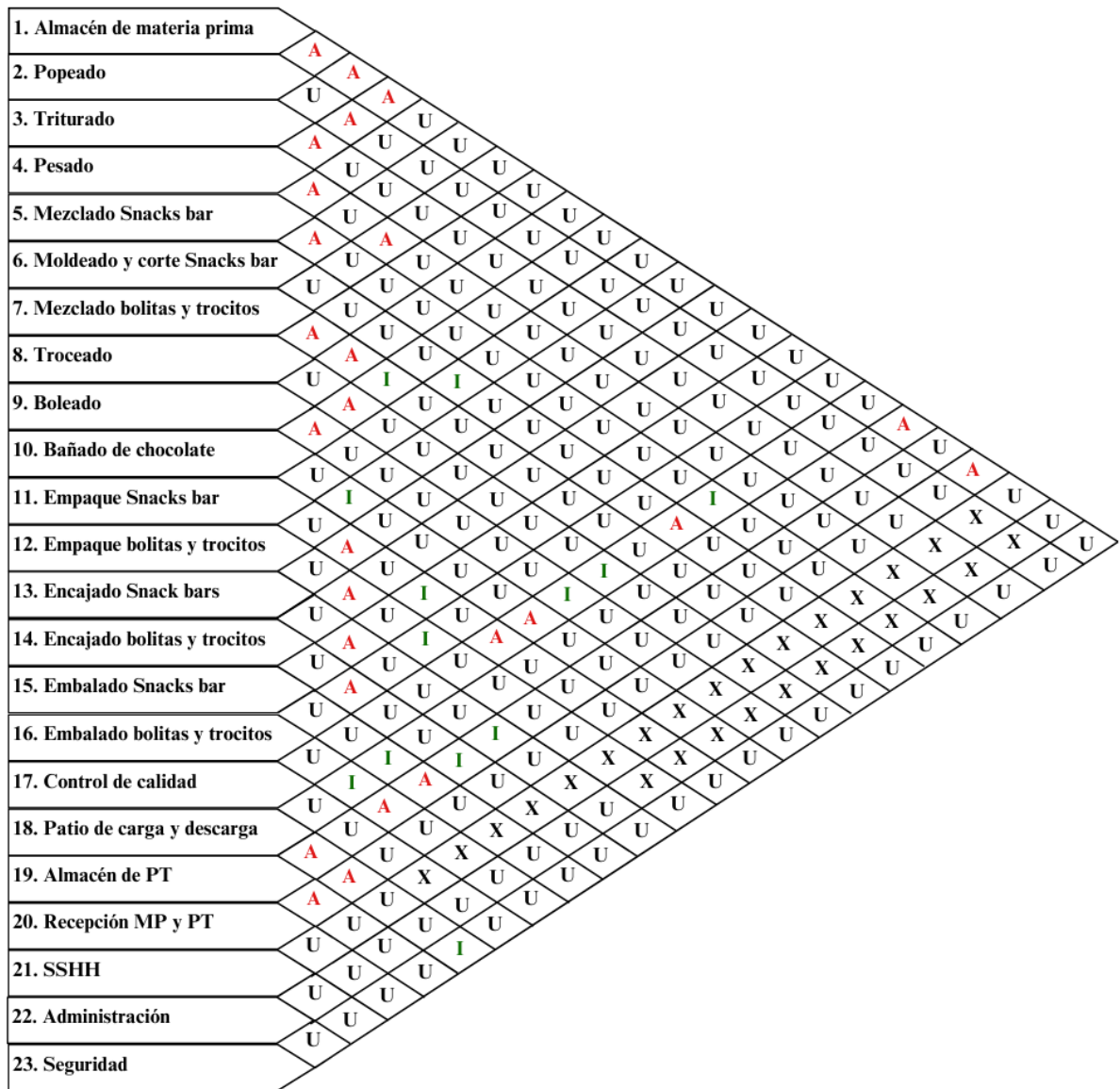


Fig. 121. Matriz relacional de actividades

Tabla LXV. Códigos y simbología del diagrama relacional

Códigos y valores de cercanía				Simbología			
A	Absolutamente necesario	Rojo			Operación		Espera
E	Especialmente necesario	Amarillo			Transporte		Oficina
I	Importante	Verde			Almacenaje		Servicios
O	Normal	Azul			Inspección		
U	Sin importancia	---					
X	No recomendable	Negro					

Posteriormente, se lleva a cabo la elaboración del Diagrama relacional, de acuerdo con los parámetros definidos por el método especificados en la Tabla LXV. Este proceso tiene como objetivo visualizar la proximidad y las interrelaciones entre áreas previamente establecidas, este resultado se ilustra en la Fig. 122. De este modo, se busca obtener una comprensión detallada de la disposición de las diferentes zonas, mediante una visión más clara del sistema evitando la cercanía indeseable entre áreas.

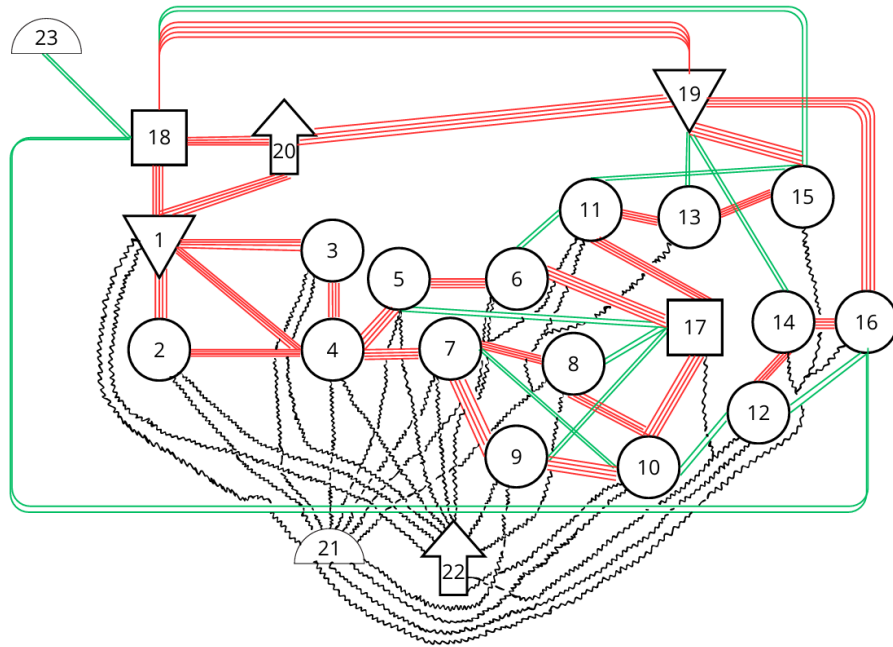


Fig. 122. Diagrama relacional de actividades

Como consecuencia del diagrama de actividades se lleva a cabo la elaboración del diagrama relacional de espacios. En este, se desarrolla una disposición adimensional de las áreas utilizando cuadros de referencia. Esto permite comprender el espacio que ocuparían estas áreas en el diseño propuesto mediante la ilustración de la distribución y su relación funcional, presentados en la Fig. 123.

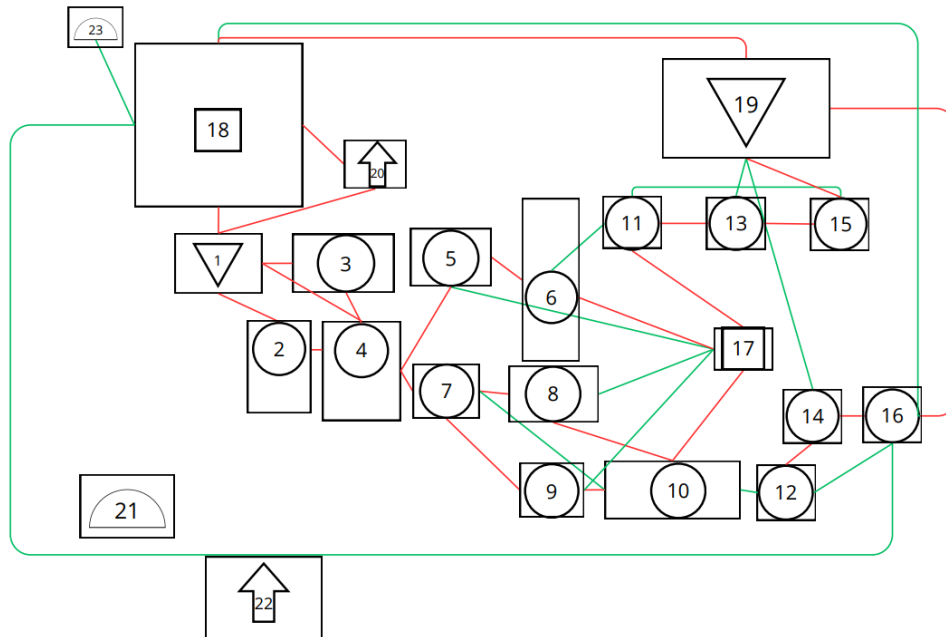


Fig. 123. Diagrama relacional de espacios

Finalmente, se determinó que el área total de la planta es de 3.024 m², siendo el área operativa de 806,2 m² que representa la suma de las dimensiones de las estaciones de trabajo (Sección de Diseño de la Vista Superior de la Estación de Trabajo) y un área de 896 m² destinada para el patio de carga y descarga que conecta los almacenes con la planta. En cuanto al área destinada para pasillos se tuvo en cuenta un factor de 1,6 respecto al área operativa, por su parte, los valores de las áreas identificadas para el funcionamiento de la planta se determinaron a partir de espacio mínimo requerido según la cantidad de operarios. En la Fig. 124 se presenta el diseño de planta con las áreas mencionadas de acuerdo con las dimensiones establecidas en la Tabla LXVI, adicionalmente se incluyen otras áreas complementarias al área administrativa, este diseño fue elaborado en el software Autocad (Anexo 16).

Tabla LXVI. Áreas y dimensiones de la planta

Áreas	Dimensiones (m ²)
Almacén de materia prima	40
Popeado	24,75
Triturado	10
Pesado	34,65
Mezcla para snacks bar	32
Moldeado y corte snacks bar	89
Mezcla para bolitas y trocitos	30,34
Troceado	12,96
Boleado	25,5
Bañado de chocolate	85
Empaque snacks bar	23,5
Empaque bolitas y trocitos	28,5
Encajado snacks bar	4,75
Encajado bolitas y trocitos	4,75
Embalado Snacks bar	9,12
Embalado bolitas y trocitos	9,12
Control de calidad	7,26
Almacén de producto terminado	335
Área total operación	806,2
Patio de carga y descarga	896
Recepción materias primas y producto terminado	12
Área de servicios higiénicos SSHH	35,6
Administración (Oficinas y baños)	84,8
Seguridad	8
Pasillos y otras áreas	1.181,4
Área total adicional	1.321,8
Área total planta	3.024

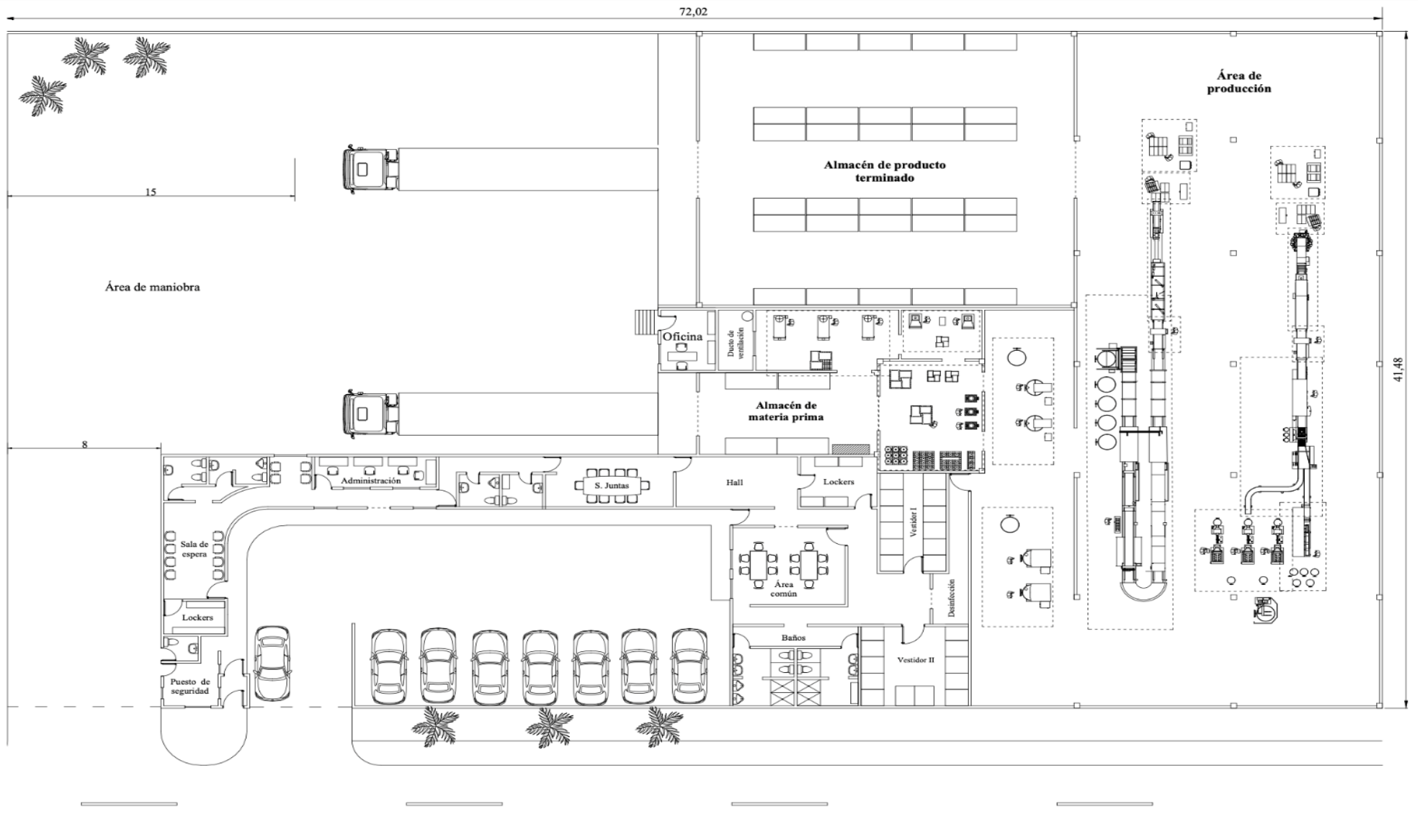


Fig. 124. Vista superior de la planta

H. Evaluación financiera

En este apartado se presenta la evaluación financiera del diseño del sistema productivo de snacks a base de kiwicha, considerando únicamente el beneficio operativo. Este análisis se enfoca en la determinación de los ingresos y costos generados por las actividades operativas, sin incluir los efectos de impuestos, intereses u otros elementos de la estructura financiera relacionados con la parte administrativa y de ventas, con el fin de obtener una visión clara sobre la eficiencia del sistema en términos operativos y la viabilidad financiera de la operación del sistema.

Las fuentes de ingresos se dividen en dos categorías: los ingresos por snacks bar y los ingresos por bolitas y trocitos, con precios de venta de \$2.000 y \$3.000 respectivamente. Estas estimaciones de ingresos consideran un nivel de servicio del sistema del 87%, el cual representa el porcentaje del Rendimiento que se espera satisfacer con la capacidad instalada.

En relación con los costos, se presentan en siete categorías:

- Costo de materias primas, calculado en función de los requerimientos anuales de insumos necesarios para cumplir con la demanda anual.
- Costo de mano de obra abarca tanto los salarios como los beneficios que se otorgarán anualmente a cada uno de los operarios involucrados en la producción.
- Costo de activos fijos, se empleó la fórmula [62] tomando en cuenta el valor neto del activo (costo inicial menos el valor de salvamento), el costo de capital y su vida útil. Este valor anualizado proporciona una medida del impacto financiero que los activos tiene en los costos operativos anuales del sistema productivo.
- Costo de inventario, se ha determinado en los apartados previos (Anexo 10) tanto para materias primas como para producto terminado.
- Costo fijo de mantenimiento, establecido a partir del 25% de los activos fijos, valor estimado del trabajo de Aliaga [38].
- Costo del espacio necesario, se consideraron las dimensiones de todas las áreas involucradas y se aplicó un precio promedio anual por metro cuadrado de \$300.000 en la zona industrial de Bogotá, este valor fue estimado mediante la búsqueda en páginas de arriendo de inmuebles.
- Otros costos incluyen rubros como servicios públicos, personal de limpieza y materiales indirectos, tales como uniformes, equipos de protección personal (EPP) y otras herramientas necesarias para la operación.

Los cálculos detallados de los apartados anteriores se presentan en el Anexo 15 y en la Tabla LXVII se presentan los resultados obtenidos.

Tabla LXVII. Áreas y dimensiones de la planta

Ingresos	
Ingresos por Snacks bar	\$ 62.640.000.000
Ingresos por Bolitas y trocitos	\$ 31.320.000.000
Total ingresos	\$ 93.960.000.000
Fuente de costos	
Costo de materias primas	\$ 16.859.829.190
Costo de mano de obra	\$ 1.289.248.200
Costo de activos fijos	\$ 572.752.161
Costo de inventario	\$ 1.426.861.364
Costo fijo de mantenimiento	\$ 604.573.875
Costo del espacio necesario	\$ 907.200.000
Otros costos	\$ 1.000.000.000
Total costos	\$ 22.660.464.790
Beneficio Operativo	\$ 71.299.535.210

Como resultado de este análisis, se obtiene un beneficio operativo de \$71.299.535.210, este valor refleja la viabilidad operativa del sistema productivo. El beneficio operativo muestra que el sistema tiene la capacidad de generar ingresos suficientes para cubrir ampliamente los costos operativos, lo que respalda su viabilidad en términos operacionales.

I. Impactos del proyecto

1) Impacto social

- Impacto en la comunidad local

La principal zona de influencia del proyecto es Bogotá, con la planta de producción y oficinas administrativas en el departamento de Cundinamarca. La construcción de estas instalaciones beneficiará a los pobladores del departamento al generar nuevos empleos y mejorar su calidad de vida. Se generaría 52 puestos de trabajo previstos para el área operativa en los turnos propuestos. Todos los operarios recibirán una remuneración mensual y los beneficios laborales establecidos por la ley, contribuyendo así al bienestar económico de las familias locales.

- Impacto en los proveedores

El proyecto tendrá un impacto significativo en los proveedores localizados en Perú, especialmente en el departamento de Apurímac. Al seleccionar a la Cooperativa Agroindustrial Macchu Picchu (CAGMA) como proveedor principal de kiwicha, se beneficiará directamente a más de 300 agricultores que forman parte de esta asociación, al reducir los intermediarios y establecer relaciones comerciales directas, los agricultores podrán obtener mayores ingresos y estabilidad económica, en consecuencia, el proyecto fomenta el desarrollo económico de la región y mejora la calidad de vida de los productores de kiwicha en Apurímac. Respecto a los demás proveedores de materias primas locales, el proyecto también beneficiará a quienes suministran los insumos necesarios para la producción de snacks. Estos incluyen proveedores de miel, arándanos, almendras, entre otros, quienes contarán con un incremento en la demanda de sus productos. Este aumento en la demanda generará mayores ingresos para los proveedores y fortalecerá las economías de los pequeños productores.

- Impacto en los consumidores

El proyecto también tiene un impacto positivo en la sociedad al introducir un snack saludable a base de kiwicha, un alimento rico en energía, proteínas, vitaminas y fibra. Este producto no solo contribuye a una alimentación equilibrada, sino que también promueve hábitos alimenticios saludables entre los consumidores. Al ofrecer un snack nutritivo, el proyecto contribuye a la salud y al bienestar de los consumidores.

2) Recomendaciones para mitigar el impacto ambiental

El proyecto se centra en el diseño operacional, sin embargo, se realizan las siguientes consideraciones ambientales para disminuir el impacto ambiental según la normativa colombiana:

- Consumo de recursos

El proceso productivo requiere de agua y energía para el correcto funcionamiento de la planta, en cuanto a la limpieza de equipos y materias primas. Para esto, se debe considerar la implementación de sistemas de recirculación de agua para disminuir su consumo, priorizando su uso en todas las etapas. Según el Decreto 3930 de 2010 [63], las aguas residuales producto de la actividad industrial deben ser tratadas adecuadamente (Art. 43) antes de mezclarse con aguas residuales domésticas mediante los plazos establecidos en la norma. También, se debería considerar la posibilidad de incorporar energías renovables para el funcionamiento del sistema, como paneles solares para la generación de energía eléctrica.

- Generación de Residuos

Aunque el sistema trata de generar la menor cantidad de residuos, mediante un adecuado aprovechamiento de los recursos, se necesita de un plan de gestión de residuos sólidos para la disposición de estos. En consecuencia, se debe buscar la clasificación de los residuos en tres categorías, según el Ministerio de Ambiente: aprovechables, no aprovechables y orgánicos aprovechables.

- Impacto en el entorno

Las principales fuentes de emisiones atmosféricas de la planta serán indirectas debido a que la producción utiliza energía eléctrica. Sin embargo, es innegable la presencia de procesos de combustión en el transporte de materias primas y productos terminados, para lo cual, se debería primar que los operadores logísticos cumplan con la normativa ambiental de regulación de las emisiones prevista en la Ley 1972 de 2019, la cual estipula la utilización de vehículos que cumplan con la norma Euro VI. Referente a la ubicación de la planta se primará una zona industrial para que el ruido y/o posibles olores generados no afecten a las personas. Sin embargo, se prevé que estos impactos serán mínimos, debido a que la actividad del sistema no es extractiva o que recurra a reacciones químicas severas que generen olores incómodos para el entorno.

J. Conclusiones

- El mercado colombiano está experimentando un crecimiento sostenido en el sector de snacks saludables, impulsado por la creciente conciencia de los consumidores sobre la salud, así como por la preferencia por alimentos más saludables. Este panorama representa una oportunidad estratégica para introducir productos diferenciados y satisfacer la demanda actual.
- La kiwicha se perfila como un ingrediente clave en el desarrollo de snacks saludables en Colombia, gracias a su alto valor nutricional, novedad en el mercado y la presencia de acuerdos bilaterales como el Acuerdo de la Alianza del Pacífico que facilitan su comercio al disminuir los costos asociados a su importación.
- El diseño del sistema de producción se ha orientado a la eficiencia operativa, teniendo en cuenta los KPI's establecidos: rendimiento de 48 millones de unidades y 87% de nivel de servicio, de acuerdo con los requerimientos del cliente. El establecimiento de un sistema MTS en el manejo de inventario y un sistema de producción por lotes, coadyuvaron a generar un sistema que dé respuesta efectiva al volumen de producción, minimizando los costos asociados del almacenamiento y asegurando un flujo continuo de la producción.
- Se identificó que la tecnología requerida para el sistema debe contar con un alto nivel de automatización, siendo principalmente de procedencia extranjera proporcionando la capacidad y fiabilidad esperada. Además, el sistema demanda 26 máquinas y 26 operarios para su correcto funcionamiento.
- La aplicación de modelos de teoría de colas permitió dimensionar los almacenamientos temporales generados en cada estación con el fin de asegurar un flujo continuo de producción lo que se tradujo en un tiempo de ciclo de 122 unidades/min para snacks bar y 20 unidades/min para bolitas y trocitos. Como resultado, el sistema garantiza que la producción requerida no excederá el tiempo anual laborable (312 días).
- El diseño de la planta busca facilitar el acceso, la circulación, el control de inventario y el aprovechamiento vertical del espacio, teniendo en cuenta la naturaleza perecedera de los productos. Como resultado se determinó un área de 3.024 m², que incluye un área operativa de 807 m², área de carga y descarga, oficinas, servicios higiénicos, entre otras áreas de servicio. Este diseño integral busca responder a futuras fluctuaciones o necesidades del mercado de snacks saludables.
- El análisis financiero demuestra que el sistema presenta viabilidad operativa con un beneficio de \$ 71.299.535.210. Los ingresos generados por las ventas de los diferentes productos superan ampliamente los costos operativos, siendo el costo de materia prima el de mayor impacto en los costos con un 75%.
- El presente proyecto permitió reconocer la naturaleza inherente del diseño en la ingeniería, que junto a la aplicación de conocimientos previos adquiridos a lo largo de la carrera y las habilidades individuales representó un desafío en la búsqueda de dar respuesta al planteamiento inicial. A través de un proceso iterativo se logró establecer el diseño de un sistema de producción que da respuesta a la demanda establecida y cumpla con los criterios de los grupos de interés, especialmente de los clientes. Siendo una experiencia enriquecedora que mostró la particularidad de los problemas de diseño y la necesidad del continuo aprendizaje.

K. Recomendaciones

- Evaluar la inclusión de nuevos cereales andinos (cañihua, maca, tarhui) y otros frutos secos como castañas, pistachos, macadamias, entre otros, en la creación de snacks saludables, con el objetivo de diversificar la oferta de productos. Es importante seleccionar aquellos ingredientes que, además de aportar beneficios nutricionales, se alineen con las necesidades y preferencias de los consumidores.
- Considerar una participación de 0,5% del mercado de snacks saludables en Colombia, debido a que es un producto nuevo que requiere de una operación más controlada. Al mismo tiempo, es fundamental realizar un análisis continuo de los niveles de demanda y tendencias del mercado para cada año.
- Considerar otras alternativas para evaluar la localización la planta.
- Se recomienda continuar con el proyecto ampliando el enfoque del análisis financiero, que incluya una evaluación de factores como rentabilidad, retorno de la inversión y sensibilidad ante cambios en los costos, lo que permitirá tener una visión más completa del proyecto.
- Se recomienda implementar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) que asegure el cumplimiento legal en materia ambiental e incluya adecuados sistemas de monitoreo para la gestión de residuos, el tratamiento de agua y calidad del aire. Para obtener las autorizaciones necesarias para la operación de la planta de producción y a futuro acceder a certificaciones internacionales ambientales, contribuyendo así a la sostenibilidad de la planta.

IV.GLOSARIO

Pseudocereal: Cereales con una estructura similar a la de los granos de cereales y la mayoría de los componentes de las semillas están cubiertos por el endospermo, la aleurona, la testa y la cáscara.

Enfermedades crónicas (ENT): Las enfermedades no transmisibles (o crónicas) son afecciones de larga duración con una progresión generalmente lenta.

Popeado: Ingrediente que ha sido inflado o expandido por calor.

Boleado: Acción de darle forma esférica o de bola a un material.

Troceado: Acción de cortar algo en trozos o pedazos más pequeños.

V.REFERENCIAS

- [1] OMS. (2019). La nutrición en la cobertura sanitaria universal [Nutrition in universal health coverage] (pp.1-20). Servicio de Producción de Documentos de la OMS. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331148>.
- [2] Ministerio de Salud, “Encuesta nacional de la situación nutricional”, Colombia, 2015.
- [3] Ministerio de Salud, “Documento guía ALIMENTACIÓN SALUDABLE”, Colombia, 2013.
- [4] Basulto J, Manera M, Baladia E, et al. “Definición y características de una alimentación saludable.”. Grupo de Revisión, Estudio y Posicionamiento de la Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas. Marzo de 2013 Disponible: http://fedn.es/docs/grep/docs/alimentacion_saludable.pdf.
- [5] Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. 2004; 2002:1-24.
- [6] NIQ. (2018, Ago 13). Análisis de 4 de cada 10 colombianos están cambiando a la versión saludable de su producto preferido. [En línea]. Disponible: <https://nielseniq.com/global/es/insights/analysis/2018/4-de-cada-10-colombianos-estan-cambiando-a-la-version-saludable-de-su-producto-preferido/>.
- [7] Edendred. (2021, Abr 21). Estudio de Edendred: COVID 19 cambia las tendencias de consumidores y restaurantes hacia una dieta más saludable. [En línea]. Disponible: <https://www.edendred.cl/usuarios/2021/04/21/seg%C3%BAAn-estudio-de-edendred-realizado-en-22-pa%C3%ADses-covid-19-cambia-las-tendencias-de-consumidores-y-restaurantes-hacia-una-dieta-m%C3%A1s-saludable>.
- [8] Asociación colombiana de informática, sistemas y tecnologías afines. (2022). Barómetro Edendred FOOD. [En línea]. Disponible: <https://acis.org.co/portal/content/noticiasdeinteres/el-78-de-los-colombianos-considera-que-la-pandemia-los-ha-hecho-ser-m%C3%A1s-conscientes-de-su#:~:text=El%20Bar%C3%B3metro%20Edendred%20FOOD%20es,para%20luchar%20contra%20la%20obesidad>.
- [9] Grupo Éxito. (2023, Abr 12). Estudio de Nielsen: Los alimentos saludables ocupan el 5,3% de la canasta familiar de los colombianos. [En línea]. Disponible: <https://www.grupoexito.com.co/es/noticias-grupo-exito/los-alimentos-saludables-ocupan-el-53-de-la-canasta-familiar-de-los-colombianos-segun-nielsen>.
- [10] Cámara del comercio de Cali, “Barrilla llena, corazón contento”, informe #130. [En línea]. Disponible: <https://www.ccc.org.co/inc/uploads/2021/12/Informe-130-Barriga-Llena-Corazo%CC%81n-Contento.pdf>, 2021.
- [11] Expert Market Research, “Mercado de Snacks Saludables en Colombia”, Claight Corporation. [En línea]. Disponible: <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-snacks-saludables-en-colombia, 2023>.
- [12] OMS. (2018). Alimentación sana. Disponible: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>.
- [13] A. Martinez-Lopez, M. C. Millan-Linares, N. M. Rodriguez-Martin, F. Millan, and S. Montserrat-de la Paz, “Nutraceutical value of kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.),” *Journal of Functional Foods*, vol. 65. Elsevier Ltd, Feb. 01, 2020. doi: 10.1016/j.jff.2019.103735.
- [14] MINAGRI. (2017). TABLASPERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034/tablas-peruanas-QR.pdf>.
- [15] Project Management Institute, *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*, ed. 7ma., Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute Inc., 2021, p. 10.
- [16] Euromonitor. (2024). [En línea]. Disponible en: <https://www.portal.euromonitor.com/Analysis/Tab>.
- [17] Alianza del Pacífico (2022), “Acceso a mercados” [en línea]. Disponible: <https://alianzapacifico.net/wp-content/uploads/2022/06/Sesion-Acceso-a-Mercados-de-Bienes.pdf>.
- [18] MINAGRI. (2015, Marzo). Lineamientos de política agraria [En línea]. Disponible: <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/p-agraria/lineamientos.pdf>.
- [19] Banco Mundial, “Perspectivas de la urbanización mundial, Población urbana (% del total) - Colombia”. Disponible: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=CO>.
- [20] INVIMA. (2013, Mar 26). Resolución Número 0000835 de 2013 [En línea]. Disponible: <https://www.invima.gov.co/sites/default/files/alimentos-y-bebidas-alcoholicas/2023-09/Resolucion%200835%20de%202013.pdf>.

- [21] Congreso de la república de Colombia. (30, jul. 2022). Ley 2120 de 2021 [En línea]. Disponible: <https://www.andi.com.co/Uploads/LEY%202120%20DEL%2030%20DE%20JULIO%20DE%202021.pdf>.
- [22] "State of snacking 2022 Global consumer snacking trends study," Mondelez International, Chicago, Illi., Estados Unidos, Rep. téc. 4., [En línea]. Disponible: https://www.mondelezinternational.com/assets/stateofsnacking/2022/2022_MDLZ_stateofsnacking_report_GLOBAL_EN.pdf.
- [23] " Manejo agronómico granos andinos prácticas de conservación de suelos, y perspectivas de granos andinos," Ministerio de agricultura y riego, Lima, Perú, Dic., 2018. [En línea]. Disponible: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1338558/Manejo%20Agron%20C3%B3mico%20de%20Granos%20Andinos.pdf>.
- [24] Ñaupari, J., Urbina, A., Quispe, G., Raymundo, C. (2021). Calculation of the Level of Service in the Gondola in Supermarkets. In: Russo, D., Ahram, T., Karwowski, W., Di Bucchianico, G., Taiar, R. (eds) Intelligent Human Systems Integration 2021. IHSI 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1322. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68017-6_116
- [25] J. B. Ayers and M. A. Odegaard, Retail Supply Chain Management. 2nd ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2017.
- [26] Puerto Multipropósito de Chancay impulsará la economía y su construcción generará 7500 empleos directos e indirectos (2022). [Internet]. Disponible: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/648926-puerto-multiproposito-de-chancay-impulsara-la-economia-y-su-construccion-generara-7500-empleos-directos-e-indirectos>.
- [27] "Tráfico portuario en la Comunidad Andina," Comunidad Andina, Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, Rep. téc. 2021, Nov. 8, 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.comunidadandina.org/DocOficialesFiles/DEstadisticos/SGDE955.pdf>.
- [28] MICIT (2023, Nov 11), "Perfil Alianza del Pacífico" [en línea]. Disponible: [https://www.mincit.gov.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=da538111-cef8-40a6-89ea-c88cc763470e#:~:text=IMPORTACIONES%202022&text=Petr%C3%B3leo%20crudo%20\(6%2C3%25\),%25\)%2C%20Corea%20\(1%2C680%25\)](https://www.mincit.gov.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=da538111-cef8-40a6-89ea-c88cc763470e#:~:text=IMPORTACIONES%202022&text=Petr%C3%B3leo%20crudo%20(6%2C3%25),%25)%2C%20Corea%20(1%2C680%25)).
- [29] Cámara de Comercio de Cali (2023, Jun 2), "Buenaventura: el Puerto de Colombia" [en línea]. Disponible: <https://www.ccc.org.co/inc/uploads/2023/06/Enfoque-Buenaventura-VF.pdf>.
- [30] G. Casale, "Producción de Barras de Cereales sin T.A.C.C.", Tesis, Universidad Nacional de Cuyo, San Rafael Mendoza, 2017. Disponible: https://siip2019-2021.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/8859/proyecto-final-casale-y-longhi.pdf.
- [31] E. Franco, L. Gonzáles. "Rediseño de una línea de producción para una empresa procesadora de barra de cereales", Tesis, Escuela Superior Politécnica de Litoral, 2018. Disponible: <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/46958/DCD88710.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [32] L. Iuliano, G. González, N. Casas, D. Moncayo, S. Cote, "Development of an organic quinoa bar with amaranth and chia", Food Sci. Technol, vol. 39, pp. 218–224, Jun. 2019, doi: 10.1590/fst.25517.
- [33] D. Morla et al., "Barra de cereal digestiva y nutritiva "Pita Fit", Tesis, Universidad San Ignacio de Loyola, 2020. Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.14005/10117>.
- [34] A. Yen Lin, C. Palacios. "Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de barras de cereal base de granola con arándanos (*Vaccinium corymbosum*) y fresas (*Fragaria*) deshidratados", Tesis, Universidad de Lima, Lima, 2020. Disponible: https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/12306/Li_Estudio-prefactibilidad-instalacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [35] C. Carrillo, Y. Mondragón, "Diseño de un snack en base de (pouteria lúcuma) y (chenopodium quinua) con relación a su aceptabilidad en Chimbote", Tesis, Universidad César Vallejo, Chimbote, 2020.
- [36] E. Choquehuayta, "Estudio de factibilidad para la implementación de una planta productora y comercialización de barra de cereal a base de rambután en Arequipa", Tesis, Universidad Católica San Pablo, Arequipa, 2021. Disponible: <https://repositorio.ucsp.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/8f9f3146-f937-4dba-9f3e-15e548e0ef82/content>.
- [37] C. Beraún, "Estudio de prefactibilidad de una planta productora y comercializadora de snacks saludables a base de higos en lima metropolitana", Tesis, Pontificia Universidad Católica de Perú, Lima, 2021.
- [38] A. Aliaga, "Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de un nuevo cereal pop nutritivo", Tesis, Universidad ESAN, Lima, 2022. Disponible: <https://repositorio.esan.edu.pe/server/api/core/bitstreams/de692abf-581e-4ea2-b87f-18a4b67ad08d/content>.
- [39] I. Castro, "Implementación de la línea de producción de granolas en una empresa de co-manufactura", Tesis, Universidad Autónoma del Estado de México, 2024. Disponible: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/139986>.

- [40] Congreso de la república de Colombia. (9, ene. 2007). Ley Número 1122 DE 2007 [En línea]. Disponible: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/ley-1122-de-2007.pdf>
- [41] Ministerio de comercio, industria y turismo (30, Dic. 2022). Decreto 1881 de 2021 [En línea]. Disponible: <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201881%20DEL%2030%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202021.pdf>.
- [42] Acuerdo Marco Alianza del Pacífico (06, Jun. 2012). [En línea]. Disponible: https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/alianza-del-pacifico/acuerdo_marco_alianza_del_pacifico_06_jun_2012_mejorado.pdf.
- [43] Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el Cultivo de Quinua, "Requisitos y Recomendaciones para la Aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para la Producción en el Cultivo de Quinua," Plataforma del Gobierno de Perú. Disponible: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/GUIA-BPA-QUINUA.pdf>.
- [44] J. Becerra, J. Moreyra. (2023,06). "Los granos andinos en el Perú", Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Lima, Perú. [En línea]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4769910/N.%C2%B0011%7C%20Los%20granos%20andinos%20en%20el%20Per%20C3%BA.pdf?v=1687898415#:~:text=En%20ese%20sentido%2C%20en%20el,cual%20ascend|i%C3%B3%20a%206746%20toneladas>.
- [45] "Apurímac: Síntesis de Actividad Económica," Banco Central de Reserva del Perú, Apurímac, Apurímac, Perú, Rep. téc. Dic., 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Cusco/2021/sintesis-apurimac-12-2021.pdf>.
- [46] "Apurímac: Síntesis de Actividad Económica," Banco Central de Reserva del Perú, Apurímac, Apurímac, Perú, Rep. téc. Dic., 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Cusco/2022/sintesis-apurimac-12-2022.pdf>.
- [47] "Apurímac: Síntesis de Actividad Económica," Banco Central de Reserva del Perú, Apurímac, Apurímac, Perú, Rep. téc. Dic., 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Cusco/2023/sintesis-apurimac-12-2023.pdf>.
- [48] "Cusco: Síntesis de Actividad Económica," Banco Central de Reserva del Perú, Cusco, Cusco, Perú, Rep. téc. Dic., 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Cusco/2021/sintesis-cusco-12-2021.pdf>.
- [49] "Cusco: Síntesis de Actividad Económica," Banco Central de Reserva del Perú, Cusco, Cusco, Perú, Rep. téc. Dic., 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Cusco/2022/presentacion-cusco-12-2022.pdf>.
- [50] "Cusco: Síntesis de Actividad Económica," Banco Central de Reserva del Perú, Cusco, Cusco, Perú, Rep. téc. Dic., 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Cusco/2023/sintesis-cusco-12-2023.pdf>.
- [51] "Arequipa: Síntesis de Actividad Económica," Banco Central de Reserva del Perú, Arequipa, Arequipa, Perú, Rep. téc. Dic., 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Arequipa/2021/sintesis-arequipa-12-2021.pdf>.
- [52] "Arequipa: Síntesis de Actividad Económica," Banco Central de Reserva del Perú, Arequipa, Arequipa, Perú, Rep. téc. Dic., 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Arequipa/2022/sintesis-arequipa-12-2022.pdf>.
- [53] "Arequipa: Síntesis de Actividad Económica," Banco Central de Reserva del Perú, Arequipa, Arequipa, Perú, Rep. téc. Dic., 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Arequipa/2023/sintesis-arequipa-12-2023.pdf>.
- [54] Asociación SUCO & Asociación ALLPA, Guía de facilitación del módulo de extensión Producción de Kiwicha Orgánica. Perú: 2020. p. 16. Disponible en: https://idmaperu.org/wp-content/uploads/2023/03/Guia_de_facilitacion_kiwicha.pdf.
- [55] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, (2019, Oct. 21). "Quinua, kiwicha y chía orgánica de Apurímac conquistan mercado francés". [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/59895-quinua-kiwicha-y-chia-organica-de-apurimac-conquistan-mercado-frances>.

- [56] Producers Market. "Cooperativa Agroindustrial Machupicchu". [En línea]. Disponible en: <https://producersmarket.com/organization/cooperativa-agroindustrial-machupicchu-adba1831-e585-457a-be31-f9b358564261>.
- [57] Parrotfy. "5 Empresas chilenas que han reducido sus costos con Make to Stock.". (2023, octubre). [En línea]. Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/5-empresas-chilenas-que-han-reducido-sus-costos-con-make-stock/>.
- [58] Castañeda, Contreras, "DESARROLLO DE UNA PROPUESTA PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA PARA LA EMPRESA COCA NASA", Fundación Universidad de América, Colombia, 2019.
- [59] LEY 1846 DE 2017, trabajo nocturno. [En línea]. Disponible en: [https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30032529#:~:text=Art%C3%ADculo%20160.&text=Trabajo%20diurno%20es%20el%20que,\(6%3A00%20a.%20m.\)](https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30032529#:~:text=Art%C3%ADculo%20160.&text=Trabajo%20diurno%20es%20el%20que,(6%3A00%20a.%20m.)).
- [60] A. Damodaran, «Damodaran online,» 2024. [En línea]. Disponible en: <https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>.
- [61] R. Muther, Distribución de planta, 2a ed.(edición). España: McGraw Hill Book Company, 1970. pp. 13-14.
- [62] "Economic Analysis ", notas de clase Proyecto de Diseño 2 (2835), Departamento de Ingeniería Civil e Industrial, Pontificia Universidad Javeriana Cali, 2024-2.
- [63] Ministerio del ambiente, vivienda y desarrollo territorial (25, Oct. 2010). Decreto 3930 de 2010 [En línea]. Disponible: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/02/decreto-3930-2010.pdf>.

VI.ANEXOS

Tabla LXVIII. Tabla de Anexos

No. Anexo	Nombre	Desarrollo	Tipo de Archivo
1	2024106 – Anexo 1. Cálculo de KPIs	Propio	Excel
2	2024106 – Anexo 2. Encuesta piloto sobre disposición a pagar	Propio	Word
3	2024106 – Anexo 3. Encuesta disposición a pagar	Propio	Word
4	2024106 – Anexo 4. Matriz AHP	Propio	Excel
5	2024106 – Anexo 5. Diagrama de Gantt	Propio	Microsoft Project
6	2024106 – Anexo 6. Proporciones de ingredientes	Propio	Excel
7	2024106 – Anexo 7. Cálculo de demanda y variaciones	Propio	Excel
8	2024106 – Anexo 8. Encuesta preferencia sabores	Propio	Word
9	2024106 – Anexo 9. Requerimientos MP y proveedores	Propio	Excel
10	2024106 – Anexo 10. Cálculo de costos unitarios e inventarios	Propio	Excel
11	2024106 – Anexo 11. Cálculo EPQ y capacidades	Propio	Excel
12	2024106 – Anexo 12. Diagramas de bloques de flujo de materiales	Propio	PDF
13	2024106 – Anexo 13. Teoría de cola y tiempo de ciclo	Propio	Excel
14	2024106 – Anexo 14. Warehouse	Propio	Excel
15	2024106 – Anexo 15. Evaluación Financiera	Propio	Excel
16	2024106 – Anexo 16. Topview de planta	Propio	DWG (Autocad)