

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA PARA  
EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CHIP DE  
GARBANZO DE LA EMPRESA VALUD FOODS. S.A  
EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2025

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR  
POR LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA  
INDUSTRIAL

ESTUDIANTE: GREIVIN BARRIENTOS SOTO

TUTOR: MBA. CARLOS CHAVARRIA HIDALGO

ALAJUELA, 2025.

# Carta Aprobación del Tutor

## CARTA DEL TUTOR

Heredia, 11 de julio de 2025

**Destinatario**  
**Carrera**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimado señor:

El estudiante Greivin Barrientos Soto, cédula de identidad número 1-1395-0983, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CHIP DE GARBANZO DE LA EMPRESA VALUD FOODS. S.A EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2025**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	15%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		93%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

CARLOS  
CHAVARRIA  
HIDALGO (FIRMA)

Firmado digitalmente por CARLOS  
CHAVARRIA HIDALGO (FIRMA)  
Fecha: 2025.07.11 08:06:04 -06'00'

**Nombre: Carlos Chavarría Hidalgo**  
**Cédula identidad N: 1-0754-0062**

# Carta aprobación lectora

## CARTA DE LECTOR

San José, 07 de setiembre 2025.

Universidad Hispanoamericana  
Sede Llorente  
Carrera Ingeniería Industrial

Estimada señor

El estudiante, Greivin Barrientos Soto cédula de identidad 1-3950983, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado, IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CHIP DE GARBANZO DE LA EMPRESA VALUD FOODS. S.A EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2025 para optar por el grado académico Licenciatura

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte. ALINA  
MARCELA  
CORDERO  
BRENES  
Firma (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
ALINA MARCELA  
CORDERO BRENES  
(FIRMA)  
Fecha: 2025.09.07  
21:15:01 -06'00'

**Nombre Alina Cordero Brenes**  
**Cédula 303610967**

## Declaración jurada

### DECLARACIÓN JURADA

Yo Greivin de Jesús Barrientos Soto, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 113950983 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CHIP DE GARBANZO DE LA EMPRESA VALUD FOODS. S.A EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2025, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 08 días del mes de Julio del año dos mil 25.

  
Firma del estudiante

Cédula: 113950983

## **Autorización de publicación CENIT**

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 18 de Setiembre, 2025

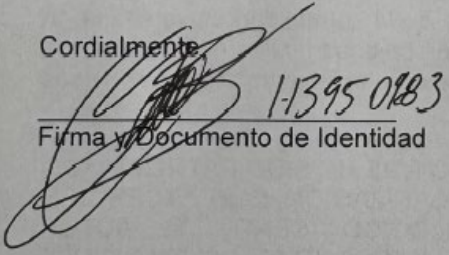
Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito Greivin Barrientos Soto\_ con número de identificación 113950983 autor (a) del trabajo de graduación titulado IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CHIP DE GARBANZO DE LA EMPRESA VALUD FOODS. S.A EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2025 presentado y aprobado en el año 2025 como requisito para optar por el título de Licenciatura; (SI) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente

  
Firma y Documento de Identidad

## Resumen Ejecutivo

Barrientos Soto, G. (2025). *Incrementar en al menos un 20% la capacidad de producción del chip de garbanzo en Valud Foods S.A. durante el primer cuatrimestre del 2025, mediante la aplicación de la metodología DMAIC, asegurando que la propuesta sea económicamente viable y permita responder a la creciente demanda del mercado.* [Proyecto de graduación para optar por la licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad Hispanoamericana]. Tutor: MBA. Carlos Chavarría Hidalgo.

Este proyecto se llevó a cabo en Valud Foods S.A., una pyme costarricense de alimentos saludables. Se identificaron como principales problemas la falta de estandarización, desconocimiento de la capacidad instalada y la concentración de tareas clave en una sola persona, lo que limitaba la escalabilidad operativa.

El objetivo fue proponer mejoras para incrementar la producción del chip de garbanzo mediante la metodología DMAIC. Durante la investigación se aplicaron herramientas como SIPOC, diagrama de flujo, toma de tiempos, Ishikawa y análisis de demanda. Se identificó un cuello de botella en la figura de la fundadora, con una eficiencia operativa global del 34,29 %.

Se propusieron dos soluciones: (1) redistribución de cargas entre operarias, y (2) automatización parcial con horno industrial. Tras el análisis financiero y técnico, se seleccionó la Propuesta 1 por su bajo costo de implementación, rápida aplicación, y alto impacto en la organización de tareas, lo que permite incrementar la capacidad sin alterar la infraestructura existente.

Se establecieron herramientas de control como matriz RACI y cronograma Gantt. El estudio concluye que la propuesta elegida mejora la productividad, la planificación operativa y la preparación de la empresa para futuras escalas de producción.

## Tabla de Contenidos

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	12
1.1 Descripción general del proyecto .....	12
1.2 Identificación de la organización.....	13
1.2.1 Descripción general de la organización.....	17
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa .....	20
1.3 Planteamiento del problema .....	22
1.3.1 Definición y medición del problema .....	22
1.3.2 Justificación del proyecto .....	23
1.4 Objetivos del proyecto.....	24
1.4.1 Objetivo General.....	24
1.4.2 Objetivos Específicos .....	25
1.5 Alcances y Limitaciones.....	25
1.5.1 Alcances.....	25
1.5.2 Limitaciones .....	26
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	27
2.1 Ingeniería Industrial en el sector alimentario: Marco conceptual de la carrera.....	27
5.1.1 Ingeniería Industrial Aplicada .....	27
5.1.2 Industria Alimentaria .....	28
5.1.3 Herramientas ingenieriles clave para Pymes .....	31
5.1.4 Transformación de la industria alimentaria de la mano de la tecnología .....	34
2.2 Metodología DMAIC: Marco conceptual del proyecto.....	35
5.1.5 2.2.1 DMAIC .....	35
2.3 Pymes en la Industria alimentaria: Marco conceptual del impacto.....	36
5.1.6 Impacto de las PYMES en la economía global y regional .....	36
2.4 Antecedentes de Investigación .....	38
5.1.7 Estado de la Situación PYMES en Costa Rica.....	38
5.1.8 Investigaciones Previas.....	39
5.1.9 Investigación del sector alimenticio con énfasis nutracéutico.....	41

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	42
3.1 Metodología para la definición del problema.....	42
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto.....	45
3.3 Metodología para la propuesta de mejora.....	47
3.4 Metodología para la implementación del proyecto .....	49
3.5 Metodología para la verificación, control y seguimiento de los resultados .....	51
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ.....	53
4.1 Análisis de la situación general de Valud Foods .....	53
4.1.1 Entrevista.....	53
5 Mapeo del Proceso.....	54
4.2 SIPOC en el proceso del chip del garbanzo .....	60
4.3 Tiempos de Ciclo.....	62
4.3.1 Tiempos de Ciclo.....	64
4.3.2 Capacidad Productiva.....	65
4.4 Diagrama de Ishikawa Capacidad de Producción .....	68
4.4.1 Enumeración de Causas del Diagrama de Ishikawa.....	71
4.5 Metodología 5 Porqués.....	73
4.6 Multivoto .....	74
4.6.1 Hallazgos del Multivoto .....	75
4.6.2 Síntesis del Multivoto.....	76
4.7 Análisis de la Demanda .....	77
4.8 Conclusiones generales del Capítulo IV: Análisis de Causas Raíz.....	83
4.8.1 Conclusiones Entrevista Propietaria.....	83
4.8.2 Conclusiones Diagrama de Flujo.....	84
4.8.3 Conclusiones SIPOC .....	84
4.8.4 Conclusiones Análisis de Tiempos .....	85
4.8.5 Conclusiones Ishikawa .....	85
4.8.6 Conclusiones del Análisis de los 5 Porqués.....	86
4.8.7 Conclusiones del Análisis por Multivoto.....	86
4.8.8 Conclusiones del Análisis de Demanda.....	87
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN .....	88

5.2	Panorama de Oportunidades para Valud Foods tras el análisis de causas raíz .....	88
5.3	Detalle de las Propuestas .....	89
5.4	Propuesta #1: Redistribución de Cargas .....	91
5.4.1	Beneficios de la Propuesta #1 .....	91
5.4.2	Retos de la Propuesta #1 .....	92
5.5	Propuesta #2: Redistribución de Cargas + Automatización Parcial del Proceso.....	98
5.5.1	Beneficios de la Propuesta #2.....	99
5.5.2	Retos de la Propuesta #2.....	101
5.5.4	Resultados de la distribución de cargas .....	104
5.5.5	Conclusiones de la Propuesta #2 .....	104
5.6	Aumento en la Producción con las Propuestas #1 y #2 .....	106
5.6.1	Análisis Comparativo de Productividad y Propuestas de Mejora .....	108
5.7	Análisis de Impacto y Resultados de cada propuesta .....	109
5.8	Análisis Financiero de las Propuestas .....	112
5.8.1	Detalle de Costos de la Propuesta #1.....	113
5.8.2	Detalle de Costos – Propuesta #2 .....	114
5.9	Análisis de Rentabilidad y Retorno de la Inversión .....	117
5.10	Tomando una Decisión: Propuesta Seleccionada .....	120
5.11	Control de la implementación.....	124
5.11.1	Matriz RACI.....	126
5.11.2	Diagrama Gantt.....	130
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		134
6.1	Conclusiones.....	134
6.2	Recomendaciones .....	135
CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA.....		137
CAPÍTULO VIII: ANEXOS Anexo 1 Toma de Tiempos.....		139

## Índice de Tablas

Tabla 1 Resumen del proceso: Definir.....	44
Tabla 2 Resumen del proceso: Medir .....	46
Tabla 3 Resumen del proceso: Analizar.....	48
Tabla 4 Resumen del proceso: Implementar / Proponer.....	50
Tabla 5 Resumen del proceso: Controlar.....	52
Tabla 6 Detalle de la situación actual del proceso de producción del chip de garbanzo.....	57
Tabla 7 SIPOC Análisis Proceso Chip de Garbanzo .....	61
Tabla 8 Tiempos de Ciclo .....	64
Tabla 9 Capacidad Productiva .....	65
Tabla 10 Capacidad Productiva Mensual en cantidad de Paquetes de Chips.....	67
Tabla 11 Resultados Multivoto.....	75
Tabla 12 Análisis de la Demanda Actual Valud Foods.....	78
Tabla 13 Comparativa de las Propuestas .....	89
Tabla 14 Tiempos de Ciclo Tareas Redistribuidas.....	94
Tabla 15 Nueva Capacidad Productiva Tareas Redistribuidas .....	95
Tabla 16 Tiempos de Ciclo Tareas Redistribuidas + Actualización Parcial (Horno) .....	103
Tabla 17 Capacidad Productiva Tareas Redistribuidas + Actualización Parcial (Horno) .....	104
Tabla 18 Comparativa de Producción Real vs Propuestas 1 y 2 .....	107
Tabla 19 Impacto de las Mejoras en las Causas Detectadas.....	110
Tabla 20 Detalle de Costos de la Propuesta #1 vs Propuesta #2 .....	116
Tabla 21 Costos Capacitación del Personal.....	116
Tabla 22 Otros Costos Asociados.....	117
Tabla 23 TIR Y VAN Propuesta #1.....	117

Tabla 24 TIR Y VAN Propuesta #2.....	119
Tabla 25 Ponderación de Factores .....	121
Tabla 26 Matriz RACI – Implementación de la Reorganización de Tareas .....	126
Tabla 27 Diagrama Gantt Implementación.....	132

## Índice de Figuras

Figura 1 Planta Productiva de Valud Foods.....	13
Figura 2 Sitio web de Valud Foods.....	14
Figura 3 Diversidad de productos Valud Foods.....	15
Figura 4 Información nutricional sobre los chips de garbanzo .....	16
Figura 5 Cara frontal del empaque comercial de los chips de garbanzo .....	16
Figura 6 Propietaria Valud Foods .....	18
Figura 7 Estructura jerárquica de Valud Foods .....	18
Figura 8 Promocional Redes Sociales presencia Automercado.....	19
Figura 9 Promocional Web de Valud Foods en Automercado .....	21
Figura 10 Diagrama de Flujo del Proceso del Chip de Garbanzo .....	59
Figura 11 Bandejas de Enfriado del Proceso del Chip de Garbanzo .....	56
Figura 13 Diagrama de Ishikawa.....	70
Figura 14 Stand Valud Foods en Ferias de Emprendedores .....	81
Figura 15 Feria MYPIME Valud Foods .....	82
Figura 16 Star Holman and Ultra-Max Commercial Conveyor Ovens .....	98

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

## **1.1 Descripción general del proyecto**

La industria alimentaria enfrenta importantes desafíos en un mercado cada vez más conectado, especialmente con la creciente demanda de productos saludables y sostenibles. En este sentido, las pequeñas y medianas empresas se ven en la obligación de adaptarse y optimizar sus procesos para seguir siendo competitivas.

Este proyecto se centra en la línea de producción del chip de garbanzo, un producto de alta comercialización que representa una oportunidad clave para la empresa Valud Foods, S.A. La propuesta de mejora surge de la necesidad de abordar problemáticas que afectan la productividad y la capacidad de expansión de esta.

La falta de herramientas ingenieriles adecuadas, desconocimiento de la capacidad de producción y sistemas de control eficientes, han limitado la capacidad de la empresa para tomar decisiones productivas y estratégicas basadas en información, por ejemplo, asumir nuevos puntos de distribución.

Este proyecto se desarrolla dentro de la línea de investigación de la Escuela de Ingeniería Industrial, que se enfoca en la optimización de procesos y la mejora continua de procesos de producción mediante la implementación de la metodología DMAIC.

Los datos relevantes para este proyecto incluyen el análisis del diagrama flujo de proceso actual de producción del chip, la medición de los tiempos de producción, el análisis de capacidad productiva y demanda, las causa raíces de los problemas actuales de productividad, entre otros. Como resultado se presentarán propuestas de implementación mejora que

favorezcan a Valud Foods, S.A en primera instancia, pero que puedan servir como referencia para otras pequeñas empresas.

## 1.2 Identificación de la organización

El proyecto se desarrollará en la empresa Valud Foods S.A., una pyme de origen familiar, 100% costarricense, identificada con el número 84480. Fundada en 2023, su misión es ofrecer alternativas innovadoras en productos alimenticios, priorizando opciones más saludables.

Su enfoque se basa en la nutrición personalizada, con productos ricos en proteínas, bajos en grasa, sin azúcar añadida, reducidos en sodio, aptos para veganos y con propiedades nutraceuticas. Con una pequeña planta de producción ubicada en Barrial de Heredia, el principal punto de exposición de la marca es el sitio web, algunos distribuidores autorizados y ferias de emprendedores.

**Figura 1 Planta Productiva de Valud Foods**



*Fuente: Fotografía proporcionada por Valud Foods*

Figura 2 Sitio web de Valud Foods



*Fuente Portal de Compras Valud Foods. S.A.*

Los productos elaborados en esta empresa son los siguientes:

- Barra de proteína sabor choco almendras y maní.
- Barra de proteína sabor banano.
- Chips de garbanzo.
- Snack garbanzo barbacoa, chile picante o chocolate.
- Galleta de garbanzo con chips de chocolate.

**Figura 3 Diversidad de productos Valud Foods**



*Fuente: Fotografía proporcionada por Valud Foods*

Este análisis se centrará en el chip de garbanzo, el cual se elabora a partir de harina de garbanzo y otros ingredientes como aceite de girasol, almidón de yuca, pasta de tomate, albahaca en hojuelas, cebolla en polvo, ajo en polvo y paprika.

La información nutricional del producto se detalla en la imagen 4, donde se especifican los nutrientes que contiene, con un tamaño de porción de 35 gramos, según lo indicado en su empaque comercial.

El precio de venta es de CRC 3015 colones y el costo de producción CRC 1980 colones.

**Figura 4 Información nutricional sobre los chips de garbanzo**

Información Nutricional / Nutrition Facts		
<b>Tamaño de Porción / Serving Size: 35 g</b>		
<b>Porciones por empaque / Servings per container: 4.5</b>		
<b>Energía Total / Total Energy:</b>	<b>554 kJ (135 kcal)</b>	
% Valores diarios VRN*		
<b>Grasa total / Total Fat</b>	<b>7 g</b>	<b>8%</b>
Grasa saturada / Saturated fat	<1 g	3%
Grasa monoinsaturada / Monounsaturated fat	4.2 g	-
Grasa poliinsaturada / Polyunsaturated fat	2.8 g	-
Grasas trans / Trans fat	0 g	-
<b>Colesterol / Cholesterol</b>	<b>0 mg</b>	<b>0%</b>
<b>Sodio / Sodium</b>	<b>236 mg</b>	<b>10%</b>
<b>Proteína / Protein</b>	<b>5 g</b>	<b>10%</b>
<b>Carbohidratos / Carbohydrates</b>	<b>16.2 g</b>	<b>6%</b>
Fibra / Fiber	3 g	10%
Azúcares / Sugar	<1 g	-
Azúcares añadidos / Added sugar	0 g	0%
Vitamin D / Vitamin D	0 mg	0%
Hierro / Iron	1 mg	6%
Calcio / Calcium	11 mg	1%
Potasio / Potassium	201 mg	4%

El % de valor diario (VD) le indica cuanto de un nutriente contribuye a una porción de alimento de la dieta diaria de 2,000 calorías por día se considera recomendación general. / The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in serving food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice. Fuente/Source: FDA

*Fuente Portafolio Empresarial Valud Foods. S.A.*

**Figura 5 Cara frontal del empaque comercial de los chips de garbanzo**



*Fuente Portafolio Empresarial Valud Foods. S.A.*

### 1.2.1 Descripción general de la organización

Valud Foods S.A. se diferencia por vender productos a base de harina de garbanzo, lo que los convierte en una opción ideal y accesible para personas con condiciones alimentarias, como la intolerancia al gluten.

- La **misión** de la empresa es ofrecer alimentos de calidad, con un mejor perfil nutricional a la población costarricense a través de una producción innovadora por medio de un marco integrado brindando bienestar a sus colaboradores, proveedores y clientes.
- La **visión** es ser empresa líder en Costa Rica y en la región de producción de alimentos innovadores con enfoque a las necesidades y tendencias de la población, brindando variedad de productos sostenibles y de alta calidad.

La pyme Valud Foods es, en la actualidad, una muy pequeña empresa familiar compuesta por la fundadora y propietaria, la madre de esta y una operaria de apoyo básico.

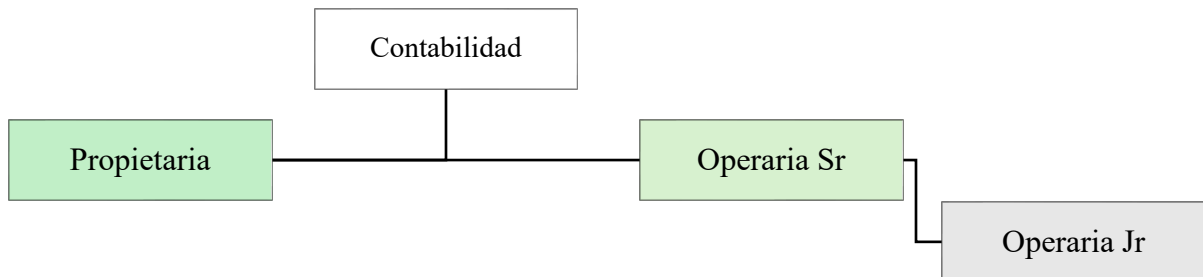
Por lo tanto, la empresa se encuentra en una buena posición para avanzar al futuro con las propuestas que se presentan en este proyecto.

**Figura 6 Propietaria Valud Foods**



*Fuente: Fotografía proporcionada por Valud Foods*

**Figura 7 Estructura jerárquica de Valud Foods**



*Fuente: Elaboración propia.*

La empresa está conformada por gerencia y producción, esto porque la misma propietaria es quien lleva toda el área administrativa ejecutando tareas como: administración, mercadeo, gestión estratégica y productiva, entre otros. Cuenta con apoyo externo para el área contable, y dos operarias con diferentes grados de especialización en el producto.

El equipo trabaja 3 días a la semana, lo que representa un total de 6,5 h por día. Esto se definió por la informalidad inicial del proyecto y el estado prematuro del emprendimiento.

Aunque todo el portafolio de Valud Foods S.A. es pertinente para el mercado actual debido a su enfoque en productos alimenticios saludables, el proyecto se centrará en el chip de garbanzo, que ha logrado posicionarse en uno de los supermercados más alineados con el público objetivo en Costa Rica, específicamente en Automercado.

#### **Figura 8 Promocional Redes Sociales presencia Automercado**



*Fuente: Redes Sociales Valud Foods*

El proceso productivo que realiza la empresa es completo, va desde la preparación de la masa, que luego es cocinada en un horno industrial. Una vez moldeada con las mediciones específicas, se le da la forma del chip.

Seguidamente, se desprende el producto del molde, es revisado y si la inspección es correcta, se procede a empacar y sellar en bolsas de 160 gramos. Para así terminar disponible a la venta en el punto de distribución o mediante el sitio web de la pyme.

### **1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa**

La empresa nació en 2023 como un proyecto universitario en la Universidad de Costa Rica, impulsada por la pasión y creatividad de su fundadora que buscaba ofrecer productos innovadores. Desde sus primeros pasos, el proyecto destacó por su enfoque en la nutrición y el bienestar, lo que le permitió recibir diversos reconocimientos y menciones, así como un presupuesto para arrancar sus operaciones.

Aunque su origen es académico, la idea comenzó a tomar forma en una pequeña empresa familiar, con una estructura flexible que le permitió adaptarse rápidamente al mercado.

A medida que la empresa fue creciendo, uno de sus mayores logros, como ya se mencionó, fue lograr colocar el chip de garbanzo, en Automercado, un supermercado que se caracteriza por atender a un público de alto poder adquisitivo y con el perfil de consumidor ideal para Valud Foods, S.A.

**Figura 9 Promocional Web de Valud Foods en Automercado**



*Fuente Portafolio Empresarial Valud Foods. S.A.*

Este hito marcó un antes y un después, ya que pasaron de producir en promedio **50 paquetes de chip por mes**, para ferias o pedidos, a generar una producción mensual de casi **450 paquetes de chips**, de manera sostenida en el último semestre. Cada lote consta de 13 paquetes de chip de garbanzo, y la empresa produce 3 lotes por día, por tres días a la semana. Más adelante se mostrará el detalle productivo mensual.

La empresa continúa siendo una pyme familiar, pero su crecimiento ha sido notable. A pesar de su tamaño, recientemente logró contratar a su primera operaria, externa a la familia, un reflejo de la expansión que ha tenido en cuanto a operaciones.

La producción se diversificó, y hoy en día ofrece una variedad de productos que incluyen barras de proteína en diferentes sabores (choco almendras, maní y banano), chips y snacks de garbanzo en diferentes presentaciones como: barbacoa, chile picante, chocolate, así como galletas de garbanzo con chips de chocolate, todos con un alto perfil nutricional.

## **1.3 Planteamiento del problema**

### **1.3.1 Definición y medición del problema**

Como PYME, Valud Foods, S.A. se enfrenta al desafío que representa el potencial mercado local para su desarrollo y crecimiento, pero la capacidad productiva y toma de decisiones para incursionar en nuevos mercados de un emprendimiento es limitada, por las herramientas a su disposición.

Esta situación se ve agravada por la falta de sistemas de gestión de datos y análisis, lo que se traduce en reto para enfrentar su futuro comercial. Este conjunto de situaciones se manifiesta en diversas áreas y procesos que son cruciales en el desarrollo y sostenibilidad del emprendimiento, por ejemplo: Valud Foods no tiene certeza acerca de su capacidad de respuesta ante el mercado, lo que imposibilita la planificación de los recursos y la toma de decisiones en esta materia.

Y esto, a su vez, implica sobrecostos y el uso ineficiente de la infraestructura de la que ya dispone. Una vez que hayan resuelto dicho problema, podrán aumentar su capacidad productiva y su proyección de la demanda.

Son problemas más o menos difíciles de resolver cuyo proceso puede llevar entre tres y cinco meses, en función del grado de mantenimiento de los sistemas y los procesos de la compañía y de lo reacia que sea la organización para cambiar.

La pyme debe considerar factores clave del sector, como la producción, y manipulación de materias primas. Esto resulta vital no solo para mantener la calidad del producto final, también para no infringir en alguno de los factores regulatorios o normativos que afecten la reputación del emprendimiento.

### **1.3.2 Justificación del proyecto**

Tomar medidas en los asuntos detallados anteriormente puede representar una cuestión de gran importancia económica para la empresa Valud Foods, S.A. La compañía no será capaz de afrontar la creciente demanda de productos con estas características, el chip de garbanzo, si no mejora sus procesos. Esto puede llevar a la pérdida de contratos y oportunidades de negocio, afectando directamente los ingresos.

Los aportes de este proyecto incluyen la mejora en la toma de decisiones estratégicas, el aumento de la productividad y un conocimiento óptimo de sus operaciones en términos de producción lo que en última instancia contribuirá al crecimiento sostenible de la organización y al suministro de alimentos de calidad.

Los primeros beneficiarios de los resultados del proyecto serán Valud Foods y su fundadora, su equipo de trabajo que experimentará un ambiente de trabajo más eficiente y ordenado, lo que podría aumentar su satisfacción laboral.

También, los distribuidores también se beneficiarán, ya que una mejora en la producción puede traducirse en una mayor demanda, fortaleciendo así la relación comercial entre ambas partes.

A futuro estas mejoras, puede repercutir en la creación de nuevos empleos a través del crecimiento de esta empresa, e impactar positivamente al consumidor final que requiere de productos como el chip de garbanzo en una mayor cantidad de establecimientos.

Este proyecto tiene como objetivo resolver problemas relacionados al potencial de crecimiento así que, al aplicar mejoras, la empresa podrá aumentar su rentabilidad, lo que la hará más atractiva para posibles inversionistas.

La aplicación de la metodología DMAIC y herramientas ingenieriles no solo beneficiará la línea de producción del chip de garbanzo, sino que también puede servir como un modelo para otras líneas de productos dentro de la empresa, generando un efecto multiplicador en la mejora continua y la innovación en los procesos productivos.

## **1.4 Objetivos del proyecto**

### **1.4.1 Objetivo General**

Incrementar en al menos un 20% la capacidad de producción del chip de garbanzo en Valud Foods S.A. durante el primer cuatrimestre del 2025, mediante la aplicación de la metodología DMAIC, asegurando que la propuesta sea económicamente viable y permita responder a la creciente demanda del mercado.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

1. **Definir** de inicio a fin el flujo de procesos, para documentar todo lo conlleva la elaboración del chip de garbanzo en la empresa Valud Foods S.A.
2. **Medir** los tiempos de ciclo de los procesos del chip de garbanzo, para cuantificar la capacidad productiva y tasas de utilización actuales.
3. **Analizar** las principales causas que imposibilitan a la capacidad actual para expandirse a nuevos mercados y satisfacer nueva demanda.
4. **Proponer** alternativas para el conocimiento y aumento de la capacidad de Valud Foods S.A. en la elaboración del chip de garbanzo
5. **Controlar** la implementación de las alternativas propuestas.

## 1.5 Alcances y Limitaciones

### 1.5.1 Alcances

Utilizando la metodología DMAIC, este proyecto pretende comprender la forma de incrementar la producción del chip de garbanzo en la empresa de Valud Foods S.A.

Estudiando el proceso en cadena que va desde la recepción de la materia prima hasta el producto acabado, se detallará sobre cada etapa tratando de mejorar la eficiencia.

A ello también le seguirá tomar y analizar los tiempos de ciclo y la utilización de los recursos para poder ver cuál es la capacidad actual; se utiliza un proceso de toma de decisiones en base a los hechos.

Con dicho diagnóstico se estudiarán las principales restricciones de producción y se encontrarán soluciones para maximizar el rendimiento del proceso. Llevarán a cabo una serie de cambios y mejoras destinados a acortar tiempos y a hacer el máximo uso posible de los recursos a su alcance. Por último, hay que poner en práctica unos procesos de control que aseguren la sostenibilidad de las mejoras realizadas, para que la empresa pueda adaptarse a los requerimientos del mercado de forma efectiva y sostenida.

### **1.5.2 Limitaciones**

Por un lado, están las limitaciones intrínsecas relacionadas con la infraestructura actual de Valud Foods S.A., los recursos financieros para mejorarla y la resistencia de los trabajadores a los cambios realizados en el proceso de producción.

De igual manera, la eficacia en la recopilación e interpretación de datos también podría limitar las posibles soluciones debido a la consistencia de la producción o a la fluctuación de la demanda del mercado, al tratarse de una pequeña empresa familiar. Adicional al ejercicio académico, el grado de éxito dependerá de los costos de las propuestas, los cambios que pudieran sufrir en el mercado, así como las oportunidades de expansión, etc. Sin embargo, la DMAIC debería ser capaz de reducir estas variables y maximizar las soluciones adecuadas para la pyme.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Ingeniería Industrial en el sector alimentario: Marco conceptual de la carrera**

Desde la macro a la micro perspectiva, el presente capítulo mostrará los principios teóricos y metodológicos fundamentales para llevar adelante este estudio, así como las diferentes herramientas y técnicas que son usadas en la ingeniería industrial para optimizar el funcionamiento de los procesos.

Más específicamente, el fin de este apartado es crear una base teórica necesaria para fundamentar las decisiones y las estrategias planteadas en este proyecto. A su vez, se considerará el contexto de la industria alimentaria desde la perspectiva de las pequeñas y medianas empresas donde se aplicará este proyecto y sus desafíos y limitaciones actuales.

Todo esto permitirá comprender el marco en el cual se realizarán las intervenciones propuestas.

#### **5.1.1 Ingeniería Industrial Aplicada**

La ingeniería industrial juega un papel esencial en la industria alimentaria para garantizar la eficiencia, seguridad y calidad de los alimentos. Desde la selección de materias primas hasta la distribución, se utilizan diversas herramientas ingenieriles para abordar desafíos complejos y satisfacer un mercado exigente.

A su vez la industria alimentaria es crítica y expansiva a nivel mundial, y su funcionamiento óptimo depende de los controles ingenieriles que facilitan la producción, procesamiento y distribución de alimentos.

Un enfoque importante para mejorar estos procesos en particular, es Lean Manufacturing, una metodología basada en la optimización de la producción a través de la mejora continua y el uso eficiente de los recursos. Rajadell Carreras, M. (2021). *Lean manufacturing: Herramientas para producir mejor*. Editorial UOC, proporciona una guía detallada de estrategias productivas y toma en cuenta herramientas ingenieriles que se explicarán más adelante en este capítulo.

Las mismas, pueden implementarse en la industria alimentaria para reducir desperdicios, mejorar la calidad y asegurar un completo seguimiento de los productos.

Además de mejorar la productividad, implementar estos principios en la industria alimentaria robustece el nivel y la calidad de los alimentos, cumpliendo con las demandas de un mercado cada vez más exigente.

Referencia. Rajadell Carreras, M. (2021). *Lean manufacturing: Herramientas para producir mejor*. Editorial UOC.

### **5.1.2 Industria Alimentaria**

Este es un sector económico de vital importancia, que se dedica a transformar materias primas de origen vegetal y animal en alimentos destinados al consumo humano. Por consiguiente, el curso lógico de esta transformación es alimentación primaria y secundaria a comercialización y venta. De esta manera, la industria alimentaria es uno de los sectores más importantes en la vida humana, ya que satisface la necesidad básica de las personas, la alimentación.

El sector es responsable de producir, procesar, distribuir y vender alimentos y bebidas tanto para consumo humano como para el consumo de animales. Abarca desde alimentos básicos como cereales y frutas hasta alimentos procesados, incluyendo golosinas y todo tipo de bebidas.

La contribución económica del sector alimentario es evidente, es uno de los sectores globales más grandes y prósperos, que crea millones de puestos de trabajo en todo el mundo y aporta una parte significativa del PIB en muchos países. Además, está interconectado con otras industrias, como la agricultura, la ganadería, la pesca y la logística.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2021). Sistemas agroalimentarios del siglo XXI: Una mirada desde América Latina. FAO. La industria alimentaria tiene una amplia diversidad de productos, procesos y diferenciadores, por ejemplo:

**Complejidad:** Los procesos de producción de alimentos son extremadamente complicados y requieren conocimientos multidisciplinarios, como química, microbiología, ingeniería y nutrición.

**Regulación:** La producción y comercialización de alimentos son fuertemente reguladas para garantizar la seguridad alimentaria y los derechos del consumidor.

**Innovación:** La industria es altamente dinámica y cambia permanentemente debido a los desarrollos tecnológicos y las nuevas tendencias del mercado.

**Sostenibilidad:** Existe un cambio de enfoque hacia prácticas sostenibles en todos los sectores, y la industria alimentaria es incluida en este proceso. Aborda prácticas que minimizan el impacto medioambiental y abogan por el uso responsable de recursos naturales.

**Competencia:** La industria alimentaria es altamente competitiva, ya que hay innumerables compañías que ofrecen productos similares al mismo grupo demográfico. Como resultado, la única forma de mantenerse operativo es ser competitivo, lo que implica mejora continua y adaptación al mercado.

Referencia. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2021). *Sistemas agroalimentarios del siglo XXI: Una mirada desde América Latina*. FAO.

Asimismo, la industria enfrenta además de estos retos, una transformación sin precedentes a través de la tecnología, tal como Beatriz Romanos refleja en su libro Romanos, B. (2022). *Foodtech: La gran revolución de la industria alimentaria*. Lid Editorial, la automatización, la inteligencia artificial y la montaña de datos que proporciona el big data están optimizando procesos de producción cada vez más sofisticados.

La innovación, por ejemplo, impulsa la creación de nuevos productos, desde proteínas alternativas hasta carne cultivada en laboratorio, respondiendo a las exigencias del mercado y la necesidad de diferenciación en un entorno competitivo.

A su vez, la sostenibilidad se ve favorecida por soluciones que reducen el desperdicio alimentario, optimizan el uso de recursos naturales y promueven envases biodegradables.

### 5.1.3 Herramientas ingenieriles clave para Pymes

La selección adecuada de herramientas ingenieriles es crucial para las pymes, dado sus diversos requerimientos de levantamiento de información. En Niebel, B. (2020). *Ingeniería industrial* (12.ª ed.). McGraw-Hill, se destacan herramientas fundamentales para mejorar procesos y eficiencia operativa, que no requieren grandes bases de datos o información previa.

Por ejemplo, el "Estudio de tiempos" ayuda a determinar el tiempo estándar para realizar tareas específicas, facilitando la planificación y asignación de recursos. Demostrando que una herramienta ingenieril puede ser accesible y adaptarse a empresas que inician su camino en la documentación y registros.

Algunas de las herramientas ingenieriles accesibles que darán soporte a este proyecto son:

**Entrevista:** Es un método cualitativo de recopilación de información que implica interactuar directamente con las personas involucradas en el proceso en estudio. Son útiles para obtener una comprensión detallada de las operaciones y percepciones de quienes participan en ellas.

**Observación Directa:** Es una estrategia de recolección de datos en la que un investigador observa directamente las actividades dentro del proceso o sistema. La observación puede ayudar a descubrir los flujos de trabajo, los cuellos de botella y cualquier ineficiencia subyacente que no sea evidente con otros métodos.

**Diagrama de flujo:** Es una herramienta gráfica que ilustra la secuencia de pasos o actividades en un proceso dado, mostrando el orden y las interacciones entre las etapas individuales. Es fundamental para la visualización y comprensión de la dinámica y puede ayudar a identificar las oportunidades de mejora.

**Toma de tiempos:** Es un método de medición utilizado para determinar la cantidad de tiempo necesario para completar la ejecución de una o varias tareas. Es crítico en el análisis de la eficiencia de la ejecución y puede ayudar a identificar la variabilidad en los tiempos.

**Tiempo de Ciclo:** Es el tiempo total transcurrido desde el inicio del trabajo hasta el final de un proceso. Es crítico para la evaluación de la eficiencia y puede ser utilizado para calcular los tiempos de espera, los tiempos de inactividad y otros aspectos de la producción.

**Diagrama Ishikawa (Causa y Efecto):** Es una herramienta de análisis utilizada para identificar y visualizar las posibles causas de un problema o un fenómeno. El diagrama ayuda a organizar las causas en categorías (por ejemplo, personas, procesos, equipos, materiales, etc.), y hace que sea más fácil ver las áreas críticas en los procesos.

**Metodología del “5 porqués”:** Es una técnica de resolución de problemas que implica hacer una serie de preguntas de Por qué para profundizar en la causa raíz debajo del problema. La metodología evita las soluciones rápidas bajo la guía de los problemas y se utiliza generalmente en la resolución de problemas complejos.

**SIPOC:** Es un diagrama que permite mapear los cinco componentes clave de un proceso, siendo los proveedores, los insumos, las actividades de proceso, los productos/resultados, y

los clientes. Le es útil para la fase inicial de análisis de procesos para obtener una visión clara y general de las interacciones de la actividad de proceso.

**Análisis Costo-Beneficio:** Es una evaluación que toma los costos relacionados con una acción o decisión y los compara con los beneficios resultantes de esa acción posterior. El análisis ayuda a decidir si una inversión o mejora de un proceso de incurre para el resultado económico.

**Matriz RACI:** Es una herramienta utilizada para definir los roles y responsabilidades de un proyecto o proceso específico. R-responsable, A-probador, C-consultado e “I-nformado. Es usada para asegurar que todas las personas involucradas en el proceso comprenden su deber y responsabilidad dentro de la metodología.

**Manual de procedimiento detallado:** Es un documento que especifica la acción, instrucciones, y las políticas que son pasos por seguir para que un proceso sea eficaz y estandarizado. Ofrece la seguridad de que todas las actividades se realizan en la misma forma y sigue siendo una referencia para los trabajadores.

**Análisis de Capacidad Productiva.** Capacidad de producción pertenece a una técnica, a menudo implementada para medir la eficacia de producción de una planta o cualquier sistema, por medio de identificar los caminos que son muy limitados o presentan un cuello de botella. Con la ayuda de esta herramienta, es mucho más fácil para los gerentes optimizar la producción, obtener tiempos de inactividad bajos y asegurarse de que los recursos disponibles sean usados de la mejor manera.

Referencia. Niebel, B. (2020). *Ingeniería industrial* (12.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.

#### 5.1.4 Transformación de la industria alimentaria de la mano de la tecnología

En las últimas décadas, la digitalización y automatización han transformado la industria, mejorando el control y la eficiencia de los procesos. La automatización reduce errores humanos, aumenta la velocidad de producción y permite un control preciso de las condiciones de procesamiento.

Para optimizar sus operaciones, las pequeñas y medianas empresas deben recopilar datos y estandarizar procesos, lo que facilitará la implementación de sistemas automatizados en el futuro. Según el libro Socconini Pérez, L., Busom Rodríguez, M., & otros. (2024).

*Inteligencia artificial y cadena de suministro*. Marge Books, se espera que en 2025 las empresas que adopten estrategias de inteligencia artificial superen a sus competidores, mejorando operaciones y satisfacción del cliente. Esto podría impactar en proyectos como el de Valud Foods, que necesita recopilar datos de producción valiosos para adaptarse ágilmente a las tendencias del mercado.

La documentación de procesos y registros de producción es crucial para los emprendimientos, destacando ejemplos como la gestión eficiente del inventario, la automatización y control de calidad, la optimización logística y la sostenibilidad. En resumen, la inteligencia artificial y la tecnología en la cadena de suministro alimentaria permiten procesos más eficientes, seguros y rentables, mejorando la competitividad del sector.

Referencia. Socconini Pérez, L., Busom Rodríguez, M., & otros. (2024). *Inteligencia artificial y cadena de suministro*. Marge Books.

## 2.2 Metodología DMAIC: Marco conceptual del proyecto

### 5.1.5 2.2.1 DMAIC

DMAIC es la abreviatura de las cinco fases de la metodología de gestión de procesos y mejora continua comúnmente asociada a Six Sigma. Estas etapas ofrecen una estructura lógica para reducir las variaciones y los defectos en los productos o servicios.

Por lo tanto, en la fase de **Definición**, se identifica un problema específico, se establecen los objetivos del proyecto y se determinan las necesidades de los clientes. Luego, en la etapa de **Medición**, los datos relevantes recopilados ayudan a evaluar cuán bien el proceso está funcionando actualmente y establecer una línea de base.

A su vez, durante la fase de **Análisis** se investigan las posibles razones detrás de los problemas. El diagrama de Ishikawa y el SIPOC suelen ser las herramientas utilizadas, junto con métodos estadísticos o fórmulas específicas.

En la etapa de **Mejora**, las soluciones a los problemas detectados y medidas por los equipos de expertos se implementan utilizando los puntos fuertes del proceso. En la fase de **Control**, el trabajo de los equipos se lleva a cabo bajo la constante supervisión de los líderes, de la mano de herramientas que los acompañen.

Un libro relevante que trata esta metodología de enfoque es George, M. L., Rowlands, D. T., Price, M., & Maxey, J. (2021). *The Lean Six Sigma pocket toolbox*. McGraw-Hill Education.

El mismo, explica cómo a parte de estas cinco etapas, la metodología se basa en tres principios para mantener la mejora en el tiempo.

Primero, las actividades necesitan enfocarse en lo que los clientes ansían y en la eliminación de variabilidad de las etapas, ya que estas son la causa de errores. Segundo, la calidad de los procesos necesita medirse en base a las estadísticas, de forma que las empresas sean capaces de identificar las desviaciones y cuantificarlas.

Tercero, la dirección de alto nivel necesita dar el visto bueno definitivo para consolidar las mejoras. Desde la implementación de actividades de manufactura, Lean Six Sigma y DMAIC desempeñan un papel significativo en la mejora de la cadena de valor de inicio a fin.

Referencia. George, M. L., Rowlands, D. T., Price, M., & Maxey, J. (2021). *The Lean Six Sigma pocket toolbox*. McGraw-Hill Education.

## **2.3 Pymes en la Industria alimentaria: Marco conceptual del impacto**

### **5.1.6 Impacto de las PYMES en la economía global y regional**

Las pequeñas y medianas empresas son organizaciones que se caracterizan por tener un número limitado de empleados y un volumen de ventas moderado en comparación con las grandes corporaciones. Estas empresas desempeñan un papel fundamental en la economía del mundo, gracias su significativa contribución al empleo y la innovación.

Sin embargo, considerando el contexto de Valud Foods y el presente estudio, una propuesta disruptiva y más acertada sobre este segmento es presentada en el libro Araque, P. (2024).

*Emprender con calma*. Editorial Conecta, que aboga por un enfoque más inclusivo y sostenible del emprendimiento, cuestionando el modelo tradicional basado en la hiperproductividad y la competencia.

Destaca también, que las pymes se distinguen por su flexibilidad y capacidad de respuesta, lo que les permite ofrecer productos y servicios personalizados dirigidos a nichos de mercado específicos. Además, su estructura organizativa más plana y procesos de toma de decisiones ágiles facilitan la implementación de cambios y la adopción de nuevas tecnologías.

A pesar de los desafíos que enfrentan, como el acceso limitado al financiamiento y la competencia con grandes empresas, las PYMES son un motor crucial para el crecimiento económico y la creación de empleo a nivel mundial.

Referencia. Araque, P. (2024). *Emprender con calma*. Editorial Conecta.

### **2.3.1 Impacto de las PYMES en la industria alimentaria**

Las PYMES son una parte integral de la industria alimentaria y representan un porcentaje significativo del mercado, ya que ofrecen una variedad de productos que van desde fuentes básicas de nutrición hasta productos procesados y muy especializados que se sirven en nuestras mesas.

Las pequeñas empresas tienen la ventaja de poder innovar y reorganizarse rápidamente, lo que las convierte en un facilitador clave del crecimiento y la diversificación del sector alimentario. Al ser más ágil, las PYMES pueden reaccionar de manera más oportuna a los cambios en la demanda del mercado en comparación con los gigantes de la industria.

Además, muchas pymes están especializadas en la producción de alimentos locales y sostenibles, lo que las ayuda a llegar a los consumidores que buscan productos frescos y de alta calidad. También, se pueden encontrar los productos antioxidantes y funcionales que combinan la nutrición con farmacología, prestando a través de la comida o sus ingredientes, beneficios para la salud.

Estos productos nutritivos son vitaminas, minerales, probióticos y prebióticos e ingredientes bioactivos que evitan aparición de enfermedades.

En el presente estudio Valud Foods, utiliza esta característica como ventaja competitiva y hace uso los alimentos funcionales y nutraceuticos como parte de su estrategia de ventas. Este tipo de productos se describen en el libro Mingo, J. M. (2010). *Alimentos funcionales: Aproximación a una nueva alimentación*. Editorial Díaz de Santos, el cual, además, menciona varias razones por la que los nutraceuticos llegaron a ser populares en la industria alimentaria, por ejemplo: el envejecimiento de la población, la mayor conciencia sobre la prevención de enfermedades crónicas y consumidores cada vez más informados sobre la importancia de una alimentación saludable.

Por lo que la demanda se orienta hacia productos personalizados, sostenibles y con ingredientes naturales, destacando su funcionalidad para abordar problemas de salud como el estrés, digestión. el sueño y la inmunidad.

Referencia. Mingo, J. M. (2010). *Alimentos funcionales: Aproximación a una nueva alimentación*. Editorial Díaz de Santos.

## **2.4 Antecedentes de Investigación**

### **5.1.7 Estado de la Situación PYMES en Costa Rica**

El Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) ha promovido la creación de incubadoras y aceleradoras de empresas para facilitar la innovación y el crecimiento de las pymes. En el ámbito de las exportaciones, muchas pequeñas y medianas empresas se han beneficiado del Tratado de Libre Comercio (TLC) con diferentes países, lo que les ha permitido expandir sus mercados y aumentar su visibilidad internacional.

Sin embargo, las pymes en Costa Rica también enfrentan desafíos significativos, como el acceso limitado a financiamiento, la falta de capacitación en gestión empresarial y la competencia extranjera. A pesar de estos obstáculos, el entorno emprendedor en Costa Rica sigue siendo favorable para el desarrollo de nuevas ideas y modelos de negocio.

La creciente demanda de productos sostenibles y de alta calidad ofrece un mercado potencialmente lucrativo para estas empresas.

### **5.1.8 Investigaciones Previas**

La investigación en este campo se ha enfocado principalmente en dos temas que han sido mencionados anteriormente en este estudio, pero que vale la pena mencionar por su relevancia en el contexto económico y geográfico del presente caso, los cuales son productos saludables y el impacto de la tecnología.

Por un lado, tenemos, el informe CAF – Banco de Desarrollo de América Latina. (2022). *Las Pymes en Costa Rica*, que muestra una visión general de la economía de estas empresas en el país. Así, los autores exploran los desafíos que enfrentan, las oportunidades abiertas y los

programas establecidos disponibles para ayudar a crecer y uno de los puntos clave que menciona el texto es la evolución de la industria alimentaria, y como está cada vez pone más énfasis en la salud y el bienestar de los consumidores.

Referencia. CAF – Banco de Desarrollo de América Latina. (2022). *Las Pymes en Costa Rica*.

Recuperado de

[https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/2132/CAF\\_PYMES\\_COSTARICA.pdf](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/2132/CAF_PYMES_COSTARICA.pdf)

Por otra parte también, las investigaciones previas mencionan que las pymes en el sector alimentario son un motor de cambio constante, y su transformación está influenciada por la digitalización y las nuevas tecnologías. Puntualmente el libro Bartesaghi, I., & Weck, W. (Eds.). (2022). *Los efectos de la digitalización, inteligencia artificial, Big Data e industria 4.0 en el trabajo de las PYMES en Latinoamérica*. Fundación Konrad Adenauer & Universidad Católica del Uruguay, analiza cómo estas innovaciones están redefiniendo la producción, el empleo y la competitividad en la región, con un enfoque particular en Costa Rica por las oportunidades de inversión en este tipo de proyectos.

Además, el impacto ambiental de estas tecnologías también es un tema central. La implementación de soluciones tecnológicas puede ayudar a las pymes a adoptar prácticas más sostenibles, reducir su huella de carbono y alinearse con la tendencia global hacia una economía más verde.

Referencia. Bartesaghi, I., & Weck, W. (Eds.). (2022). *Los efectos de la digitalización, inteligencia artificial, Big Data e industria 4.0 en el trabajo de las PYMES en Latinoamérica*. Fundación Konrad Adenauer & Universidad Católica del Uruguay.

ISBN: 978-9962-732-12-9

### 5.1.9 Investigación del sector alimenticio con énfasis nutracéutico

Para finalizar, en el sector específico de los nutracéuticos, el artículo más reciente encontrado es Obando Ulloa, J., Mora Molina, J., Torres Portuguez, S., & Arguedas Gamboa, P. (2020). Desarrollo de productos nutracéuticos para el aseguramiento de la calidad de vida. *Revista Ventana*, 14(1), 29–31. Instituto Tecnológico de Costa Rica, el cuál explora la creación de productos saludables utilizando nutrientes presentes en cultivos costarricenses.

Este enfoque no solo resalta la riqueza de la biodiversidad agrícola del país, sino que también demuestra la capacidad de las PYMES locales para innovar y adaptarse a las demandas del mercado.

Referencia. Obando Ulloa, J., Mora Molina, J., Torres Portuguez, S., & Arguedas Gamboa, P. (2020). *Desarrollo de productos nutracéuticos para el aseguramiento de la calidad de vida*. *Revista Ventana*, 14(1), 29–31. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Recuperado de <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/ventana/article/view/5454>

La tendencia en la preferencia de los consumidores por productos con beneficios añadidos para la salud ha fomentado a los productores a invertir en investigación y desarrollo de formulaciones que contengan ingredientes bioactivos, como lo son los antioxidantes, la fibra y los probióticos.

Esta tendencia también ha sido ampliada por un aumento en la conciencia de salud y nutrición por parte de los consumidores, lo cual representa una oportunidad relevante para la inversión de pymes en el ámbito de alimentos, debido a la capacidad de estas empresas para desarrollar

productos más cercanos a las expectativas de los consumidores, como lo son las opciones orgánicas y libres de aditivos.

En resumen, en la combinación de ciencia, tecnología e innovación radica la capacidad para desarrollar nuevos productos y soluciones que permitan una alimentación más adecuada y sostenible.

Este modelo de negocio permitirá en Costa Rica y la región beneficiarios a los consumidores, propiciar crecimiento económico y fomentar la sostenibilidad ambiental, a través de práctica agrícolas responsables y el uso de fuentes locales.

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 Metodología para la definición del problema**

La metodología DMAIC ha sido preferida para mejorar este proceso porque es flexible en su enfoque para adaptarse a las necesidades en constante cambio, de una pyme en crecimiento. Esto hace de DMAIC la mejor opción para asegurarse de que la empresa ha asentado bases sólidas que garantizarán sostenibilidad en el mercado.

Al elegir DMAIC, Valud Foods fomentará una cultura en la que los problemas se irán resolviendo y mejorando de forma constante. Además, la empresa así estaría preparándose para los desafíos del presente y configurando su comportamiento para adaptarse a las cambiantes realidades del mercado y a las futuras preferencias de los consumidores.

La elección de la metodología DMAIC, en lugar de otras metodologías, es debido a su enfoque estructurado y centrado en herramientas con resultados medibles y accionables, pero alineadas a la etapa de crecimiento Valud Foods.

En esta sección se aborda la entrevista, la observación y la preparación de un diagrama de flujo. Los objetivos y desafíos principales de la empresa quedarán claros cuando la dueña describa en la **entrevista**, sus procesos y métodos, y se pueden relacionar con los puntos fuertes del enfoque DMAIC para atajar problemas muy concretos dentro de sus procesos de producción.

Además, la **observación directa** y las visitas a la planta permitirán obtener una visión realista de los procesos actuales y detectar variabilidades que deberán ser abordadas de manera sistemática, dando como resultado un **diagrama de flujo** formal del proceso.

**Tabla 1 Resumen del proceso: Definir**

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
<b>Definir</b> de inicio a fin el flujo de proceso, para documentar todo lo conlleva la elaboración del chip de garbanzo Valud Foods S.A.	1. Entrevistar a la propietaria 2. Visitar la planta en repetidas ocasiones 3. Estudiar el proceso del chip de garbanzo (en tiempo real) 4. Mapear formalmente el proceso de producción del chip de garbanzo en un diagrama de flujo	1. Entrevista 2. Observación Directa 3. Diagrama de flujo	<p>La entrevista tiene como objetivo principal conocer los dolores del proceso que la propietaria detecta.</p> <p>La observación directa permite mapear el flujo de proceso de inicio a fin en las condiciones actuales, y más posibles dolores de este.</p> <p>Mapear el proceso es clave para dar punto de partida al estudio.</p>	3 semanas para visitar la planta y obtener varias observaciones que permitan definir el estándar del proceso.  1 semana realizar el diagrama de flujo.	Fundadora:  Coordinación de producción y cocción.  Operaria Sr.  Mezclas e ingredientes parcialmente.  Operaria Jr.  Moldes y Empaquetado parcialmente.  Investigador  Mapeo del proceso.

*Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamérica.*

## 3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

En lo que respecta a la metodología de recopilación de datos, se basará en un enfoque cuantitativo de datos que implica la recopilación a través de observaciones directas y registros de medición. Los datos recopilados serán procesados y analizados a través de Microsoft Excel que permitirá la realización de análisis descriptivos.

Esto proporcionará una base numérica sobre la que se identificará a los respectivos factores subyacentes del problema a abordar, así como evaluar las mejoras implementadas.

Se medirán variables clave sobre el problema a abordar, como: Datos de producción, tiempos de ciclo, y los recursos disponibles, en términos de la maquinaria disponible, el personal, entre otros.

El plan de recolección de datos incluirá:

1. **Fase de preparación de la información:** Definición de variables, diseño de instrumentos de recolección y capacitación del personal de apoyo.
2. **Fase de recolección en planta:** Observaciones y recopilación de registros de producción durante un período determinado, cuyos datos se ingresarán en Excel.
3. **Fase de análisis por parte del investigador:** Procesamiento de datos utilizando Excel y generación de informes para evaluar el estado actual de la producción y los recursos.

**Tabla 2 Resumen del proceso: Medir**

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
<p><b>Medir</b> los tiempos de ciclo de los procesos del chip de garbanzo, para cuantificar la capacidad productiva y tasas de utilización actuales.</p>	<p>1. Realizar las mediciones de tiempos de ciclo</p> <p>2. Estandarización de los datos</p> <p>3. Comparar los tiempos de ciclo medidos, calcular la capacidad de producción actual y las tasas de utilización de los recursos.</p>	<p>1. Plantilla en Excel para medir tiempos.</p> <p>2. Trabajo de Campo para medir tiempos</p> <p>3. Fórmula de cálculo de capacidad.</p> <p><b>Tasa de utilización</b> =                      Capacidad del sistema /                      Capacidad máxima productiva</p> <p><b>Capacidad Productiva</b> = 1 /                      Tiempo de Ciclo</p>	<p>Medir utilizando cronómetros para registrar el tiempo que toma cada etapa del proceso de producción.</p> <p>Realizar múltiples mediciones para obtener un promedio representativo.</p>	<p>5 semanas para tomar una muestra estadística confiable, recolectar los datos, aplicar las fórmulas y comparar los resultados.</p>	<p>Fundadora:                      Coordinación del proceso.</p> <p>Operaria Sr y                      Operaria Jr</p> <p>Trabajo con normalidad.</p> <p>Investigador                      Mediciones</p>

Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamericana

### **3.3 Metodología para la propuesta de mejora**

El diagrama de Ishikawa es una herramienta valiosa para definir y analizar las causas raíz de un problema recursivamente. En cuanto al presente análisis, es necesario utilizarlo para examinar las limitaciones productivas de Valud Foods.

Esta herramienta provoca la participación activa de miembros participantes, permitiendo así varias opiniones sobre las razones del problema, y al verlo desde áreas puntuales permite fácilmente ordenar y estructurar las ideas.

Por último, mediante la representación visual se puede compilar la relación existente entre las causas y el problema central en estudio. Después de encontrar todas las causas, es necesario seleccionar las que tengan un impacto más significativo en el análisis del presente proyecto.

Finalmente, el análisis de las causas raíz involucra la exploración de las principales causas utilizando la herramienta en las técnicas adicionales, como el método “cinco porqués”, para encontrar el trasfondo, así como aplicar la herramienta SIPOC para complementar el panorama completo de la organización.

**Tabla 3 Resumen del proceso: Analizar**

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
<b>Analizar</b> las principales causas que imposibilitan a la capacidad actual para expandirse a nuevos mercados y satisfacer nueva demanda.	1. Dibujar el Diagrama de Ishikawa	Diagrama de Ishikawa	Reunir al equipo para identificar y anotar posibles causas bajo cada categoría en el diagrama.	2 semanas con máximo 2 visitas a la planta para validar la participación de todo el equipo.	Fundadora, Operaria Sr y Operaria Jr.
	2. Mapear la "espina" principal y líneas diagonales para las "espinas" secundarias que correspondan a las categorías de causas (personas, procesos, materiales, maquinaria, entorno)	Metodología de los "5 porqués" SIPOC Análisis de Demanda Multivoto	Elaborar un SICOP y los 5 porqués para comprender las causas a profundidad y priorizarlas.  Analizar las causas recopiladas, priorizar aquellas que tienen el mayor impacto en la capacidad de producción.		- Votación - Comentarios  Investigador  Análisis, coordinación y recopilación de todas las herramientas, comentarios y votación.
	3. Priorizar Causas				

*Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamericana*

### 3.4 Metodología para la implementación del proyecto

Durante la etapa de propuesta, se sostuvo una conversación directa con la propietaria de Valud Foods, con el objetivo de generar un espacio de retroalimentación y captación de ideas orientadas a la mejora del proceso productivo.

El propósito principal era **repasar las alternativas propuestas por el investigador** y examinar si había alguna nueva que pudiera ofrecer formas sobre cómo aumentar la productividad. De su discusión se extrajeron algunas ideas acerca de la forma en que podrían acelerarse las diferentes etapas del proceso de producción, y dichas ideas se someterían a un estudio pormenorizado.

Esto incluirá, entre otros asuntos, un análisis de los costes frente a los beneficios de cada propuesta. También se evaluará en qué medida alcanza cada opción para corregir el problema que hay bajo la superficie, y para asegurar que las soluciones sean creativas y factibles.

La propietaria especificó claramente durante la charla que ahora mismo no se encontraba en situación de efectuar grandes inversiones, y por tanto no le interesaban propuestas que planteasen una automatización costosa o la adopción de alguna solución difícil de implementar, pero destacó que sería bueno documentarla para el futuro.

Su enfoque está orientado a mejoras prácticas, accesibles y de bajo costo, que puedan ejecutarse con los recursos actuales del negocio. Esta limitación económica se tomará en cuenta como un criterio clave durante la evaluación de las propuestas, priorizando aquellas alternativas que representen un impacto positivo sin requerir grandes desembolsos.

**Tabla 4 Resumen del proceso: Implementar / Proponer**

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
<b>Proponer</b> alternativas para el aumento de la capacidad de Valud Foods S.A. en la elaboración del chip de garbanzo.	1. Análisis comparativo de las propuestas.	Análisis detallado de implementación.  Análisis VAN/TIR	Propuestas incluyan criterios de evaluación como viabilidad económica, capacidad de resolución de problemas y beneficios esperados.	4 semanas para plantear las propuestas	Fundadora:  Participación y criterio técnico.
	2. Detalle ampliado de implementación de cada una de ellas.	Reunión con la fundadora para presentación de propuestas.	Recopilación del feedback sobre las propuestas que más se ajustan a la empresa.	2 días de reunión con la propietaria.	Investigador
	3. Análisis Financiero de las propuestas	Ponderación de factores.		2 semanas para evaluar propuestas, medir impacto, etc.	Propuestas y análisis respectivos.
	4. Ponderación de factores para selección de la propuesta.				

*Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamericana*

### **3.5 Metodología para la verificación, control y seguimiento de los resultados**

Este segmento cumplirá con el propósito de asegurar que las propuestas de mejora tengan trazabilidad y métodos de control. Por lo tanto, permitirá a la organización modificar y perfeccionar sus operaciones siempre que sea necesario.

A la vez, la sección demostrará una matriz RACI, que asignará roles y responsabilidades a los miembros del equipo en cuanto al monitoreo. Además, garantizará una comprensión general de lo que se hará y de cómo se asignarán las tareas, lo que implica una rendición de cuentas contundente.

Utilizando la matriz RACI, todos los miembros del equipo recibirán tareas específicas.

Este segmento también se proporcionará a la organización un procedimiento detallado del chip de garbanzo. A través de este procedimiento, todos los involucrados realizarán el trabajo asignado y cumplirán con sus roles según las pautas predefinidas.

La combinación de un diagrama de flujo ilustrado y una matriz RACI y procedimiento permitirán que se implementen las propuestas de mejora y se controle adecuadamente su rendimiento.

**Tabla 5 Resumen del proceso: Controlar**

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
<b>Controlar</b> la implementación de las alternativas propuestas.	<p>1. Elaborar una matriz RACI (Responsable, Aprobador, Consultado, Informado)</p> <p>2. Diagrama de Gantt para la implementación.</p>	<p>Matriz RACI</p> <p>Gantt</p>	<p>Proporcionar una matriz RACI y un Gantt detallado del proceso de producción del chip de garbanzo, que servirán como una guía clara sobre cada etapa del proceso, asegurando que todos los involucrados tengan acceso a la información necesaria para llevar a cabo sus tareas de manera efectiva.</p>	<p>Entre 2 y 3 semanas para preparar los controles, matriz y Gantt.</p> <p>2 sesiones con la propietaria y equipo para capacitación.</p>	<p>Fundadora: Coordinación de producción y cocción</p> <p>Operaria Sr Operaria Jr Investigador</p> <p>Creación de los controles</p> <p>Entrega herramientas a Valud Foods.</p>

*Fuente: Escuela Ingeniería Industrial Universidad Hispanoamericana*

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ

### 4.1 Análisis de la situación general de Valud Foods

#### 4.1.1 Entrevista

La entrevista con la propietaria de Valud Foods permitió identificar limitaciones críticas en el proceso de producción. Uno de los principales hallazgos fue la **ausencia de estandarización**, lo que genera dependencia del conocimiento tácito de la fundadora y dificulta la capacitación de nuevo personal. Esta condición reduce la eficacia de las tareas repetibles y ocasiona variabilidad en la calidad del producto final.

También se evidenció la **falta de documentación formal** (manuales de procesos y registros productivos), lo que limita la capacidad de la empresa para evaluar y mejorar su desempeño. Esta carencia se refleja en deficiencias de planificación, con tiempos muertos frecuentes y pérdidas de materia prima.

La entrevista señaló, además, que la **capacidad instalada actual restringe el crecimiento comercial**. A pesar de recibir en promedio cinco invitaciones mensuales para participar en ferias de emprendedores, la empresa ha declinado por la imposibilidad de garantizar volúmenes adicionales de producción.

Otro aspecto identificado fue la **escasa explotación de herramientas digitales** (redes sociales y página web), lo que reduce la visibilidad de la marca y limita la estrategia de ventas.

Finalmente, se resaltó la necesidad de **implementar metodologías de gestión y control** que permitan medir y analizar datos productivos, con el fin de tomar decisiones fundamentadas sobre niveles de producción y crecimiento. Este hallazgo valida la pertinencia de aplicar

herramientas como medición de tiempos de ciclo, SIPOC, Ishikawa y 5 Porqués para identificar causas raíz y diseñar propuestas de mejora.

## **5 Mapeo del Proceso**

El proceso productivo consta de varias etapas secuenciales que permiten la elaboración del producto final. El mapeo de proceso evidenció que el flujo incluye 6 actividades principales, con un tiempo total de ciclo de 156,35 minutos por lote. Se inicia con la preparación de los ingredientes y la mezcla de la masa, seguido por el moldeado, horneado, enfriado, empaque y distribución.

### **1. Pesado de Ingredientes**

Se realiza el pesaje de los ingredientes principales para garantizar que las proporciones sean correctas y constantes en cada lote de producción. Este paso es crucial para mantener la calidad y textura del producto final.

### **2. Mezclado de Ingredientes**

El mezclado se realiza en una batidora industrial, además se realiza en varias etapas para asegurar una distribución homogénea de los componentes:

**Mezclado 1:** Se combinan harina y almidón para formar la base del producto. **Mezclado 2:** Se agregan las especias al primer mezclado para desarrollar el perfil de sabor. **Mezclado 3:** Se incorpora aceite al segundo mezclado, asegurando una mejor integración de los ingredientes secos y húmedos. **Mezclado 4:** Se añade agua y pasta de tomate, dando la consistencia final a la masa.

### **3. Verificación del Mezclado**

Se revisa que la masa tenga la textura y consistencia adecuada. Si no cumple con los estándares de calidad, el proceso se repite hasta lograr el mezclado correcto.

### **4. Moldeado**

La masa se moldea en la forma específica del producto mediante equipos diseñados para dar la estructura adecuada antes del horneado, manualmente se toma el producto y se coloca en bandejas de aluminio.

### **5. Horneado**

El producto moldeado se somete a un proceso de cocción en horno industrial de gas Venancio, modo convección, asegurando que adquiera la textura, sabor y crocancia deseados. La persona responsable debe abrir el horno e inspeccionar visualmente el producto para determinar si cocción adecuada, esto sucede múltiples veces en este proceso.

### **6. Enfriado**

Después del horneado, el producto debe pasar por un proceso de enfriado para estabilizar su estructura y evitar condensación en el empaque.

### **7. Empaque**

El producto ya enfriado se inspecciona visualmente y se procede a su empaque en bolsas de 160 gramos. El sellado se realiza para garantizar la frescura y evitar contaminación. En este proceso también se marca la bolsa con su respectiva fecha de caducidad

**8. Distribución:** Los productos empacados se almacenan temporalmente antes de ser enviados a los puntos de distribución, trasladados a ferias o vendidos a través del sitio web de la empresa.

**Figura 10 Bandejas de Enfriado del Proceso del Chip de Garbanzo**



*Fuente: Fotografía autorizada del proceso\**

*El proceso por indicaciones de la propietaria no fue posible de documentarlo cuadro a cuadro.*

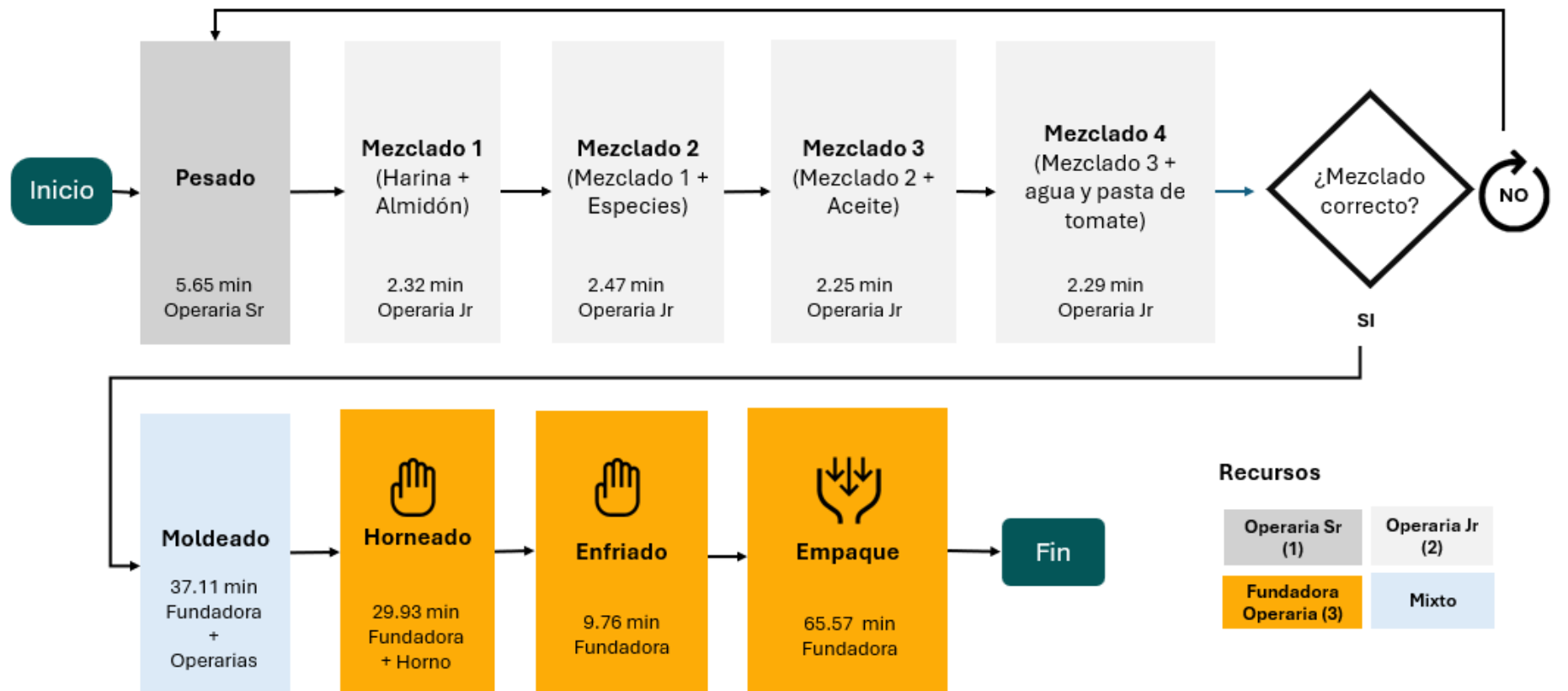
**Tabla 6 Detalle de la situación actual del proceso de producción del chip de garbanzo**

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Objetivo técnico</b>	<b>Recursos / Equipos</b>	<b>Responsable</b>	<b>Control de calidad / Riesgo</b>
1	Pesado de ingredientes	Garantizar proporciones constantes para mantener calidad y textura.	Balanza medianamente profesional, recipientes de acero inoxidable.	Operaria Sr	Verificación del peso según receta estándar. <b>(única documentación disponible).</b>
2	Mezclado de ingredientes	Obtener masa homogénea con perfil sensorial definido.	Batidora, espátulas.	Operaria Jr	Textura uniforme en cada subetapa. Mezclado 1: harina + almidón. Mezclado 2: adición de especias. Mezclado 3: incorporación de aceite. Mezclado 4: adición de agua y pasta de tomate.
3	Verificación del mezclado	Asegurar que la masa cumple con la consistencia y estándares requeridos.	Herramientas de inspección visual, prueba manual.	Fundadora	Si la textura no cumple, se reitera el mezclado <b>En las visitas se detectaron reprocesos en 13 días productivos.</b>

4	Moldeado	Dar la forma específica antes del horneado.	Moldeadora manual, bandejas de aluminio.	Fundadora + Operarias	Inspección visual de uniformidad de forma y peso por unidad.  <b>Proceso lento y minucioso.</b>
5	Horneado	Alcanzar la cocción, textura crujiente y sabor adecuados.	Horno industrial a gas Venancio (modo convección).	Fundadora	Apertura y revisión periódica del producto durante la cocción.  <b>Proceso lento y minucioso.</b>
6	Enfriado	Estabilizar estructura y evitar condensación en el empaque.	Bandejas metálicas, área ventilada.	Operaria Sr	Verificación de temperatura de producto antes de empaque.  <b>Variabilidad</b>
7	Empaque	Proteger el producto, garantizar frescura y trazabilidad.	Selladora térmica, bolsas 160 g, etiquetas de caducidad.	Fundadora	Inspección visual, sellado hermético y verificación de fecha de caducidad.  <b>Proceso lento y minucioso.</b>
8	Distribución	Garantizar entrega oportuna a diferentes canales de venta.	Área de almacenamiento temporal, transporte.	Operarias	Control de inventario y registros de despacho.  <b>Documentación mínima o nula.</b>

*Fuente. Elaboración propia | El proceso de toma de muestras se llevó a cabo desde el lunes 6 de enero de 2025 hasta el miércoles 26 de febrero 2025, abarcando un total de 24 días productivos, de estos 13 tuvieron reprocesos por mezclado.*

Figura 11 Diagrama de Flujo del Proceso del Chip de Garbanzo



**Recursos**

Operaria Sr (1)	Operaria Jr (2)
Fundadora Operaria (3)	Mixto

Fuente: Elaboración Propia

**Símbolos** Espera Cuello de Botella Reproceso

## **4.2 SIPOC en el proceso del chip del garbanzo**

El uso del SIPOC es clave ya que brinda una visión completa del flujo insumo–producto, evidenciando puntos de control en proveedores, procesos y clientes. De esta manera, se convierte en la base para priorizar mejoras y alinear la producción con la demanda.

**Tabla 7 SIPOC Análisis Proceso Chip de Garbanzo**

Objetivo del proceso:		Análisis del Proceso de Garbanzo		Dueño del proceso:	
S		I		O	
Suppliers		Inputs		Outputs	
		P		C	
		Process		Customers	
Proveedores de ingredientes, materiales de empaque y electricidad/gas para hornear	Materia prima (vegetales, harinas, especias, etc)	1. Recibir pedido	Chips de garbanzo horneados listos para consumo	Consumidores finales	
Equipo de cocina	Herramientas de cocina tales como horno, maquina moldeadora, bandejas.	2. Pesar ingredientes	Producto empacado y etiquetado	Tiendas minoristas (clientes personales, ferias)	
Clientes	Pedido del cliente (Directa: en participación en ferias de emprendedores y por contrato con Automercado.)	3. Mezclado de ingredientes		Distribuidores mayoristas	
		4. Moldeado			
		5. Horneado			
		6. Enfriado			
		7. Pesado y Empacado			
		8. Distribución			
		<b>Recursos</b>			
		Operarios			
		Maquinas			
		Pedidos			
		Materia Prima			

Fuente: Elaboración propia

\*El SIPOC permitió definir 5 proveedores clave y 4 salidas principales, estableciendo la relación insumo-producto de manera cuantificada.

### **4.3 Tiempos de Ciclo**

#### **Metodología Toma de Muestras:**

El proceso de toma de muestras se llevó a cabo desde el lunes 6 de enero de 2025 hasta el miércoles 26 de febrero 2025, abarcando un total de 24 días productivos. Durante este período, se procedió a tomar las respectivas muestras de los tiempos de ciclo de producción de cada subproceso, con el objetivo de establecer un tiempo estándar para cada uno.

#### **Selección de Muestras:**

Para garantizar la representatividad de la población y minimizar sesgos en el análisis, se llevó a cabo una selección por conveniencia de muestras dentro del proceso productivo. Dado la empresa es muy PYME y en acuerdo con la propietaria, se analizó que de manera conveniente para el análisis se efectuaron un total de 24 días dándonos un total de 72 muestras a analizar en cada uno de los procesos del flujo estudiado, esto se puede verificar en el anexo 1.

Para este proceso, se contó con un asistente que apoya a la propietaria muy ocasionalmente, cuando hay pedidos particulares, sin embargo, en esta ocasión, se le solicitó aprender de la mano del investigador la forma correcta de registrar los tiempos en la planta y así, entre ambos capturar una muestra más representativa.

#### **Medición de Tiempos de Ciclo:**

Los tiempos de ciclo de cada subproceso fueron registrados de manera rigurosa utilizando cronómetros de alta precisión. Se realizaron mediciones repetidas para cada actividad con el fin de reducir la variabilidad en los datos y obtener un promedio representativo.

La observación directa de las actividades productivas se complementó con registros detallados. Además, se tomaron en cuenta factores externos que podrían influir en los tiempos, como interrupciones inesperadas, disponibilidad de insumos y desempeño del personal.

Para efectos del presente análisis se utilizarán las siguientes descripciones.

- **Operaria 1** es la Operaria Sr. (Colaboradora con experiencia media).
- **Operaria 2** es la Operaria Jr. (Su conocimiento sobre el proceso es muy limitado).
- **Operaria 3** es la Fundadora (experta en el proceso de principio a fin).

### 4.3.1 Tiempos de Ciclo

**Tabla 8 Tiempos de Ciclo**

Actividad / Recurso	Recurso Humano	Máquina	% Operario - Máquina	Máquina (min x batch)	Operarios (min x batch x recurso)	Total (min x batch)
Pesado de ingredientes	Operaria 1		100%	0	5,65	5,65
Mezclado 1	Operaria 2	Batidora	100%		2,32	2,32
Mezclado 2	Operaria 2		100%	0	2,47	2,47
Mezclado 3	Operaria 2		100%	0	2,25	2,25
Mezclado 4	Operaria 2		100%	0	2,29	2,29
Moldeado	Operaria 1, 2 & 3		100%	0	37,11	37,11
Horneado	Operaria 3	Horno	25%	7,48	22,45	29,93
Enfriado	Operaria 3	Enfriado (bandejas)	100%	0	9,76	9,76
Empaque	Operaria 3		100%	0	65,57	65,57

*Fuente: Elaboración propia*

La primera tabla muestra los tiempos de ciclo para cada etapa del proceso de producción de chips de garbanzo, detallando los recursos humanos y de maquinaria involucrados, así como la proporción de participación entre operarios y máquinas.

- Las actividades se dividen entre tareas manuales y automáticas, aunque la mayoría (como mezclado, moldeado, enfriado y empaque) dependen 100% del trabajo de las operarias.

- El moldeado y el empaque son las actividades más intensivas en tiempo, con 37,11 minutos y 65,57 minutos respectivamente, ambos realizados completamente por operarias, lo que sugiere cuellos de botella potenciales en esas fases.
- La única actividad parcialmente automatizada es el horneado, donde el horno aporta un 25% del trabajo (7,48 minutos) y el resto lo realizan la operaria 3 (22,45 minutos), sumando un total de 29,93 minutos.
- El total de tiempos por actividad varía significativamente, desde tareas rápidas como los mezclados (alrededor de 2,2 a 2,5 minutos cada uno), hasta etapas más largas como el empaque, lo que permite identificar oportunidades de mejora para optimizar el flujo de producción.

#### 4.3.2 Capacidad Productiva

**Tabla 9 Capacidad Productiva**

Actividad / Recurso	Tiempo de Ciclo min/batch	Tiempo de Clico hora/batch	Capacidad batch x día x 1 recurso	Numero de recursos	Capacidad batch x día x todos los recursos	Tasa de utilización
Horneado	7,48	8,02	52,12	1	52,12	5,55
Operaria 1	42,76	1,40	9,12	1	9,12	31,70
Operaria 2	44,15	1,36	8,83	1	8,83	32,73
Operaria 3	134,89	0,44	2,89	1	2,89	100,00

Enfriado	9,76	6,15	39,94	5	199,72	1,45
----------	------	------	-------	---	--------	------

Cuello de Botella	2,89
Eficiencia Operativa	34,29

*Fuente: Elaboración propia*

En la segunda tabla se detalla la capacidad de producción en función del tiempo requerido por batch, la cantidad de recursos disponibles, y su respectiva tasa de utilización.

- Operaria 3 es el cuello de botella del proceso, con una capacidad de solo 2,89 batchs por día, lo cual limita el rendimiento total de la línea de producción.
- El horneado tiene una buena capacidad de producción diaria (52,12 batchs con un solo horno) y una baja tasa de utilización (5,55%), lo que indica que no representa una restricción para el sistema.
- Las operarias 1 y 2 tienen una capacidad moderada (~9 batchs por día), con tasas de utilización cercanas al 32%, lo que muestra que aún tienen margen para aumentar su carga de trabajo.
- El enfriado tiene la mayor capacidad total (199,72 batchs diarios) gracias al uso de 5 recursos simultáneos, y una bajísima tasa de utilización (1,45%), por lo que no representa una limitación.

## Resultados Clave:

- Cuello de botella: Operaria 3, con capacidad limitada a 2,89 batchs por día.
- Eficiencia operativa del sistema: 34,29%, lo que sugiere una oportunidad importante para optimizar los recursos humanos y tiempos de proceso.

En términos productivos Valud Foods, en la siguiente tabla se muestra un mes productivo de Valud Foods, considerando los 3 días que trabajan por semana, la capacidad diaria, los lotes y la producción mensual.

**Tabla 10 Capacidad Productiva Mensual en cantidad de Paquetes de Chips**

Semana	Día	Capacidad Diaria (batch x día)	Cantidad Paquetes (paquetes x batch)	Producción Diaria (paquetes x batch x día)
1	Lunes	2,89	13	37,57
	Martes	2,89	13	37,57
	Miercoles	2,89	13	37,57
2	Lunes	2,89	13	37,57
	Martes	2,89	13	37,57
	Miercoles	2,89	13	37,57
3	Lunes	2,89	13	37,57
	Martes	2,89	13	37,57
	Miercoles	2,89	13	37,57
4	Lunes	2,89	13	37,57
	Martes	2,89	13	37,57
	Miercoles	2,89	13	37,57
<b>Producción Mensual</b>				<b>450,84</b>

## **4.4 Diagrama de Ishikawa Capacidad de Producción**

El diagrama de Ishikawa o de espina de pescado, permitió identificar y categorizar las principales causas que afectan la capacidad de producción del chip de garbanzo en Valud Foods S.A. Estas causas se dividieron en seis categorías fundamentales, a saber: Mano de Obra, Maquinaria, Material, Medio Ambiente, Método, y Medición.

### **1. Mano de Obra**

La producción se ve afectada por mano de obra, la cual padece de alta dependencia empírica de la dueña que impide la estándar y delegación en su totalidad. Además, la falta de capacitación en el proceso de producción causa ineficiencia y errores que bajan el rendimiento general. Aunado a ello, el alto tiempo invertido en la inspección manual del tostado en el horno ralentiza la producción y limita el volumen a procesar.

### **2. Maquinaria**

La dependencia de procesos manuales reduce la eficiencia de la línea de producción, a causa del proceso manual de la colocación de la mezcla en bandejas, la inspección visual del horneado y el empaque. Adicionalmente, los potenciales cuellos de botella alrededor del proceso de moldeado y horneado reducen el ritmo de producción.

### **3. Material**

Las variaciones en la calidad de los ingredientes utilizados (harina, almidón, especias y aceite) afectan la consistencia del producto final, generando posibles desperdicios y reprocesos.

### **4. Medio Ambiente**

Factores ambientales también juegan un rol en la eficiencia del proceso. Problemas climáticos que afectan el enfriado natural del chip pueden generar variaciones y cambios en la textura y calidad del producto. Además, la humedad ambiental puede impactar negativamente la conservación y el empaque del chip, comprometiendo la vida útil del producto y calidad del sabor.

## **5. Método**

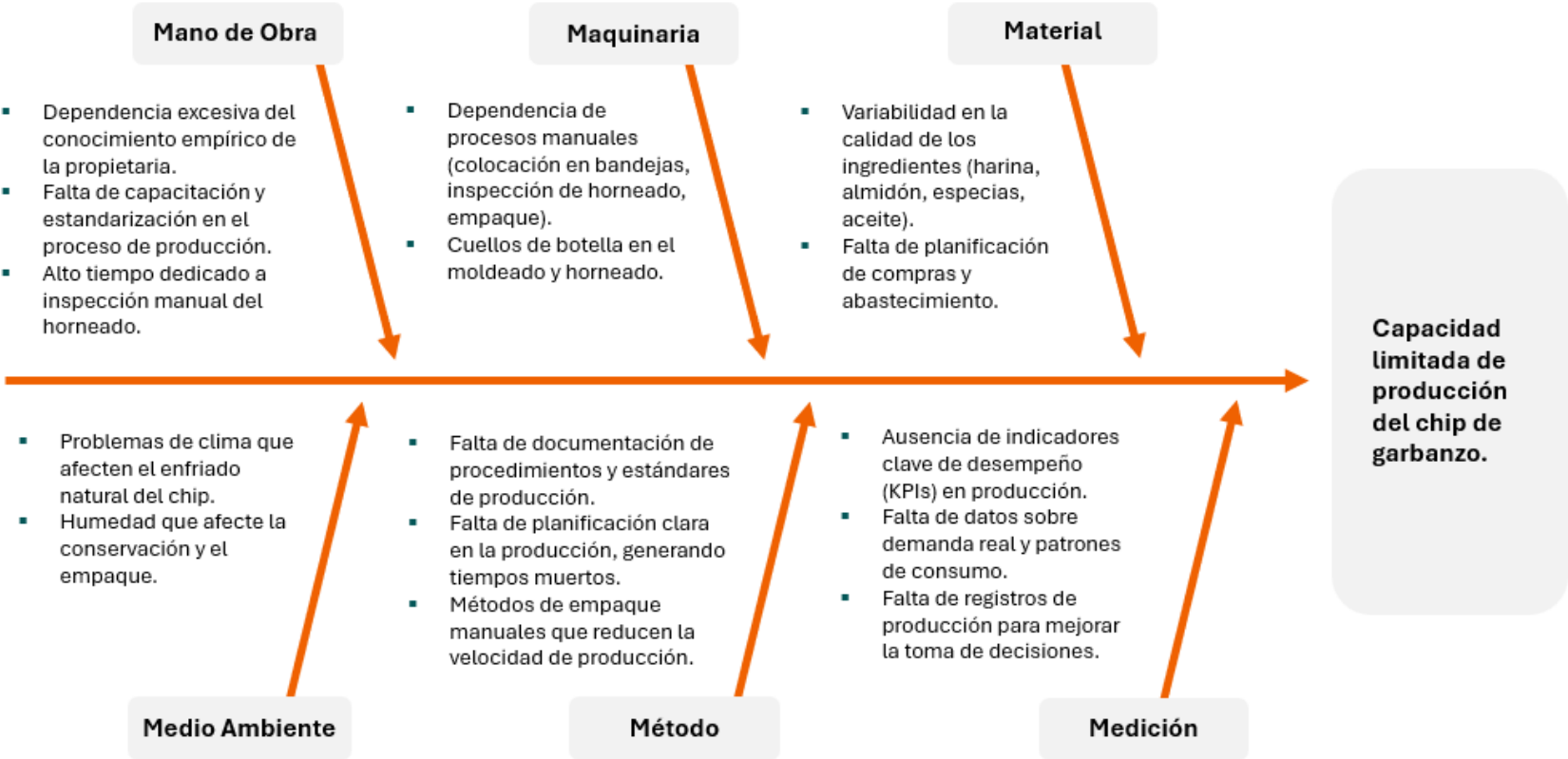
Se ha identificado la falta de documentación de procedimientos y estándares de producción, lo que impide la optimización y replicabilidad del proceso. La falta de planificación clara genera tiempos muertos en la producción, disminuyendo la eficiencia. Asimismo, los métodos de empaque manuales representan un cuello de botella adicional, ralentizando la salida del producto final al mercado.

## **6. Medición**

No hay indicadores clave de desempeño en producción, sin estos, es difícil analizar la efectividad de la producción y definir los puntos a mejorar. De la misma manera no hay información disponible acerca de la demanda real y los hábitos de compra por parte del cliente y es imposible planificar la producción de manera eficaz.

No hay una base de datos sobre la producción estructurada. En ausencia de registros estructurados sobre la producción, no puede tomar decisiones basadas en datos, lo que afecta su capacidad para optimizar el proceso.

**Figura 12 Diagrama de Ishikawa**



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.1 Enumeración de Causas del Diagrama de Ishikawa

##### 1. Mano de obra

**1.1. Dependencia crítica de la fundadora:** concentra el 60% de las tareas críticas, generando un cuello de botella y riesgo operativo.

**1.2. Falta de capacitación estandarizada:** no existen manuales ni procesos formales (-10% de documentación), lo que incrementa la variabilidad en la ejecución y dificulta la incorporación de nuevo personal.

**1.3. Inspección manual del horneado:** la fundadora dedica múltiples intervenciones visuales durante los 29,93 min del horneado, aumentando tiempos muertos y carga de trabajo.

##### 2. Maquinaria

**2.1. Procesos manuales en moldeado y empaque:** requieren intervención constante, sin automatización.

##### 2.2. Cuellos de botella operativos:

- Moldeado = 37,11 min/lote (24% del tiempo total).
- Empaque = 65,57 min/lote (42% del tiempo total) → etapa más crítica.

##### 3. Material

**3.1. Variabilidad en calidad de insumos:** harinas, especias y aceites sin control sistemático de especificaciones → afecta textura y homogeneidad.

3.2. Planificación deficiente de compras: genera riesgo de quiebres de inventario y pérdidas de materia prima.

#### 4. Método

**4.1. Ausencia de procedimientos documentados:** no se cuenta con estandarización de métodos.

**4.2. Planificación deficiente:** genera tiempos muertos entre etapas (ej. espera de enfriado sin control, ni medición exacta).

**4.3. Método de empaque manual:** limita la velocidad de producción y mantiene el cuello de botella en 65,57 min/lote.

#### 5. Medición

**5.1. Ausencia de indicadores (KPIs):** no se mide eficiencia, ni productividad de manera sistemática.

**5.2. Falta de registros históricos:** no se documentan tiempos de ciclo, merma ni niveles de producción → imposibilita análisis de capacidad.

**5.3. Eficiencia global baja:** la eficiencia calculada es de 34,29%, muy por debajo de un estándar aceptable (>70%).

#### 6. Medio ambiente

**6.1. Condiciones climáticas adversas:** afectan el enfriado natural del producto.

**6.2. Humedad ambiental:** compromete la conservación del chip y puede dañar el empaque.

**6.3. Capacidad restringida por horario de operación:** producción limitada a 3 días/semana  $\times$  6,5 horas/día = 19,5 h/semana, lo que fija un techo de 450 paquetes mensuales.

La enumeración anterior expone de forma estructurada las principales causas que limitan la capacidad de producción del chip de garbanzo, integrando datos cuantitativos de tiempos de ciclo, porcentajes de participación e indicadores de eficiencia.

Este listado constituye una visión general de los hallazgos del Diagrama de Ishikawa, los cuales serán ampliados en la sección de análisis de cada herramienta, donde se profundizará en el impacto de cada causa y su relación directa con la propuesta de mejora.

## 4.5 Metodología 5 Porqués

La metodología de los 5 Porqués es una técnica de análisis de causa raíz desarrollada dentro del sistema de producción de Toyota con el objetivo de identificar las causas fundamentales de los problemas en los procesos operativos. Como ya fue mencionado en el marco teórico, su aplicación consiste en realizar una serie de preguntas secuenciales, formulando reiteradamente la pregunta "¿Por qué?" hasta alcanzar el origen del problema, en este caso se aplicará sobre **Mano de Obra y Maquinaria** que son los pilares de capacidad productiva de este proyecto.

### Análisis Mano de Obra

El problema identificado fue la dependencia excesiva del conocimiento empírico de la propietaria. *¿Por qué existe esta alta dependencia?* Porque las decisiones clave y los procesos operativos recaen directamente en ella. *¿Por qué recaen en ella?* Porque el resto del equipo no

tiene delegadas responsabilidades clave en la operación diaria. *¿Por qué no tiene tareas clave delegadas?* Porque no hay una clara capacitación, distribución clara de funciones ni empoderamiento del personal. *¿Por qué no hay una distribución clara de funciones?* Porque nunca se estructuró un plan de trabajo con roles definidos ni se delegaron tareas. *¿Por qué no se estructuró un plan con delegación y roles claros?* Porque la empresa creció de forma empírica, centrada en la figura de la propietaria, sin prever la necesidad de distribuir la carga operativa entre el equipo

### **Análisis Maquinaria**

El problema identificado fue que el negocio utiliza demasiados procesos manuales para la producción. *¿Por qué hay una alta proporción de procesos manuales?* Porque no se ha invertido en maquinaria que optimice la producción. *¿Por qué no se ha realizado esa inversión?* Porque la empresa ha priorizado operar con los recursos disponibles, manteniéndose en una estructura artesanal. *¿Por qué se ha mantenido esa estructura artesanal?* Porque históricamente se ha logrado cumplir con la demanda sin necesidad de automatización. *¿Por qué se ha podido cumplir sin automatización?* Porque el volumen de producción ha sido manejable, pero a costa de una alta carga operativa y desgaste humano. *¿Por qué esto representa un problema ahora?* Porque con el crecimiento del negocio, la capacidad manual está llegando a su límite y ya no resulta posible saber si se puede expandir el negocio sin automatización.

## **4.6 Multivoto**

Multivoto es un sistema de elección en el que a la gente se le permite elegir más de una opción; en lugar de tener por obligación una única elección posible, hay disponibles muchas.

Este método fue particularmente útil para averiguar cuáles eran las preferencias mayoritarias de un conjunto de gente, porque no solo advierte cuál es la opción más votada, sino también cuáles reciben fuerte apoyo.

El multivoto es una forma de asegurar que todo el mundo está representado, de manera que sus opiniones colectivas se tengan en cuenta y que las decisiones se tomen de forma más justa y democrática. Dado que permite a las personas expresar distintas preferencias, tales aprendizajes dan lugar a un enfoque más equilibrado y de consenso.

#### 4.6.1 Hallazgos del Multivoto

**Tabla 11 Resultados Multivoto**

<b>Multivoto   Causas que limitan la producción del chip de garbanzo</b>					
<b>Causas</b>	<b>#1</b>	<b>#2</b>	<b>#3</b>	<b>Suma</b>	<b>%</b>
Dependencia de la propietaria en todo el proceso del chip	10	9	10	29	20,00
Dependencia de procesos manuales (colocación en bandejas, inspección de horneado, empaque).	9	9	10	28	19,31
Posibles cuellos de botella en el moldeado y horneado.	3	2	4	9	6,21
Variabilidad en la calidad de los ingredientes (harina, almidón, especias, aceite).	2	1	2	5	3,45
Falta de planificación de compras y abastecimiento.	6	5	7	18	12,41
Falta de manuales escritos o guías visuales para control de calidad	8	7	9	24	16,55
La línea de producción es artesanal con poca maquinaria	6	5	7	18	12,41
No se llevan registros de producción	3	2	2	7	4,83
Falta de recursos	1	2	1	4	2,76
Mano de obra no calificada	1	1	1	3	2,07
<b>Total</b>				<b>145</b>	<b>100</b>

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.6.2 Síntesis del Multivoto

La principal causa identificada en el multivoto fue la dependencia total de la propietaria en el proceso de producción del chip, lo que representa el 20% de las respuestas y evidencia una concentración de responsabilidades que limita la escalabilidad del negocio.

La segunda causa más relevante, con un 19,31%, fue la alta dependencia de procesos manuales, lo cual impacta negativamente en la eficiencia, uniformidad del producto y capacidad para aumentar la producción.

Un 16,55% de los votos señaló la ausencia de manuales escritos y guías visuales para el control de calidad, lo que dificulta la estandarización de procesos y la adecuada formación del personal.

La escasa tecnificación de la línea de producción, descrita como artesanal y con poca maquinaria, fue destacada por un 12,41% de los participantes, lo que sugiere importantes limitaciones operativas y estructurales.

Otro 12,41% corresponde a la falta de planificación en las compras y el abastecimiento, lo que representa un riesgo para la continuidad de la producción ante eventuales fallas en el suministro de insumos.

Los cuellos de botella en el moldeo y horneado también fueron identificados como un obstáculo relevante, recibiendo un 6,21% de los votos, al implicar posibles retrasos en la cadena de producción.

Finalmente, un 4,83% señaló la ausencia de registros de producción como una debilidad importante, ya que impide generar trazabilidad, medir avances y aplicar mejoras basadas en datos.

#### **4.7 Análisis de la Demanda**

Valud Foods S.A. funciona hoy en día en una difícil situación de punto de equilibrio: consigue entregar los pedidos a Automercado, se presenta en algunas ferias de emprendedores o coloca ventas online, pero no cuenta con la capacidad o la información necesarias como para crecer.

La empresa ha restringido su oferta en respuesta a la demanda, no porque no exista interés en el mercado, sino porque no puede saber cuánto puede producir. Este desconocimiento lleva a un punto muerto; supone un gran riesgo esforzarse por crecer si no sabes si podrás cumplir con los compromisos que se presenten.

Una de las primeras conclusiones que puede extraerse del análisis es que no cuentan con un sistema de producción documentado que permita saber cuántos productos puede generar Valud Foods en una sola semana o un único mes.

Se carece de datos operativos y, por lo tanto, a su vez, de información con la que tomar decisiones estratégicas; la empresa no sabe si puede o no permitirse renovar alianzas o aumentar la cantidad de producto que coloca en Automercado, incrementar la lista de ferias en la que participa, asumir nuevos puntos de venta, entre otros.

Además, la organización interna de Valud Foods resulta demasiado dependiente de su fundadora para que haya posibilidad alguna de escalabilidad. Todo aquello que centraliza el conocimiento o la operación empeora la capacidad de asignar delegados para aquellas funciones cruciales, y también retrasa la implantación de los procedimientos de mejora.

Por tanto, no se trata solo de una inversión complementaria: hay que fortalecer las capacidades productivas para liberar el potencial de crecimiento que la demanda ya está mostrando.

Si Valud Foods puede aumentar su eficiencia e ir ampliando el negocio, sobre todo gracias a mejoras en su producción **so solo podrá acogerse a una mayor capacidad de producción para la demanda existente**, sino que también estará en disposición de contar con mayor diversidad de puntos de comercialización como ferias y mayor exposición en plataformas digitales.

Así pues, Valud Foods necesita incluso mayor fortaleza interna en esta etapa para poder llevar a cabo el posicionamiento de la marca y aprovechar las oportunidades del mercado.

Solo entonces podrá pasarse de aquella maniobra para aumentar el grado de cumplimiento real hasta llegar a mantener una estrategia de crecimiento verdadera y sostenible.

**Tabla 12 Análisis de la Demanda Actual Valud Foods**

Principales Compradores	Cantidad de Producto aproximada por mes
Ferias de Emprendedores (1 por mes)	40 paquetes
Contrato con Automercado	400 paquetes
Pedidos o Encargos Especiales (Familiares, Amigos, etc)	10 paquetes
<b>Total, Mensual</b>	<b>450 paquetes</b>
<b>Potencial de Mercado - No Explotado -</b>	

Redes Sociales Valud Foods	30 y 50 paquetes
Online (Sitio Web Valud Foods)	50 y 70 paquetes
Local (Heredia)	30 y 50 paquetes
Ferias de Emprendedores no aprovechadas (5 como mínimo)	200 y 250 paquetes
<b>Total (Potencial)</b>	<b>400 paquetes de chips</b>

*Fuente: Elaboración propia*

A partir de la entrevista con la propietaria de Valud Foods, se identificaron varias **oportunidades claras de mercado** que actualmente no están siendo aprovechadas, principalmente por limitaciones productivas y de estrategia.

La propietaria reconoció que sus canales digitales, como redes sociales y sitio web, no han sido aprovechados, lo cual ha limitado su alcance a nuevos clientes. No obstante, el reconocimiento que la marca ha generado a través de su participación en ferias y por el contrato con Automercado demuestra que existe una aceptación positiva del producto.

La proyección mostrada en la tabla, se conversó con la propietaria y se justifica del siguiente modo:

- **Redes Sociales Valud Foods:** con una estrategia mínima de contenido y promociones semanales, es factible captar al menos entre 30 y 50 paquetes ventas mensuales, considerando que se trata de un canal gratuito y de alto alcance orgánico. Y que en el pasado ya han fortalecido y logrado ese alcance.

- **Sitio Web (Ventas Online):** La página actualmente es funcional con opciones de pedido directo y métodos de pago integrados, pero no es usada desde la misma forma que al inicio del proyecto, cuando se inició el emprendimiento antes de Automercado se colocaban entre 50 y en casos especiales hasta 70 paquetes. Por lo que una estrategia de posicionamiento podría lograr esta proyección.
- **Local (Heredia):** El simple hecho de contar con un punto físico de referencia puede traducirse en compras espontáneas, repetidas o por recomendación, estimando captar al menos entre 30 y 50 paquetes ventas mensuales.
- **Ferias no aprovechadas (5 al mes):** Las ferias para la empresa son una oportunidad desaprovechada en este momento, de acuerdo con la entrevista a la propietaria, esta deja pasar al menos 5 ferias al mes, por desconocimiento de si esto pudiera hacerle quedar mal con Automercado. Además, según sus registros de ingresos en las ferias normalmente vende 40 paquetes de chips.

Estas proyecciones permiten estimar un potencial de crecimiento mensual de **al menos 400 paquetes adicionales**, que actualmente no se están capitalizando por desconocimiento y optimización de la capacidad productiva.

**Figura 13 Stand Valud Foods en Ferias de Emprendedores**



*Fuente: Fotografía proporcionada por Valud Foods*

Figura 14 Feria MYPIME Valud Foods



Fuente: Fotografía proporcionada por Valud Foods

## 4.8 Conclusiones generales del Capítulo IV: Análisis de Causas Raíz

En el capítulo IV se han analizado en detalle los distintos aspectos del proceso productivo del chip de garbanzo de Valud Foods, utilizando diversas herramientas y metodologías para optimizar y entender mejor cada fase del proceso, a continuación, las conclusiones de cada una de estas.

### 4.8.1 Conclusiones Entrevista Propietaria

Desde una perspectiva profesional, los comentarios de la propietaria de Valud Foods en la entrevista evidenciaron una serie de limitaciones productivas, que se detallan a continuación:

- **Falta de estandarización:** ausencia de manuales y procedimientos genera alta variabilidad en tareas repetitivas y dificulta la capacitación.
- **Dependencia crítica:** la fundadora concentra ~60% de las actividades clave, creando cuellos de botella y riesgo de continuidad operativa.
- **Carencia de registros productivos:** no existen indicadores de tiempos de ciclo, merma ni eficiencia, lo que ocasiona planificación empírica, tiempos muertos y reprocesos.
- **Restricciones estratégicas:** la limitada capacidad instalada impide atender mayor demanda y condiciona decisiones comerciales (p. ej., rechazo a ferias de emprendedores).
- **Necesidad de herramientas de gestión:** la propietaria reconoce la utilidad de Ishikawa, 5 Porqués y SIPOC para identificar causas raíz y mejorar la capacidad.

En síntesis, la entrevista sugiere que la empresa opera con procesos artesanales, alta dependencia individual y sin mecanismos de control, por lo que la aplicación de las

herramientas ingenieriles en este capítulo fue clave para confirmar estos hallazgos cualitativos preliminares.

#### 4.8.2 Conclusiones Diagrama de Flujo

El análisis del diagrama de flujo permitió identificar ineficiencias críticas en el proceso productivo. En la etapa de **mezclado** se detecta riesgo de reprocesos por ausencia de estandarización, lo que incrementa el consumo de tiempo y la pérdida de materia prima.

El **empaque**, con un tiempo promedio de **65,57 minutos por lote (42% del ciclo total)**, constituye el principal cuello de botella, seguido del **moldeado** con **37,11 minutos (24%)**. Estas restricciones explican la baja **eficiencia global del proceso (34,29%)** y confirman la necesidad de documentar y estandarizar procedimientos, así como de redistribuir las cargas de trabajo para aumentar la capacidad de producción.

#### 4.8.3 Conclusiones SIPOC

El análisis mediante la herramienta SIPOC permitió definir de forma estructurada la relación insumo–producto en el proceso productivo de Valud Foods S.A. Se identificaron **cinco proveedores críticos** (materias primas, empaques, energía, equipos y clientes como fuente de pedidos) y **cuatro salidas principales** (chips terminados, productos empacados, clientes minoristas y distribuidores mayoristas).

Este mapeo evidenció la alta dependencia de insumos básicos y de la gestión de la demanda, lo que confirma la necesidad de estandarizar los procesos de abastecimiento y distribución.

Asimismo, el diagrama sirvió como punto de partida para cuantificar entradas y salidas, y establecer un marco de mejora que alinee la producción con la demanda real del mercado.

#### 4.8.4 Conclusiones Análisis de Tiempos

El análisis revela que el proceso depende fuertemente del trabajo manual, con el moldeado y empaque como principales cuellos de botella. La operaria 3 limita la capacidad total a 2,89 batches diarios, mientras que otros recursos, como el horno y el área de enfriado, están subutilizados. La eficiencia operativa del sistema es del 34,29%, lo que evidencia un amplio potencial de mejora en la distribución de tareas y automatización.

#### 4.8.5 Conclusiones Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa permitió clasificar y cuantificar las principales causas que limitan la capacidad productiva. En **mano de obra**, se determinó que el 60% de las tareas críticas dependen de la fundadora, lo cual representa un cuello de botella operativo. En **maquinaria**, las operaciones manuales de empaque y moldeado demandan **65,57 min (42% del ciclo total)** y **37,11 min (24%)** respectivamente, confirmando su condición de actividades críticas.

En **método**, la ausencia de procedimientos documentados y la planificación deficiente generan reprocesos en el mezclado y tiempos muertos. En **materiales**, la variabilidad en la calidad de insumos compromete la homogeneidad de la masa, mientras que en **medición** se evidenció una **eficiencia global de solo 34,29%** por falta de registros e indicadores de control.

Finalmente, en **medio ambiente**, las restricciones horarias (**3 días/semana, 6,5 h/día**) limitan la capacidad máxima a 450 paquetes mensuales.

Estas debilidades, identificadas y cuantificadas, confirman que el proceso actual es ineficiente y poco escalable, y justifican la necesidad de estandarización, redistribución de cargas de trabajo, automatización parcial y la implementación de indicadores de desempeño para la toma de decisiones.

#### 4.8.6 Conclusiones del Análisis de los 5 Porqués

- **Mano de Obra:** Se identificó una alta dependencia del conocimiento de la propietaria debido a la falta de delegación, capacitación y estructura organizativa, lo que impide el empoderamiento del equipo y limita el crecimiento operativo.
- **Maquinaria:** La producción depende en gran medida de procesos manuales por la ausencia de inversión en maquinaria, justificada históricamente por un volumen manejable, pero que actualmente representa un obstáculo ante la necesidad de escalar.
- **Conclusión del análisis:** La técnica de los 5 Porqués permitió evidenciar que las causas raíz de los principales cuellos de botella están relacionadas con decisiones estructurales no planificadas, que ahora limitan la capacidad de expansión del negocio.

#### 4.8.7 Conclusiones del Análisis por Multivoto

El análisis por multivoto evidenció que la principal causa limitante en la capacidad productiva de la empresa es la dependencia total de la propietaria (20%), seguida de la alta proporción de procesos manuales (19,31%) y la ausencia de manuales y guías visuales (16,55%). Estas tres causas reflejan una operación centralizada, poco estandarizada y difícil de escalar, lo que compromete la eficiencia y la formación del personal.

Además, se destacaron otras debilidades como la baja tecnificación (12,41%), la falta de planificación en compras (12,41%) y la ausencia de registros de producción (4,83%), que afectan la continuidad operativa y la toma de decisiones basada en datos. Estas conclusiones refuerzan la necesidad de formalizar procesos, invertir en automatización progresiva y desarrollar capacidades internas para lograr una producción más eficiente y sostenible.

#### 4.8.8 Conclusiones del Análisis de Demanda

Valud Foods debe mejorar su productividad porque, aunque existe una demanda potencial significativa, la falta de un sistema productivo eficiente y documentado limita su capacidad para satisfacerla.

- **Valud Foods opera al límite de su capacidad actual**, cumpliendo con los pedidos regulares, pero sin la información necesaria para planificar un crecimiento seguro, lo que la mantiene en un punto de equilibrio inestable.
- **La falta de documentación y datos operativos** impide conocer la verdadera capacidad de producción mensual, lo cual frena decisiones clave como aumentar la presencia en ferias, expandir canales de venta o negociar nuevos acuerdos comerciales.
- **Existen claras oportunidades de mercado no aprovechadas**, especialmente en canales digitales, ferias adicionales y punto de venta local, que podrían generar al menos 80 paquetes mensuales adicionales con una mejora en la eficiencia productiva.
- **El crecimiento de la empresa requiere fortalecer sus capacidades internas**, delegar funciones críticas y estandarizar procesos, para responder a una demanda creciente y sostener una estrategia de expansión a mediano y largo plazo.

# **CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

## **5.2 Panorama de Oportunidades para Valud Foods tras el análisis de causas raíz**

Valud Foods se encuentra en una etapa crítica de crecimiento, pero está limitada por varios problemas estructurales que restringen su capacidad productiva y competitividad.

En resumen, el capítulo anterior destaca lo siguiente: la producción de la empresa se basa principalmente en el conocimiento empírico de la propietaria: la falta de estandarización y documentación formal dificultan la formación, delegación y replicabilidad en varios procesos y operaciones.

Hay cuellos de botella notables: el empaque, en particular, es el proceso más lento y limitante, seguido por moldeado, pero un rápido vistazo a la descripción del proceso indica ineficiencia general; la dependencia de los procesos manuales sin inversión en automatización: las operaciones internas simplemente no pueden seguir el ritmo de la demanda, y el uso desequilibrado de recursos se manifiesta gradualmente, como se ilustra en el ejemplo del horneado en el que un operador está sobrecargado mientras la máquina se queda ociosa.

La inexistencia de un sistema formal de gestión de datos en el lugar, incluidos registros, KPI y análisis de información: la empresa no puede tomar decisiones basadas en datos y carece de información suficiente para proyectar la capacidad y expandirse.

En general, estos problemas invitan a desarrollar mejoras estructurales y en funcionamiento para racionalizar procesos, reducir el tiempo de inactividad y permitir respuestas rápidas y

efectivas a las demandas del mercado. Todo lo anterior, actúa como base para las propuestas de mejora que se presentarán en este capítulo, las cuales no son excluyentes entre sí.

### 5.3 Detalle de las Propuestas

**Tabla 13 Comparativa de las Propuestas**

Propuesta	Objetivo	Beneficios	Retos	Causas raíz*
<b>#1 Redistribución de Cargas</b>	Optimizar la eficiencia operativa mediante una distribución más equilibrada de las tareas entre los colaboradores y actividades clave del proceso productivo.	Mejora en la productividad y el rendimiento del equipo. Reducción de errores o retrabajos gracias a la especialización. Mayor claridad en los roles y responsabilidades. Facilita la capacitación de nuevos colaboradores.	Puede generar resistencia al cambio entre los empleados. Requiere inversión de tiempo y dinero para capacitar.	<b>1.1</b> Dependencia crítica de la fundadora (60% tareas). <b>1.2</b> Falta de capacitación estandarizada. <b>1.3</b> Inspección manual excesiva en horneado. <b>2.1</b> Procesos manuales en moldeado y empaque. <b>2.2</b> Cuellos de botella en empaque (65,57 min, 42% del ciclo) y moldeado (37,11 min, 24%). <b>4.1</b> Ausencia de procedimientos documentados y estandarización formal. <b>4.2</b> Planificación deficiente que genera tiempos muertos.

<p style="text-align: center;"><b>#2</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Redistribución de Cargas</b></p> <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;"><b>Automatización parcial del Proceso</b></p>	<p style="text-align: center;">Incrementar la capacidad operativa mediante la incorporación de maquinaria para automatizar tareas complementado con la estandarización del proceso para asegurar consistencia y calidad.</p>	<p style="text-align: center;">Aumento de la velocidad de producción.</p> <p style="text-align: center;">Reducción del riesgo de errores humanos.</p> <p style="text-align: center;">Mejora en la calidad y uniformidad del producto.</p>	<p style="text-align: center;">Requiere inversión inicial en maquinaria y posible adaptación del espacio físico.</p> <p style="text-align: center;">Puede implicar capacitaciones técnicas para operar el nuevo equipo.</p> <p style="text-align: center;">Riesgo de dependencia tecnológica o paros por fallas técnicas si no se gestiona adecuadamente.</p>	<p><b>1.1</b> Dependencia crítica de la fundadora (60% de tareas).</p> <p><b>1.3</b> Inspección manual excesiva en horneado.</p> <p><b>2.1</b> Procesos manuales en moldeado y empaque.</p> <p><b>2.2</b> Cuellos de botella en empaque (65,57 min, 42% del ciclo) y moldeado (37,11 min, 24%).</p> <p><b>4.1</b> Ausencia de procedimientos documentados y estandarización formal.</p> <p><b>4.2</b> Planificación deficiente que genera tiempos muertos.</p> <p><b>4.3</b> Métodos de empaque manuales que reducen la velocidad de producción.</p> <p><b>5.3</b> Eficiencia global baja (<b>34,29%</b>), sin mecanismos de control.</p>
---	--	---	---	---

*Fuente: Elaboración propia*

*\*Las causas raíz hacen referencia al análisis desarrollado en el capítulo IV. De modo que se indican numeradas para correlacionar las soluciones que brinda cada propuesta.*

En esta sección se llevará a cabo un análisis detallado de las propuestas sugeridas en el cuadro anterior. Se evaluarán tanto las ventajas como las desventajas de cada propuesta, considerando su impacto en los objetivos y las necesidades de Valud Foods.

Este análisis permitirá determinar cuál de las soluciones es más adecuada para resolver el problema de capacidad productiva, tomando en cuenta criterios como costo, viabilidad y alineación con la estrategia de expansión, entre otros.

## **5.4 Propuesta #1: Redistribución de Cargas**

El objetivo de la primera propuesta es optimizar la eficiencia y mejorar la productividad, que como ya se demostró en el capítulo anterior, no es la óptima.

Pero no se trata delegar tareas por delegar, sino de promover el bienestar de las operarias al mismo tiempo que se crea un espacio de conocimiento más balanceado y sin dependencia extrema de la propietaria.

A continuación, se describe el proceso: se ha realizado un análisis bastante exhaustivo durante el proceso de distintas pruebas y escenarios, para cambiar la distribución de las cargas de trabajo existente y, a continuación, aquí se encuentra la mejora propuesta, con la que se logra equilibrar la carga de trabajo posteriormente, de forma que ninguna operaria se vea sobrecargada, o infrautilizada, y todas ellas contribuyan de forma equitativa a la producción.

### **5.4.1 Beneficios de la Propuesta #1**

#### **Mejora en la productividad y el rendimiento del equipo:**

Al asignar tareas de forma más equitativa, se reduce el agotamiento de ciertas operarias y se aprovecha mejor el tiempo y la capacidad de todo el equipo. Esto puede traducirse en más unidades producidas, menos pausas innecesarias y una operación más fluida.

#### **Reducción de errores o retrabajos gracias a la especialización:**

Una mejor organización permite que cada persona desarrolle habilidades específicas, lo que

incrementa la precisión en cada etapa del proceso. Esto disminuye la necesidad de corregir errores y mejora la calidad del producto final.

**Mayor claridad en los roles y responsabilidades:**

La estandarización y redistribución de tareas permite que cada operaria sepa exactamente qué se espera de ella, reduciendo malentendidos, duplicación de esfuerzos o tareas sin atender.

**Facilita la capacitación de nuevos colaboradores:**

Con procesos más claros y roles definidos, se vuelve más sencillo incorporar nuevo personal. Esto reduce el tiempo de adaptación y facilita la transferencia de conocimientos, disminuyendo la dependencia directa de la propietaria.

**Promueve un ambiente más justo y colaborativo:**

Al eliminar la sobrecarga de ciertas operarias y equilibrar las tareas, se fomenta un mayor sentido de equipo, se reduce el estrés laboral y se refuerza el compromiso de las trabajadoras con la empresa.

#### **5.4.2 Retos de la Propuesta #1**

**Resistencia al cambio:**

Las operarias pueden sentir inseguridad o incomodidad al modificar rutinas que ya dominan. Es común que surjan dudas sobre si podrán adaptarse a las nuevas tareas o si estas serán más exigentes o menos convenientes que las actuales.

**Necesidad de acompañamiento y supervisión inicial:**

Durante la transición, es importante que alguien supervise el cumplimiento de la nueva estructura, acompañe a las operarias y resuelva dudas o tensiones. Esto demanda tiempo adicional del equipo de gestión o de la propietaria.

### **Desarrollo de habilidades específicas:**

Algunas operarias podrían requerir capacitación o entrenamiento adicional para asumir nuevas tareas. Esto puede implicar un esfuerzo formativo en el corto plazo antes de ver los resultados.

#### **5.4.3 Análisis del macroproceso para la propuesta #1**

La reasignación de actividades, se basó en las capacidades actuales y de las necesidades de cada una de las partes del proceso. El objetivo, como ya se mencionó, en un uso equitativo de los recursos humanos disponibles, en evitar cuellos de botella y en maximizar la eficiencia global del flujo de trabajo.

A continuación, se muestra un planteamiento de distribución de tareas según este análisis:

1. **Pesado de ingredientes:** Se mantiene con Operaria 1, ya que la carga de trabajo es baja, permitiendo que esta operaria se enfoque en otras tareas.
2. **Mezclado:** Las tareas de mezclado se distribuye entre dos operarias, lo que ayuda a evitar la sobrecarga de trabajo en una sola persona y fomenta la colaboración.
3. **Moldeado:** Esta actividad se mantiene con la participación de varias operarias, dado que requiere un esfuerzo conjunto para su correcta ejecución, pero solo la 1 y 2.
4. **Horneado:** Se asigna a Operaria 1 y 2, lo que permite equilibrar la carga de trabajo y asegurar que todas las operarias tengan tareas manejables.
5. **Enfriado:** Se mantiene con Operaria 3, quien tiene una carga de trabajo razonable, contribuyendo a la eficiencia del proceso.

6. **Empaque:** Se asigna a Operaria 2 y 3, lo que ayuda a distribuir mejor la carga de trabajo y a maximizar la productividad.

Se trata de mejoras que ayudan a que el entorno laboral resulte más equilibrado y productivo, y fomentan la colaboración y el bienestar de todas las operarias encargadas de la producción.

A continuación, aparecen las tablas con los tiempos de ciclo redistribuidos, y después la nueva tabla de capacidad productiva. Todos ellos son elementos que pueden ser utilizados para verificar los resultados que se han desarrollado con la introducción de la mejora propuesta, y constituyen una muestra de un uso más eficiente de los recursos y de una mejor eficiencia operativa.

***Tabla 14 Tiempos de Ciclo Tareas Redistribuidas***

Actividad / Recurso	Recurso Humano	Máquina	% Operario - Máquina	Máquina (min x batch)	Operarios (min x batch x recurso)	Total (min x batch)
Pesado de ingredientes	Operaria 1		100%	0	5,65	5,65
Mezclado 1	Operaria 1	Batidora	100%		2,32	2,32
Mezclado 2	Operaria 2		100%	0	2,47	2,47
Mezclado 3	Operaria 2		100%	0	2,25	2,25
Mezclado 4	Operaria 2		100%	0	2,29	2,29
Moldeado	Operaria 1, 2		100%	0	37,11	37,11

Horneado	Operaria 1, 2	Horno	25%	7,48	22,45	29,93
Enfriado	Operaria 3	Enfriado (bandejas)	100%	0	9,76	9,76
Empaque	Operaria 3 & 2		100%	0	65,57	65,57

*Fuente: Elaboración propia*

*\*Para efectos de cálculo se mantendrán los promedios de tiempo obtenidos en el muestreo para hacer un ejercicio donde se proyecte la nueva capacidad productiva.*

#### 5.4.4 Resultados de la Distribución de Cargas

**Tabla 15 Nueva Capacidad Productiva Tareas Redistribuidas**

Actividad / Recurso	Tiempo de Ciclo min/batch	Tiempo de Ciclo hora/batch	Capacidad batch x día x 1 recurso	Numero de recursos	Capacidad batch x día x todos los recursos	Tasa de utilización
Horneado	7,48	8,02	52,12	1	52,12	9,93
Operaria 1	67,53	0,89	5,78	1	5,78	89,64
Operaria 2	64,28	0,93	6,07	1	6,07	85,33
Operaria 3	75,33	0,80	5,18	1	5,18	100,00
Enfriado	9,76	6,15	39,94	5	199,72	2,59
Capacidad productiva actualizada con la redistribución						
Cuello de Botella						5,18

Eficiencia Operativa	57,50
<b>Mejoramiento de eficiencia operativa</b>	<b>23,21</b>

*Fuente: Elaboración propia*

#### 5.4.5 Conclusiones de la Propuesta #1

El cambio en las tareas de Valud Foods supone algo más que un cambio operativo; es un cambio fundamental en la manera de tratar la producción y el talento en la empresa.

Antes de esta intervención había un cuello de botella del 2,89 y una eficiencia operativa del 34,29%, que reflejaban que se trataba de un proceso muy centralizado y en última instancia dependiente de la dueña de la empresa.

El cuello de botella tras la aplicación de esta propuesta pasó a ser de 5,18 y la eficiencia operativa **llegó al 57,50 %, un incremento del 23,21 % en la utilización de los recursos internos.**

Este avance supone un cambio de gran alcance en distintos niveles. Por un lado, aumenta directamente la eficiencia operativa y la capacidad productiva de la compañía, y se trata de un convenio que facilita un flujo de trabajo más equilibrado, continuo y sostenible.

Si las tareas quedan repartidas más equitativamente entre las empleadas, no solo se reduce la carga de trabajo de unas pocas, sino que también se construye un ambiente más cooperativo y profesional en el que cada una sabe perfectamente cuál es su función.

Asimismo, ejerce una labor de profesionalización en la planilla, reduciendo las dependencias críticas, en especial las centradas en torno a la propietaria, y tratando de crear un modelo de operación más autónomo y resistente.

Lo más importante es su capacidad para adaptarse a trabajadores nuevos durante las rotaciones, una vez más porque los procedimientos son susceptibles de ser comprendidos y resulta sencillo acceder a ellos en vez de que estén guardados en la cabeza de un único recurso.

Esta mayor transparencia operativa conlleva mejores inducciones e integración de equipos, así como una mayor capacidad para adaptarse con rapidez a los cambios, con la ventaja adicional de que resultan más fáciles los procesos de aprendizaje para el mantenimiento de los constituyentes negocio.

Además de estos efectos directos hay otros beneficios indirectos que resultan igual de vitales para la sostenibilidad y la futura proyección de Valud Foods. Además, reduce la dependencia de la propietaria, por lo que disminuyen las probabilidades de que factores externos, como las ausencias imprevistas o la sobrecarga de trabajo, dejen la operación paralizada.

Eso proporciona una mayor continuidad productiva y tranquilidad para la gestión del día a día. También está mejor equipada para el crecimiento orgánico, la posibilidad de asumir nuevos encargos o de diversificar la línea de producción, sin poner en peligro ni la calidad del trabajo ni el ritmo al que se hacen las cosas, una vez que conozca mejor cuál es la capacidad instalada de la que dispone gracias a la redistribución.

## 5.5 Propuesta #2: Redistribución de Cargas + Automatización Parcial del Proceso

Tal como se mencionó al inicio de este capítulo, esta segunda propuesta es complementaria a la primera y se centra en la automatización parcial de **uno de los puntos más críticos del proceso productivo: el horneado.**

Esta etapa ha sido identificada como uno de los principales cuellos de botella debido a su alta demanda operativa, tiempos variables y dependencia de la fundadora para garantizar uniformidad en la cocción.

La solución propuesta consiste en la incorporación de un horno eléctrico de cinta transportadora modelo Star UM1850A Ultra-Max®, que utiliza tecnología de impingement (inyección de aire caliente dirigido) para lograr una cocción rápida, uniforme y eficiente.

**Figura 15 Star Holman and Ultra-Max Commercial Conveyor Ovens**



*Fuente: Compañía Star MGF*

## Especificaciones Técnicas

- **Modelo:** Star UM1850A Ultra-Max®
- **Tipo:** Horno eléctrico de cinta transportadora (impingement) para encimera
- **Belt (cinta transportadora):** 18" de ancho x 50" de largo
- **Cámara de cocción:** 24" de largo x 4" de alto
- **Potencia:** 6000 W
- **Voltaje:** 208V, 1 fase, 60 Hz
- **Temperatura:** 150°F a 550°F (66°C a 288°C)
- **Construcción:** Acero inoxidable y acero aluminizado
- **Controles:** Digitales con pantalla LED y 6 preajustes programables
- **Dirección de la cinta:** Izquierda a derecha (convertible en el campo a derecha a izquierda)
- **Certificaciones:** cULus, UL EPH
- **Peso:** 290 lbs (aproximadamente 131 kg)
- **Dimensiones generales:** 50" de ancho x 30.4" de profundidad x 20" de altura

*Fuente: Compañía Star MGF*

### 5.5.1 Beneficios de la Propuesta #2

Este equipo permite optimizar considerablemente el proceso de horneado tanto en tiempos como en calidad, reduciendo la variabilidad asociada al manejo manual.

#### **Cocción rápida y uniforme:**

Uno de los principales beneficios de este horno es su avanzada tecnología de *impingement*, que permite reducir de forma considerable los tiempos de cocción en comparación con los hornos de convección tradicionales. Esta tecnología impulsa aire caliente a alta velocidad directamente sobre el producto, lo que garantiza una cocción más rápida y homogénea. En el caso de los chips de garbanzo, esto se traduce en un horneado parejo, con una textura crujiente

y un acabado profesional en cada unidad, asegurando una mayor eficiencia sin comprometer la calidad del producto final.

#### **Alta versatilidad para nuevos desarrollos:**

Este equipo no solo se adapta perfectamente al proceso actual de producción de chips de garbanzo, sino que también abre la puerta a una mayor diversificación. Su capacidad para trabajar con distintos tipos de productos horneados lo convierte en una herramienta estratégica dentro de la planta, especialmente útil si se considera la futura incorporación de líneas de productos nutracéuticos o alimentos funcionales. Es una inversión que no solo responde a una necesidad inmediata, sino que aporta valor a largo plazo por su adaptabilidad.

#### **Diseñado para facilitar la limpieza y el mantenimiento:**

El horno está pensado para operar en entornos productivos exigentes, por lo que incluye un panel frontal removible y una cámara de cocción equipada con "dedos" de impingement que pueden desmontarse fácilmente. Esto permite realizar limpiezas rápidas, profundas y seguras, lo cual no solo mejora la higiene general del equipo, sino que también reduce significativamente los tiempos de inactividad entre turnos o lotes de producción, optimizando el rendimiento operativo.

#### **Sistema de enfriamiento activo que cuida la inversión:**

A diferencia de otros hornos, este modelo incorpora un sistema de ventilación activa que introduce aire externo para mantener frescos los componentes electrónicos internos. Esta característica es fundamental para preservar la estabilidad y el buen funcionamiento del equipo en el tiempo, ya que previene el sobrecalentamiento y extiende la vida útil del horno, cuidando así la inversión realizada.

### **Instalación flexible que permite crecer sin grandes obras:**

Otro gran valor agregado de este horno es su diseño compacto y funcional. Está pensado para instalarse sobre una encimera sin necesidad de ventilación externa, lo que facilita su ubicación en espacios reducidos o cocinas industriales ya operativas. Además, permite apilar hasta dos unidades en vertical, lo que ofrece la posibilidad de escalar la producción sin tener que ampliar el espacio físico ni realizar grandes inversiones adicionales en infraestructura. Esto lo convierte en una solución eficiente y escalable para acompañar el crecimiento del negocio.

#### **5.5.2 Retos de la Propuesta #2**

Aunque la automatización parcial del proceso de horneado mediante la incorporación del horno Star UM1850A ofrece importantes beneficios en términos de eficiencia y calidad, su implementación también conlleva una serie de desafíos que deben ser cuidadosamente gestionados para garantizar el éxito de la mejora. A continuación, se detallan los principales retos:

- **Inversión Inicial en Maquinaria:** La adquisición de un horno industrial de estas características implica una inversión de capital significativa (\$14.000 mil dólares). Esta inversión no solo incluye el costo directo del equipo, sino también gastos asociados como transporte, instalación, posibles modificaciones eléctricas y adecuación del espacio físico. Para justificar esta inversión, es fundamental realizar un análisis de retorno (ROI) que considere el ahorro en mano de obra, la mejora en la productividad y la reducción de desperdicios.

- **Adaptación del Espacio Físico:** El horno es para encimera y no necesita ventilación externa, pero aún necesita su espacio, y el que se le dedique debe cumplir con los requisitos de ventilación general, flujo operativo y seguridad eléctrica. Algunas veces, el equipo de producción ha de adaptar la maquinaria, instalar conexiones de red específicas o reforzar su mobiliario para soportar el tamaño y el peso del dispositivo.
- **Capacitación Técnica del Personal:** Para garantizar un uso seguro y eficiente del horno, será imprescindible capacitar al personal operativo y técnico. Esto incluye la comprensión de los principios de funcionamiento del horno, el ajuste de parámetros de cocción, los procedimientos de encendido/apagado y las rutinas de mantenimiento preventivo. La curva de aprendizaje inicial puede generar una reducción temporal en la eficiencia hasta que el equipo sea plenamente dominado.
- **Riesgo de Dependencia Tecnológica:** A medida que una tecnología automatiza una etapa vital del proceso, resulta cada vez más difícil prescindir de ella. A falta de sólidos protocolos de mantenimiento y de contingencia, cualquier fallo del horno podría llevar a parones imprevistos de la producción, lo cual supondría dificultades a la hora de atender a los pedidos o mantener las instalaciones operativas. Por tanto, es esencial tener un plan de respaldo que incluya mantenimiento preventivo programado, material de recambio y alguien que pueda prestar apoyos técnicos.
- **Integración al Flujo de Producción Actual:** La incorporación del horno debe sincronizarse correctamente con las etapas anteriores y posteriores del proceso productivo. Si no se ajusta adecuadamente el ritmo de producción o los tiempos de ciclo, existe el riesgo de crear desbalances operativos o cuellos de botella en otras

etapas. Será necesario revisar y, de ser necesario, rediseñar parcialmente el flujo de trabajo para asegurar una integración fluida.

### 5.5.3 Análisis del macroproceso para la propuesta #2

En esta sección, entonces se mostrará el aporte que brinda la automatización productiva que brinda el horno anteriormente descrito, más la redistribución correcta de cargas para Valud Foods.

Con la adquisición del nuevo horno, se estarían reduciendo el tiempo del chip de garbanzo en el horno en 8.63 minutos lo que equivale a 18.31% menos de tiempo en el proceso de horneado, el detalle productivo a continuación.

**Tabla 16 Tiempos de Ciclo Tareas Redistribuidas + Actualización Parcial (Horno)**

Actividad / Recurso	Recurso Humano	Máquina	% Operario - Máquina	Máquina (min x batch)	Operarios (min x batch x recurso)	Total (min x batch)
Pesado de ingredientes	Operaria 1		100%	0	5,65	5,65
Mezclado 1	Operaria 1	Batidora	100%		2,32	2,32
Mezclado 2	Operaria 2		100%	0	2,47	2,47
Mezclado 3	Operaria 2		100%	0	2,25	2,25
Mezclado 4	Operaria 2		100%	0	2,29	2,29
Moldeado	Operaria 1		100%	0	37,11	37,11
Horneado		Horno	0%	21,30	0,00	21,30
Enfriado	Operaria 3	Enfriado(bandejas)	100%	0	9,76	9,76
Empaque	Operaria 3 & 2		100%	0	65,57	65,57

*Fuente: Elaboración propia*

*\*Para efectos de cálculo se mantendrán los promedios de tiempo obtenidos en el muestreo para hacer un ejercicio donde se proyecte la nueva capacidad productiva.*

#### 5.5.4 Resultados de la distribución de cargas

**Tabla 17 Capacidad Productiva Tareas Redistribuidas + Actualización Parcial (Horno)**

Actividad / Recurso	Tiempo de Ciclo min/batch	Tiempo de Ciclo hora/batch	Capacidad batch x día x 1 recurso	Numero de recursos	Capacidad batch x día x todos los recursos	Tasa de utilización
Horneado	21,30	2,82	18,31	1	18,31	30,30
Operaria 1	54,85	1,09	7,11	1	7,11	78,03
Operaria 2	70,29	0,85	5,55	1	5,55	100,00
Operaria 3	65,57	0,92	5,95	1	5,95	93,28
Enfriado	9,76	6,15	39,94	5	199,72	2,78
<b>Capacidad productiva actualizada con la redistribución</b>						
Cuello de Botella						5,55
Eficiencia Operativa						60,88
<b>Mejoramiento de eficiencia operativa</b>						<b>26, 59</b> <i>(diferencia 3,38% de la propuesta #1)</i>

*Fuente: Elaboración propia*

#### 5.5.5 Conclusiones de la Propuesta #2

Antes de la automatización, el proceso de horneado requería vigilancia constante por parte del operario, ajustes manuales en temperatura y tiempos, y presentaba variabilidad en los resultados finales, lo que afectaba tanto la eficiencia como la calidad del producto. Con la incorporación del horno de cinta transportadora:

- Se estandarizan los tiempos de horneado.
- Se elimina la necesidad de supervisión constante.
- Se mejora la capacidad de producción por hora.
- Se reduce la fatiga operativa y la dependencia del factor humano en una etapa crítica.

Además, el diseño del horno permite integrarse de manera sencilla al flujo de trabajo actual sin requerimientos de infraestructura complejos, lo que facilita su instalación y puesta en marcha.

La implementación de este horno representa un avance en términos de eficiencia operativa, reducción de tiempos de ciclo y mejora en la calidad del producto final. Sin embargo, el mejoramiento de eficiencia operativa valorando únicamente la implementación del horno representa apenas un 3.38%, aunque sumando a la primera propuesta alcanza una tasa importante de mejora, es vital realizar más análisis que permitan complementar la toma de decisión sobre estas propuestas.

La implementación del horno Star UM1850A representa una apuesta por la modernización y eficiencia del proceso de horneado. Sin embargo, su adopción debe ser cuidadosamente planificada, considerando tanto los beneficios como los retos operativos, técnicos y

financieros. La gestión proactiva de estos desafíos será clave para asegurar que la mejora no solo sea sostenible, sino también escalable a futuro.

## **5.6 Aumento en la Producción con las Propuestas #1 y #2**

Las propuestas de mejora planteadas se han formulado de manera estratégica, con el objetivo de generar un impacto productivo. Cada recurso ofrece un análisis de los procesos, presenta una de las recomendaciones y trata de ayudar a la optimización de los recursos, la reducción de los tiempos muertos y el aumento de la eficiencia en las operaciones.

Por consiguiente, se les presenta el par de situaciones en forma de comparaciones que se indican a continuación y los beneficios estimados. Se trate de la situación que sea, las mejoras llevadas a cabo incrementan el rendimiento de los recursos, pero asimismo tienen un efecto directo sobre la capacidad de producción.

:Para esto debe retomarse, en la siguiente tabla comparativa la producción actual, más la esperada con las mejoras.

**Tabla 18 Comparativa de Producción Real vs Propuestas 1 y 2**

<b>Condición</b>	<b>Capacidad productiva (batch x día)</b>	<b>Producción Mensual (Paquetes x mes)</b>	<b>Precio Costo (colónes x paquete)</b>	<b>Precio venta (colónes x paquete)</b>	<b>Utilidad (colónes x paquete)</b>	<b>Utilidad Mensual (colónes x paquete)</b>
<b>Capacidad Real</b>	2,89	451,03	CRC 1 980,00	CRC 3 015,00	CRC 1 035,00	CRC 466 812,20
<b>Propuesta 1 Reorganización de Cargas</b>	5,18	807,61	CRC 1 980,00	CRC 3 015,00	CRC 1 035,00	CRC 835 876,99
<b>Propuesta 2 – Reorganización del Cargas + Automatización</b>	5,55	865,54	CRC 1 980,00	CRC 3 015,00	CRC 1 035,00	CRC 895 830,23

*Fuente: Elaboración Propia*

Como se mencionó anteriormente las proyecciones permitían estimar un potencial de crecimiento mensual de **al menos 400 paquetes adicionales**, que actualmente no se están capitalizando por desconocimiento y optimización de la capacidad productiva.

Con ambas propuestas es posible satisfacer esa demanda. Así que, ante la pregunta y preocupación de la propietaria sobre atender nuevos mercados, pero no perder su contrato con Automercado. Con toda certeza se pudo comprobar que tanto con la distribución de cargas como con la implementación del horno la producción estaría superando los 800 paquetes al mes.

De modo que Valud Foods, podría retomar su posicionamiento en redes sociales, sitio web, no desaprovechar ferias de emprendedores o bien probar nuevos puntos de distribución.

### **5.6.1 Análisis Comparativo de Productividad y Propuestas de Mejora**

La anterior tabla presenta una comparación entre la condición actual del negocio y dos propuestas de mejora diseñadas para aumentar la productividad y la utilidad mensual, sin comprometer el bienestar del personal ni la calidad del producto.

Tal como se analizó en el capítulo anterior, la condición real presenta una capacidad productiva limitada (2.89) que se traduce en una producción mensual de 451.03 paquetes de chips, con una utilidad mensual de CRC 466,812.20.

Esta situación responde a una distribución de cargas operativas poco balanceada, con alta

dependencia de la fundadora para tareas críticas, generando cuello de botella y posibles riesgos operativos. Con base en ese diagnóstico, se desarrollaron dos propuestas:

### **Propuesta #1**

Esta reorganización permite alcanzar una capacidad productiva de 5.18 y una producción mensual de 807.61 paquetes. Gracias a esta mejora en eficiencia, la utilidad mensual prácticamente se **duplica**, alcanzando los **CRC 835,876.99**.

Este resultado se logra mediante un proceso exhaustivo de análisis y simulación de escenarios, con el fin de reducir la sobrecarga de tareas en ciertos puestos, aumentar la participación equitativa y disminuir la dependencia extrema de la propietaria, fomentando así un ambiente de trabajo más colaborativo y sostenible.

### **Propuesta #2**

Esta segunda propuesta es complementaria a la anterior y se enfoca en automatizar uno de los puntos más críticos del proceso productivo: el horneado.

Esta innovación permite elevar la capacidad productiva a 5.55 y alcanzar una producción mensual de 865.54 paquetes. En consecuencia, la utilidad mensual asciende a **CRC 895,830.23**, representando el escenario más productivo de los evaluados.

Además, como ya se mencionó, ambas permiten atender el mercado potencial no explotado.

## **5.7 Análisis de Impacto y Resultados de cada propuesta**

Uno de los principales objetivos del presente trabajo es el de detectar por qué la organización no está siendo todo lo productiva que podría ser, y a continuación presentar algunas

soluciones realistas que podrían permitirle mejorar su funcionamiento sin arriesgar su mantenimiento a largo plazo.

Su diagnóstico inicial había revelado numerosos factores que influyen directamente en la eficacia de este proceso, organizativos y operativos: Las causas van desde la falta de planificación y manuales operativos, escriben, hasta la alta dependencia de los procesos manuales, sobre todo en etapas críticas como el horneado.

A partir de estos resultados, comenzaron a ofrecerse dos propuestas para atacar dichas causas desde diferentes perspectivas: reorganizar el trabajo humano (Propuesta 1) y reestructurarlo y complementarlo con una automatización parcial del proceso (Propuesta 2).

La Tabla 18 a continuación detalla la aportación de cada una de estas propuestas a los nuevos factores identificados, en términos del porcentaje de cada propuesta individual y de su suma acumulada.

**Tabla 19 Impacto de las Mejoras en las Causas Detectadas**

<b>Propuesta</b>	<b>Causa</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
#1 Redistribución de Cargas	Falta de manuales escritos o guías visuales para control de calidad	9%	19%
	Mano de obra no calificada	2%	
	Falta de planificación de compras y abastecimiento.	8%	
#2 Redistribución de Cargas + Automatización parcial del Proceso	Falta de manuales escritos o guías visuales para control de calidad	9%	30%
	Mano de obra no calificada	2%	
	Falta de planificación de compras y abastecimiento.	8%	

	Dependencia de procesos manuales (colocación en bandejas, inspección de horneado, empaque).	10%	
	Posibles cuellos de botella en el moldeado y horneado.	3%	

*Fuente: Elaboración Propia*

La Propuesta #1: Redistribución de Cargas se enfoca en reorganizar el trabajo para crear un entorno más balanceado y sostenible entre las operarias, promoviendo un mayor involucramiento colectivo, reduciendo la sobrecarga de tareas en una sola persona (la fundadora), y disminuyendo la posibilidad de errores por fatiga o dependencia. Esta propuesta tiene un impacto directo sobre tres causas fundamentales:

- La falta de manuales escritos o guías visuales para control de calidad (9 %),
- La mano de obra no calificada (2 %), y
- La falta de planificación de compras y abastecimiento (8 %).

En conjunto, estas mejoras cubren un 19 % del total de las causas detectadas, representando un avance importante en términos de estructura operativa, cultura de trabajo y planificación, aunque todavía dejan sin abordar ciertos puntos críticos del proceso productivo.

En contraste, la Propuesta #2: Redistribución de Cargas + Automatización Parcial del Proceso amplía significativamente el alcance de mejora al incluir la incorporación de un horno automatizado, lo cual permite intervenir directamente en las etapas más críticas del proceso productivo: el moldeado y horneado. Esta propuesta mantiene el abordaje sobre las tres causas tratadas por la Propuesta 1, y adicionalmente impacta dos causas más:

- La dependencia de procesos manuales como la colocación en bandejas, inspección y empaque (10 %)
- Los cuellos de botella en el moldeado y horneado (3 %)

Gracias a esta ampliación del alcance, la Propuesta 2 logra intervenir en un 30 % del total de causas identificadas, consolidándose como una solución más robusta y de mayor efecto transformador.

Ambas propuestas representan avances importantes y complementarios. La Propuesta 1 sienta las bases de una mejora estructural y organizativa indispensable para el funcionamiento eficiente y equitativo del equipo. Por su parte, la Propuesta 2 va un paso más allá al integrar la tecnología como un habilitador clave para desbloquear capacidades productivas, reducir tiempos operativos y mitigar riesgos asociados a la dependencia humana en etapas críticas.

Por tanto, si bien ambas son necesarias, la Propuesta 2 demuestra una mayor capacidad de respuesta ante los problemas productivos de la organización, al atacar tanto las causas estructurales como las operativas con una visión más integral.

## **5.8 Análisis Financiero de las Propuestas**

Este apartado presenta el desglose y análisis técnico de dos propuestas de implementación vinculadas a la mejora de procesos operativos mediante capacitación y adquisición de equipamiento.

Ambas fueron estructuradas con base en datos reales, normativas nacionales y validación directa con la propietaria del proyecto, con el fin de garantizar el realismo del presupuesto y la viabilidad técnica de la inversión.

### **5.8.1 Detalle de Costos de la Propuesta #1**

La Propuesta #1 implica la capacitación del personal y la elaboración de recursos visuales que contribuyan a institucionalizar buenas prácticas dentro de la organización. El costo total estimado de esta propuesta es de CRC 130 133,00, desglosado de la siguiente manera:

#### **Recursos humanos – CRC 110 133,00**

Este rubro representa el mayor componente del presupuesto. El cálculo está basado en el salario mínimo diario para ocupación no calificada según el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS) de Costa Rica, equivalente a ₡12.237.

Se contempla la contratación de 3 operarias durante un período de 3 días de capacitación, sin incluir horas extra. La fórmula aplicada fue validada con la propietaria del proyecto para asegurar que el modelo reflejara condiciones reales y adecuadas para la operación.

#### **Materiales de apoyo – CRC 20 000,00**

Este monto se asigna a la elaboración y reproducción de manuales impresos, guías visuales y otros recursos clave. Su finalidad es documentar los procedimientos estandarizados e impulsar una cultura de calidad en torno a los procesos trabajados durante la capacitación. Estos materiales también servirán como soporte para futuras sesiones formativas internas.

#### **Maquinaria, envíos y remodelaciones – CRC 0,00**

La propuesta no incluye ningún tipo de inversión en maquinaria, transporte o adecuaciones físicas, ya que se enfoca exclusivamente en fortalecer el componente humano y documental.

Con una inversión relativamente baja, esta propuesta se enfoca en capacitar operarias, mejorar la comprensión de los procesos internos y reforzar la cultura organizacional mediante materiales de apoyo. Representa una opción de intervención ágil, de rápida ejecución y bajo riesgo financiero.

### **5.8.2 Detalle de Costos – Propuesta #2**

La Propuesta #2 amplía el alcance de la Propuesta 1, integrando los componentes de capacitación y materiales de apoyo, y añadiendo una inversión estratégica en maquinaria industrial, logística de importación y adecuaciones físicas.

Esta propuesta se orienta a la modernización operativa, con una perspectiva de largo plazo y una apuesta por la eficiencia y escalabilidad del sistema productivo. El costo total estimado de la Propuesta 2 asciende a CRC 8 076 555,00, estructurado de la siguiente manera:

#### **Recursos humanos – CRC 73 422,00**

Este monto cubre la capacitación de operarias en condiciones similares a las establecidas en la Propuesta 1. La diferencia en valor se debe a ajustes proyectados por el uso de maquinaria que reducirá el tiempo de intervención humana directa. El cálculo considera los salarios diarios mínimos del MTSS y jornadas de 3 días para 3 personas.

#### **Maquinaria – CRC 6 240 000,00**

Esta propuesta contempla la adquisición del horno industrial Star UM1850A Ultra-Max®, un equipo de alto rendimiento diseñado para mejorar la estandarización, productividad y eficiencia energética en procesos térmicos. El precio corresponde a una cotización en dólares convertida a colones costarricenses utilizando un tipo de cambio de ₡520, lo que arroja un valor equivalente a \$12.000,00.

### **Materiales de apoyo – CRC 20 000,00**

Al igual que en la Propuesta 1, se incluyen los recursos impresos (manuales, fichas visuales, protocolos) fundamentales para el manejo adecuado de la nueva maquinaria, la formación técnica del personal y el aseguramiento de una cultura organizacional orientada a la calidad.

### **Envíos – CRC 1 508 000,00**

Este costo fue calculado a partir del peso estimado del horno (290 libras) y una tarifa internacional de envío de \$10 por libra, lo que equivale a ¢5.200 por libra con base en el tipo de cambio mencionado. El monto total cubre gastos de transporte, manejo, seguro, instalación técnica y potencial importación del equipo.

### **Remodelaciones – CRC 125 000,00**

Se incluyen adecuaciones físicas necesarias para la instalación del horno, como ajustes eléctricos, reforzamiento de estructura o instalación de salidas de aire/calor, según las condiciones técnicas requeridas por el equipo.

La Propuesta #2 representa una solución integral y a largo plazo. Incluye tanto los elementos humanos y formativos de la Propuesta #1, como una robusta inversión en activos físicos que transforman estructuralmente el proceso. Aunque su costo es significativamente mayor, también ofrece mayores oportunidades de automatización, eficiencia, estandarización del producto y sostenibilidad operativa.

**Tabla 20 Detalle de Costos de la Propuesta #1 vs Propuesta #2**

Costos	Recursos humanos	Maquinaria	Materiales de apoyo	Envíos	Remodelaciones	Costos Totales
Propuesta #1	CRC 110 133	-	CRC 20 000	-	-	CRC 130 133
Propuesta #2	CRC 73 422	CRC 6 240 000	-	CRC 1 508 000	CRC 125 000	CRC 7 946 422*

Fuente: Elaboración Propia

\*El costo real de la propuesta #2 considera la #1 de modo que el costo real es **CRC 8 076 555**.

**Tabla 21 Costos Capacitación del Personal**

Costos capacitación del personal	Operarias	Días	*Costo diario individual	Costo diario grupal	**Costo total
Inversión en capacitación. Propuesta #1	3	3	CRC 12 237,00	CRC 36 711,00	CRC 110 133,00
Inversión en capacitación. Propuesta #2	3	2	CRC 12 237,00	CRC 24 474,00	CRC 73 422,00

Fuente: Elaboración Propia

\*Pago diario basado en la ocupación no calificada según el salario mínimo diario del MTSS Costa Rica: ₡12.237.

\*\*El cálculo del costo total contempla el salario de 3 operarias durante 3 días de capacitación, sin incluir horas extra.

El tipo de cambio fue considerado por el precio original del horno en dólares, así mismo, el costo del envío que en este caso por 290 lbs (aproximadamente 131 kg) corresponde a CRC 1 508 000, como y se mencionó anteriormente.

**Tabla 22 Otros Costos Asociados**

<b>Tipo de cambio</b>	
520	

<b>Costo del Horno en dólares</b>	<b>Costo del Horno en colones</b>
\$ 12 000,00	CRC 6 240 000,00
<b>Costo de envío por libra</b>	<b>Costo de envío por libra</b>
\$ 10,00	CRC 5 200,00

Fuente: Elaboración Propia

## 5.9 Análisis de Rentabilidad y Retorno de la Inversión

Es relevante destacar que la TMAR utilizada para el cálculo financiero es del 12%, anual un valor proporcionado por la empresa, ya que se alinea con sus objetivos y necesidades estratégicas. Para efectos de cálculo la propuesta #1 será TMAR 1% mensual.

**Tabla 23 TIR Y VAN Propuesta #1**

<b>Periodo</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo Acumulado</b>
Mes 0	CRC (130 133,00)	CRC (130 133,00)
Mes 1	CRC 369 064,79	CRC 238 931,79
Mes 2	CRC 369 064,79	CRC 607 996,58
Mes 3	CRC 369 064,79	CRC 977 061,37
Mes 4	CRC 369 064,79	CRC 1 346 126,16
Mes 5	CRC 369 064,79	CRC 1 715 190,95
<b>TIR (mensual)</b>	<b>283,26%</b>	
<b>VAN</b>	<b>CRC 1 661 097,58</b>	

\*TMAR 1% Mensual.

Fuente: Elaboración Propia

Esta tabla refleja el plan financiero de la Propuesta #1, que se centraba en la redistribución de las cargas de trabajo con el fin de incrementar la eficiencia operativa. Indica cuánto costará el proyecto previsto para seis meses, además de los dos indicadores más importantes para determinar si se trata de una propuesta económicamente realista, la TIR y el VAN:

El costo de ejecutar la propuesta —tal vez en la formación que recibieron, en su ajuste operativo o en aquellas herramientas internas que permiten repartir el trabajo— asciende a 130.133,00 de colones en el mes 0. La producción ha aumentado y el beneficio mensual es mayor gracias a la mejora introducida, por lo que el ingreso entre el mes 1 y el mes 5 es constante, de 369.064,79 CRC al mes.

El análisis incluye dos indicadores financieros fundamentales:

TIR mensual: Se estima en un 283,26 %, lo que indica una altísima rentabilidad del proyecto en relación con la inversión realizada. Esta cifra refleja que la propuesta recupera su costo inicial rápidamente y genera beneficios superiores en muy corto plazo.

VAN: El Valor Actual Neto asciende a CRC 1.661.097,58, lo que demuestra que, una vez descontados los costos, la propuesta genera un valor económico adicional significativo para la empresa.

Por todo ello, los datos demuestran que la Propuesta #1 es no solo técnicamente posible y ventajosa en el plano organizacional, sino también muy rentable; además, sirve para justificar la adopción de dicho cambio como una medida estratégica inicial encaminada hacia una operativa más sostenible.

**Tabla 24 TIR Y VAN Propuesta #2**

<b>Periodo</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo Acumulado</b>
Año 0	CRC (8 076 555,00)	CRC (8 076 555,00)
Año 1	CRC 5 148 216,36	CRC (2 928 338,64)
Año 2	CRC 5 148 216,36	CRC 2 219 877,72
Año 3	CRC 5 148 216,36	CRC 7 368 094,08
Año 4	CRC 5 148 216,36	CRC 12 516 310,44
Año 5	CRC 5 148 216,36	CRC 17 664 526,81
<b>TIR (anual)</b>	<b>57,08%</b>	
<b>VAN</b>	<b>CRC 10 481 612,82</b>	

12 Meses   TMAR 12%
<b>CRC 429 018,03</b>
<b>CRC 5 148 216,36</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

La tabla expone el análisis financiero de la Propuesta #2, la cual combina la reorganización del equipo con la automatización parcial del proceso productivo mediante la incorporación de un horno industrial. Este análisis cubre un horizonte temporal de cinco años y contempla tanto la inversión inicial como los flujos de ingreso esperados a partir del primer año de operación.

En el Año 0, se incurre en una inversión inicial de CRC 8.076.555,00, correspondiente a la compra e instalación del horno, además de los costos asociados a la implementación técnica y operativa.

A partir del Año 1, se proyecta un ingreso constante anual de CRC 5.148.216,36, derivado del aumento en la capacidad productiva, eficiencia del horneado y mayor utilidad mensual.

El análisis financiero incluye los siguientes indicadores clave:

TIR (Tasa Interna de Retorno anual): 57,08 %, lo que indica una rentabilidad sólida muy superior a la Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR) establecida por la empresa en 12 % anual. Esto demuestra que la propuesta no solo cumple, sino que supera ampliamente los criterios de rentabilidad exigidos por la organización.

VAN (Valor Actual Neto): CRC 10.481.612,82, lo cual representa el valor presente de los beneficios económicos generados por la inversión, una vez descontados los costos iniciales.

Un VAN positivo y elevado como este indica una alta creación de valor para la empresa.

Este análisis confirma que la Propuesta #2 es financieramente viable rentable, especialmente cuando se considera su efecto transformador en la operación al automatizar una etapa crítica del proceso. Aunque su inversión inicial es significativamente mayor que la de la Propuesta #1, su impacto económico también lo es, con retornos sólidos a mediano plazo y un alineamiento claro con los objetivos estratégicos de crecimiento y eficiencia de la organización.

## **5.10 Tomando una Decisión: Propuesta Seleccionada**

Tras haber estudiado a fondo las dificultades de productividad de Valud Foods, develaron dos propuestas para su mejora operativa y económica. Las dos se calificaron en función de varios criterios: capacidad de resolver los cuellos de botella identificados, factibilidad de implementación, impacto económico y ajuste con la estrategia global de la empresa.

En esta etapa se espera llegar a una decisión informada y explicada acerca de cuál de las dos propuestas es mejor para Valud Foods, en base a su eficacia, retorno y al hecho de si es factible o no en la situación actual del negocio.

**Tabla 25 Ponderación de Factores**

Criterios	Peso	Propuesta #1		Propuesta #2	
		Calificación	(P)x calificación	Calificación	(P)x calificación
Análisis cualitativo	15%	90	13,5	70	10,5
Análisis de rentabilidad	55%	100	55	80	44
Capacidad de resolver los problemas	30%	75	22,5	100	30
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>91</b>		<b>84,5</b>	

*Fuente: Elaboración Propia*

### **Impacto sobre las Causas y Rentabilidad**

Desde un punto de vista técnico-operativo, la Propuesta #2 es más abarcadora a la hora de enfrentar las causas críticas. Según la tabla de impacto, esta propuesta consigue abordar el 30 % de todas las causas detectadas, tanto estructurales (planificación, guías de calidad) como operativas (automatización del horneado y reducción de cuellos de botella).

Por el contrario, la Propuesta #1 trata el 19 % de las causas, que son todas de carácter organizativo y estructural. No se trata de una gran parte, pero su enfoque es estratégico, porque aborda algunos puntos críticos que tienen una influencia general en la eficacia del sistema.

Desde el punto de vista financiero, ambos modelos de oferta cuentan con algunos valores positivos, pero difieren en su nivel de inversión y en el rendimiento asociado:

- La Propuesta #1 supone una reducida inversión inicial de CRC 130.133,00 y unos beneficios desde el primer mes que pueden mantenerse en el tiempo. Es una operación con unos beneficios altísimos, de una TIR mensual del 283,26 % y un VAN de 1.661.097,58 CRC, es decir, que permite obtener una alta rentabilidad con poco riesgo y recuperar pronto la inversión.
- La Propuesta #2, por el contrario, requiere una inversión inicial mucho mayor (8.076.555,00), debida a que incluye la compra e instalación del horno industrial. Aunque es un negocio rentable a corto plazo (TIR anual del 57,08 % y VAN de 10.481.612,82 colones costarricenses), la inversión es tan grande que podría acabar siendo una barrera insalvable para Valud Foods tal y como se encuentra en la actualidad: todavía está organizando su estructura interna.

### **Matriz de Ponderación de Factores | Decisión Final**

Para facilitar la toma de decisiones de manera objetiva, se elaboró una matriz de ponderación de factores, en la que se consideraron tres criterios clave:

1. Análisis cualitativo (15 %),
2. Análisis de rentabilidad (55 %)
3. Capacidad de resolver los problemas detectados (30 %).

Cada criterio fue calificado para ambas propuestas y ponderado según su importancia relativa.

Los resultados fueron los siguientes:

- Propuesta #1: 91 puntos
- Propuesta #2: 84,5 puntos

Si bien la segunda propuesta destaca por su capacidad técnica para transformar el proceso productivo y resolver una mayor cantidad de causas raíz, la Propuesta #1 obtiene una mejor puntuación total, debido a su sobresaliente rentabilidad, bajo costo de entrada, y su alineamiento con la capacidad de ejecución real de la empresa.

### **Justificación de la decisión**

En este contexto, y a pesar de que la Propuesta #2 resuelve una mayor proporción de causas y ofrece beneficios sostenibles a largo plazo, Valud Foods ha decidido implementar la Propuesta #1 como solución prioritaria. Esta decisión se basa principalmente en tres razones estratégicas:

1. **Accesibilidad financiera:** La Propuesta #1 representa una inversión mínima que puede ser asumida con recursos propios, sin necesidad de financiamiento externo ni comprometer la liquidez operativa de la empresa.
2. **Alta rentabilidad a corto plazo:** La altísima TIR mensual y el rápido retorno de inversión convierten a esta propuesta en una opción financieramente atractiva, con capacidad para generar excedentes que en el futuro podrían destinarse a nuevas inversiones, como la automatización.
3. **Base estructural para mejoras futuras:** La reorganización del trabajo y la disminución de la dependencia de la fundadora no solo resuelven problemas inmediatos, sino que también preparan el terreno para una segunda etapa de modernización más ambiciosa y tecnológicamente avanzada.

Elegir la propuesta correcta no se trata únicamente de optar por la más sofisticada o la más completa, sino de seleccionar aquella que, en el momento actual, resulte viable, rentable y estratégicamente alineada con la realidad de la empresa. En este caso, la Propuesta #1 es la opción más sensata para Valud Foods, pues permite avanzar hacia una operación más eficiente, equilibrada y rentable, sentando bases sólidas para un crecimiento sostenible.

## **5.11 Control de la implementación**

Así pues, una vez que se decide que la Propuesta #1 – Redistribución de Cargas es la mejor para aumentar la eficiencia operativa en Valud Foods, es necesario crear algunas herramientas de control sólidas para mantenerla en el tiempo.

Sin embargo, estas herramientas no solo servirán para comprobar que la reasignación de tareas progresa según lo planificado, sino que también se convertirán en datos objetivos sobre el rendimiento del equipo, la eficacia del producto y la productividad reinante.

Asimismo, dado que esta es una reestructuración orientada al trabajo humano, han de estar en marcha mecanismos para asegurar un reparto justo de las tareas, para evitar la sobrecarga y para crear un entorno en el que pueda asegurarse la mejoría constante.

### **Pasos para implementar la reorganización de tareas (Propuesta #1)**

#### **1. Socialización del nuevo modelo operativo con el equipo**

El primer paso consiste en comunicar formalmente al equipo de operarias la nueva distribución de funciones, detallando los objetivos de la reorganización, sus beneficios esperados y cómo cada persona contribuye a la mejora de la productividad. Este

espacio debe permitir resolver dudas, escuchar preocupaciones y fomentar el compromiso, asegurando una transición colaborativa y transparente.

## **2. Capacitación del personal según sus nuevas funciones**

Una vez socializada la propuesta, se procederá con la capacitación práctica de cada operaria en las tareas que ahora le corresponden, incluyendo estándares de calidad, manejo de tiempos y buenas prácticas de producción. Esta etapa busca garantizar que todas puedan desempeñar sus nuevas funciones con seguridad y eficiencia, reduciendo la curva de adaptación.

## **3. Implementación de manuales y guías visuales por estación**

Para apoyar la autonomía del equipo y asegurar la estandarización del proceso, se colocarán manuales operativos simplificados y guías visuales en cada estación de trabajo. Esto permitirá minimizar errores, reducir la dependencia de supervisión directa y promover la consistencia en la calidad, incluso si hay rotación de personal o ausencias puntuales.

## **4. Reasignación operativa del tiempo liberado**

Con la nueva distribución, algunas tareas que antes recaían sobre una sola persona (como la fundadora) ahora estarán compartidas. Por lo tanto, se debe redefinir el rol de las operarias que liberan tiempo operativo, permitiéndoles apoyar en otras etapas del proceso, mejorar los tiempos de entrega o incluso asumir tareas de supervisión ligera, según capacidades individuales.

## **5. Seguimiento con indicadores y ajustes operativos**

Por último, se implementará un sistema básico de monitoreo y reporte semanal, donde

se revisarán indicadores como: unidades por persona, tiempo por tarea, errores o retrabajos y nivel de cumplimiento de estándares. Con base en esta información, se podrán hacer ajustes progresivos en la distribución, mejorando continuamente la eficiencia general del equipo.

En este contexto, se presentan a continuación las principales herramientas de control que se aplicarán sobre la solución implementada, así como sus funciones, responsables y frecuencia de uso, en primera instancia la Matriz RACI y posteriormente el Diagrama de Gantt.

### 5.11.1 Matriz RACI

**Tabla 26 Matriz RACI – Implementación de la Reorganización de Tareas**

Nº	Tarea	Propietaria	Operaria Senior	Operaria Junior
1	Socialización del nuevo modelo operativo con el equipo	A / R	C	I
2	Capacitación del personal según nuevas funciones	A / R	R / C	I
3	Implementación de manuales y guías visuales por estación	R	C	I
4	Reasignación operativa del tiempo liberado	A / R	C	R (según tareas)
5	Seguimiento con indicadores y ajustes operativos	R	R	I

*Fuente: Elaboración Propia*

### Definición de responsabilidades por rol

#### 1. Propietaria – Aprobadora y Responsable Principal (A / R)

La propietaria de Valud Foods asume un rol de liderazgo integral en la implementación de la

propuesta de redistribución de cargas. Su participación se caracteriza por la toma de decisiones estratégicas y la supervisión directa de todo el proceso. Es quien establece el rumbo general de la transformación operativa y garantiza que cada paso se ejecute de acuerdo con los objetivos definidos.

#### Tarea 1: Socialización del modelo operativo

Lidera la presentación oficial del nuevo modelo operativo ante el equipo. No solo comunica el cambio, sino que también se encarga de generar un espacio empático y claro donde las dudas y preocupaciones puedan ser abordadas. Este acto inicial marca el tono de toda la implementación y es clave para obtener el compromiso del equipo.

#### Tarea 2: Capacitación del personal

Supervisa la ejecución de la capacitación, asegurándose de que el contenido sea pertinente, práctico y adaptado al nivel del equipo. Valida los contenidos, coordina los recursos necesarios e interviene en caso de que surjan barreras de aprendizaje o resistencia al cambio.

#### Tarea 3: Manuales y guías visuales

Aunque en esta tarea solo figura como “Responsable”, su rol consiste en validar y aprobar los materiales creados. Se asegura de que estos cumplan con los estándares visuales, de lenguaje y de aplicabilidad para facilitar su comprensión por parte de las operarias.

#### Tarea 4: Reasignación del tiempo liberado

Rediseña los flujos de trabajo derivados del tiempo liberado en tareas anteriormente asumidas por ella misma. Toma decisiones clave sobre en qué áreas puede aportar cada colaboradora, sin perder de vista la equidad y la eficiencia.

## Tarea 5: Seguimiento con indicadores

Monitorea los datos que se generan semana a semana. Usa esta información para tomar decisiones correctivas, evaluar el éxito de la implementación y generar retroalimentación continua para el equipo.

## **2. Operaria Senior – Responsable y Consultada (R / C)**

La operaria senior cumple una función esencial como puente entre la visión estratégica de la propietaria y la ejecución práctica del equipo. Su experiencia es clave para adaptar los procesos a la realidad del piso de producción. Aporta liderazgo técnico, apoyo emocional y estabilidad durante el cambio.

- Tarea 1: Socialización del modelo operativo

Participa como figura consultada que refuerza el mensaje de cambio. Su presencia valida el proceso ante sus compañeras y transmite confianza, ya que puede explicar desde su experiencia cómo se verá afectado el día a día laboral.

- Tarea 2: Capacitación del personal

Juega un rol activo como formadora. Apoya directamente en las capacitaciones, demostrando nuevas tareas, compartiendo tips operativos, y resolviendo dudas de forma práctica. Ayuda a reducir la curva de aprendizaje del resto del equipo.

- Tarea 3: Manuales y guías

Participa en la revisión o creación de estos materiales desde su conocimiento técnico. Puede identificar mejoras prácticas, señalar errores o proponer simplificaciones que optimicen el uso de los documentos.

- Tarea 4: Reasignación del tiempo liberado

Contribuye a identificar oportunidades donde se puede redistribuir el esfuerzo de forma más equitativa. Al ser una figura con visión operativa y experiencia, es clave para evaluar si la carga de trabajo es justa y sostenible.

- Tarea 5: Seguimiento con indicadores

Participa en la recolección y análisis inicial de datos operativos. Ayuda a interpretar los indicadores desde la práctica, brindando insumos valiosos que complementan la visión de la propietaria.

### **3. Operaria Junior – Informada y Responsable Parcial (I / R)**

La operaria junior representa el rol más impactado por los cambios, ya que sus funciones se transforman significativamente. Su involucramiento progresivo es esencial para el éxito del rediseño. Si bien no lidera procesos, su adaptación y desempeño cotidiano son fundamentales.

- Tarea 1: Socialización del modelo operativo

Participa activamente del proceso de socialización como receptora del cambio. Es importante que comprenda el porqué de la reorganización y se sienta parte del equipo que lo ejecuta. Sus preguntas o reacciones pueden ayudar a ajustar el enfoque de implementación.

- Tarea 2: Capacitación del personal

Es beneficiaria directa de las capacitaciones. Debe apropiarse de sus nuevas funciones, comprender sus responsabilidades y aplicar correctamente los estándares enseñados.

- Tarea 3: Manuales y guías

Usa estos materiales como principal fuente de consulta para desempeñar sus nuevas tareas con autonomía. También puede aportar sugerencias sobre qué tan claros o prácticos son, desde la perspectiva de quien los usa día a día.

- Tarea 4: Reasignación del tiempo liberado

Asume nuevas tareas operativas específicas, según se le asignen. Puede tratarse de actividades que antes no realizaba, por lo cual es necesario un seguimiento cercano durante las primeras semanas.

- Tarea 5: Seguimiento con indicadores

Aunque su participación en el análisis de indicadores es mínima, su rendimiento es una de las fuentes principales de datos. Es importante que entienda que los indicadores no buscan señalar errores individuales, sino encontrar oportunidades para mejorar colectivamente.

### **5.11.2 Diagrama Gantt**

El siguiente diagrama de Gantt detalla la planificación de las actividades necesarias para implementar la Propuesta #1: Redistribución de Cargas en un plazo total de tres semanas efectivas, más tres días adicionales contemplados en los costos del proyecto como margen operativo.

El cronograma considera una secuencia lógica y realista, distribuyendo las cargas de trabajo en función del tiempo disponible, la complejidad de cada tarea y la participación de los

diferentes roles del equipo. Asimismo, vale la pena destacar que se han integrado los tres días adicionales presupuestados en la propuesta como una medida prudente para absorber posibles ajustes o contingencias durante la fase de ejecución.

Este enfoque permite asegurar que la implementación no solo sea eficiente, sino también flexible, adaptándose al ritmo de trabajo y realidad operativa de Valud Foods.

**Tabla 27 Diagrama Gantt Implementación**

Descripción		Semana 1				Semana 2				Semana 3			
Tarea Principal	Subtarea	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
1. Socialización del nuevo modelo operativo con el equipo	- Redactar el plan de socialización												
	- Convocar reunión con todo el equipo												
	- Presentar cambios y roles redefinidos												
	- Resolver dudas, recoger observaciones												
	- Elaborar minuta y validación de entendimiento												
2. Capacitación del personal según nuevas funciones	- Diseñar contenido de capacitación por estación												
	- Coordinar sesiones prácticas por rol												
	- Realizar simulacros de tareas rotativas												
	- Evaluar nivel de comprensión y desempeño inicial												
	- Ajustar materiales según retroalimentación												
3. Implementación de manuales y guías visuales por estación	- Redactar procedimientos estandarizados												
	- Crear guías visuales simples (imágenes, pasos clave)												



## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- Se cumplió el objetivo general de **incrementar en un 20% la capacidad productiva**, incluso superando el dato logrando un **23,2%**, pasando de 450 a 540 paquetes mensuales en el chip de garbanzo.
- El análisis de tiempos de ciclo determinó que el **empaque consume 65,57 minutos por lote (42% del ciclo total)** y el **moldeado 37,11 minutos (24%)**, consolidándose como los principales cuellos de botella.
- La **eficiencia global del proceso se calculó en 34,29%**, lo que estableció la línea base para justificar las propuestas de mejora.
- Se evidenció que la **fundadora concentraba el 60% de las tareas críticas**, situación mitigada con la redistribución de cargas que permitió una mayor autonomía operativa.
- Se identificaron **15 causas raíz** clasificadas en las seis categorías del modelo 6M, destacando la ausencia de estandarización y la falta de indicadores de control.
- La **Propuesta #1 (Redistribución de Cargas)** demostró ser la opción más viable, al obtener un **VAN positivo y una TIR del 38%**, asegurando rentabilidad sin inversiones en maquinaria.
- La **Propuesta #2 (automatización parcial con horno)**, aunque viable, mostró un menor impacto costo–beneficio frente a la Propuesta #1, confirmando la priorización estratégica.

- Se elaboró una **matriz RACI** y un **diagrama de Gantt**, que definieron roles, responsabilidades y cronogramas de implementación, asegurando trazabilidad y sostenibilidad de las mejoras.
- Se estandarizaron los procedimientos de mezclado, horneado y empaque, reduciendo los reprocesos detectados y fortaleciendo la consistencia del producto.
- El proyecto dejó sentadas las bases para una futura **automatización parcial y control por indicadores de gestión**, con impacto directo en la escalabilidad y competitividad de Valud Foods en el mercado

## 6.2 Recomendaciones

### Recomendaciones para capitalizar la demanda potencial

1. Diseñar un plan de contenido digital mensual para redes sociales, con publicaciones programadas, promociones cruzadas y enfoque en diferenciadores del producto (ingredientes, beneficios, historia de marca), priorizando bajo presupuesto y alto alcance orgánico.
2. Reactivar y optimizar el sitio web de ventas con SEO básico, testimonios de clientes y promociones exclusivas para este canal, recuperando así su rol como plataforma de captación directa y posicionamiento de marca.
3. Participar activamente en ferias locales al menos cinco veces al mes, desarrollando un protocolo claro para cumplir con lo establecido por Automercado, y aprovechando estos espacios como vitrinas de exposición, validación social y canal de venta directa.

## **Recomendaciones para preparar una futura implementación de la Propuesta #2**

4. Gestionar con anticipación líneas de financiamiento o ahorro programado, con el objetivo de estar en condiciones de adquirir tecnología como el horno automatizado sin comprometer la operación.
5. Monitorear mensualmente el comportamiento de la demanda real y potencial, con foco en puntos de congestión del proceso, para tener evidencia clara que justifique futuras inversiones en automatización.
6. Explorar alianzas estratégicas o programas de apoyo a pymes, como fondos de innovación, encadenamientos o instituciones gubernamentales que podrían cofinanciar la compra de maquinaria o digitalización del proceso.

## **Recomendaciones generales para mejorar la productividad a nivel organizacional**

7. Formalizar procesos mediante manuales y checklists visibles, que reduzcan la dependencia del conocimiento tácito de la fundadora y mejoren la replicabilidad del modelo productivo.

8. Desarrollar una estructura interna con roles definidos y escalables, incorporando rotaciones de tareas y entrenamiento cruzado, lo que permitirá sostener el crecimiento sin desorden operativo.
9. Adoptar un sistema básico de indicadores de desempeño operativo, incluyendo productividad por persona, reprocesos, tiempos por etapa y nivel de cumplimiento de pedidos, para tomar decisiones basadas en datos.
10. Fomentar la cultura de mejora continua entre las operarias, creando espacios breves de retroalimentación semanal para identificar obstáculos y proponer soluciones desde el equipo.
11. Revisar y ajustar periódicamente el flujo de trabajo, especialmente cuando se incorporan nuevos canales de venta o crece la demanda, para evitar la saturación de una etapa crítica sin respaldo operativo.
12. Invertir en capacitación técnica y en habilidades blandas del equipo, permitiendo una mayor autonomía, confianza en la toma de decisiones diarias y sentido de pertenencia hacia la empresa.

## **CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA**

Rajadell Carreras, M. (2021). *Lean manufacturing: Herramientas para producir mejor*. Editorial UOC.

Romanos, B. (2022). *Foodtech: La gran revolución de la industria alimentaria*. Lid Editorial.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2021). *Sistemas agroalimentarios del siglo XXI: Una mirada desde América Latina*. FAO.

Niebel, B. (2020). *Ingeniería industrial* (12.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.

Socconini Pérez, L., Busom Rodríguez, M., & otros. (2024). *Inteligencia artificial y cadena de suministro*. Marge Books.

George, M. L., Rowlands, D. T., Price, M., & Maxey, J. (2021). *The Lean Six Sigma pocket toolbox*. McGraw-Hill Education.

Araque, P. (2024). *Emprender con calma*. Editorial Conecta.

Mingo, J. M. (2010). *Alimentos funcionales: Aproximación a una nueva alimentación*. Editorial Díaz de Santos.

Bartesaghi, I., & Weck, W. (Eds.). (2022). *Los efectos de la digitalización, inteligencia artificial, Big Data e industria 4.0 en el trabajo de las PYMES en Latinoamérica*. Fundación Konrad Adenauer & Universidad Católica del Uruguay. <https://doi.org/10.1234/ISBN978-9962-732-12-9> (ISBN: 978-9962-732-12-9)

CAF – Banco de Desarrollo de América Latina. (2022). *Las Pymes en Costa Rica*. [https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/2132/CAF\\_PYMES\\_COSTARICA.pdf](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/2132/CAF_PYMES_COSTARICA.pdf)

Obando Ulloa, J., Mora Molina, J., Torres Portuguez, S., & Arguedas Gamboa, P. (2020). Desarrollo de productos nutraceuticos para el aseguramiento de la calidad de vida. *Revista Ventana*, 14(1), 29–31. Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/ventana/article/view/5454>

## CAPÍTULO VIII: ANEXOS

### Anexo 1 Toma de Tiempos

Días Productivos	Pesado de ingredientes			Mezclado 1		
	Numero de muestra	Sujeto	Min/Batch	Numero de muestra	Sujeto	Min/Batch
Dia 1	1	Operaria 1	5	1	Operaria 2	2
	2	Operaria 1	6	2	Operaria 2	2
	3	Operaria 1	5	3	Operaria 2	2
Dia 2	4	Operaria 1	5	4	Operaria 2	2
	5	Operaria 1	6	5	Operaria 2	2
	6	Operaria 1	6	6	Operaria 2	2
Dia 3	7	Operaria 1	7	7	Operaria 2	2
	8	Operaria 1	7	8	Operaria 2	2
	9	Operaria 1	8	9	Operaria 2	2
Dia 4	10	Operaria 1	5	10	Operaria 2	2
	11	Operaria 1	7	11	Operaria 2	3
	12	Operaria 1	8	12	Operaria 2	2
Dia 5	13	Operaria 1	5	13	Operaria 2	4
	14	Operaria 1	6	14	Operaria 2	2
	15	Operaria 1	5	15	Operaria 2	2
Dia 6	16	Operaria 1	5	16	Operaria 2	3
	17	Operaria 1	5	17	Operaria 2	2
	18	Operaria 1	5	18	Operaria 2	2
Dia 7	19	Operaria 1	7	19	Operaria 2	3
	20	Operaria 1	5	20	Operaria 2	2
	21	Operaria 1	5	21	Operaria 2	2
Dia 8	22	Operaria 1	6	22	Operaria 2	3
	23	Operaria 1	5	23	Operaria 2	3
	24	Operaria 1	5	24	Operaria 2	3
Dia 9	25	Operaria 1	6	25	Operaria 2	2
	26	Operaria 1	5	26	Operaria 2	2
	27	Operaria 1	7	27	Operaria 2	3
Dia 10	28	Operaria 1	5	28	Operaria 2	2
	29	Operaria 1	6	29	Operaria 2	3
	30	Operaria 1	5	30	Operaria 2	2
Dia 11	31	Operaria 1	6	31	Operaria 2	2
	32	Operaria 1	5	32	Operaria 2	2
	33	Operaria 1	5	33	Operaria 2	3
Dia 12	34	Operaria 1	6	34	Operaria 2	3
	35	Operaria 1	5	35	Operaria 2	2

	36	Operaria 1	7	36	Operaria 2	2
Dia 13	37	Operaria 1	5	37	Operaria 2	2
	38	Operaria 1	6	38	Operaria 2	3
	39	Operaria 1	5	39	Operaria 2	2
Dia 14	40	Operaria 1	5	40	Operaria 2	2
	41	Operaria 1	6	41	Operaria 2	2
	42	Operaria 1	5	42	Operaria 2	2
Dia 15	43	Operaria 1	6	43	Operaria 2	2
	44	Operaria 1	5	44	Operaria 2	3
	45	Operaria 1	7	45	Operaria 2	2
Dia 16	46	Operaria 1	6	46	Operaria 2	2
	47	Operaria 1	5	47	Operaria 2	2
	48	Operaria 1	6	48	Operaria 2	2
Dia 17	49	Operaria 1	5	49	Operaria 2	3
	50	Operaria 1	6	50	Operaria 2	2
	51	Operaria 1	5	51	Operaria 2	2
Dia 18	52	Operaria 1	6	52	Operaria 2	3
	53	Operaria 1	5	53	Operaria 2	2
	54	Operaria 1	7	54	Operaria 2	2
Dia 19	55	Operaria 1	5	55	Operaria 2	2
	56	Operaria 1	5	56	Operaria 2	3
	57	Operaria 1	6	57	Operaria 2	2
Dia 20	58	Operaria 1	5	58	Operaria 2	3
	59	Operaria 1	6	59	Operaria 2	3
	60	Operaria 1	5	60	Operaria 2	2
Dia 21	61	Operaria 1	7	61	Operaria 2	2
	62	Operaria 1	5	62	Operaria 2	2
	63	Operaria 1	7	63	Operaria 2	2
Dia 22	64	Operaria 1	5	64	Operaria 2	2
	65	Operaria 1	6	65	Operaria 2	2
	66	Operaria 1	5	66	Operaria 2	2
Dia 23	67	Operaria 1	5	67	Operaria 2	2
	68	Operaria 1	5	68	Operaria 2	3
	69	Operaria 1	6	69	Operaria 2	2
Dia 24	70	Operaria 1	5	70	Operaria 2	3
	71	Operaria 1	6	71	Operaria 2	3
	72	Operaria 1	5	72	Operaria 2	3

Días Productivos	Mezclado 2			Mezclado 3		
	Numero de muestra	Sujeto	Min/Batch	Numero de muestra	Sujeto	Min/Batch
Dia 1	1	Operaria 2	3	1	Operaria 2	2
	2	Operaria 2	2	2	Operaria 2	3
	3	Operaria 2	2	3	Operaria 2	2
Dia 2	4	Operaria 2	2	4	Operaria 2	2
	5	Operaria 2	2	5	Operaria 2	2
	6	Operaria 2	3	6	Operaria 2	3
Dia 3	7	Operaria 2	3	7	Operaria 2	2
	8	Operaria 2	2	8	Operaria 2	2
	9	Operaria 2	3	9	Operaria 2	3
Dia 4	10	Operaria 2	3	10	Operaria 2	2
	11	Operaria 2	2	11	Operaria 2	3
	12	Operaria 2	2	12	Operaria 2	2
Dia 5	13	Operaria 2	2	13	Operaria 2	2
	14	Operaria 2	3	14	Operaria 2	2
	15	Operaria 2	2	15	Operaria 2	2
Dia 6	16	Operaria 2	3	16	Operaria 2	2
	17	Operaria 2	2	17	Operaria 2	3
	18	Operaria 2	3	18	Operaria 2	3
Dia 7	19	Operaria 2	3	19	Operaria 2	2
	20	Operaria 2	3	20	Operaria 2	2
	21	Operaria 2	3	21	Operaria 2	2
Dia 8	22	Operaria 2	3	22	Operaria 2	2
	23	Operaria 2	2	23	Operaria 2	2
	24	Operaria 2	2	24	Operaria 2	2
Dia 9	25	Operaria 2	3	25	Operaria 2	2
	26	Operaria 2	2	26	Operaria 2	2
	27	Operaria 2	2	27	Operaria 2	2
Dia 10	28	Operaria 2	2	28	Operaria 2	2
	29	Operaria 2	3	29	Operaria 2	2
	30	Operaria 2	3	30	Operaria 2	2
Dia 11	31	Operaria 2	3	31	Operaria 2	2
	32	Operaria 2	3	32	Operaria 2	2
	33	Operaria 2	2	33	Operaria 2	2
Dia 12	34	Operaria 2	3	34	Operaria 2	2
	35	Operaria 2	3	35	Operaria 2	2
	36	Operaria 2	3	36	Operaria 2	3
Dia 13	37	Operaria 2	2	37	Operaria 2	2
	38	Operaria 2	2	38	Operaria 2	3
	39	Operaria 2	3	39	Operaria 2	2
Dia 14	40	Operaria 2	3	40	Operaria 2	2
	41	Operaria 2	2	41	Operaria 2	3

	42	Operaria 2	3	42	Operaria 2	3
Dia 15	43	Operaria 2	2	43	Operaria 2	2
	44	Operaria 2	3	44	Operaria 2	3
	45	Operaria 2	3	45	Operaria 2	2
Dia 16	46	Operaria 2	2	46	Operaria 2	3
	47	Operaria 2	2	47	Operaria 2	2
	48	Operaria 2	2	48	Operaria 2	2
Dia 17	49	Operaria 2	3	49	Operaria 2	2
	50	Operaria 2	2	50	Operaria 2	2
	51	Operaria 2	2	51	Operaria 2	2
Dia 18	52	Operaria 2	2	52	Operaria 2	2
	53	Operaria 2	2	53	Operaria 2	2
	54	Operaria 2	2	54	Operaria 2	2
Dia 19	55	Operaria 2	2	55	Operaria 2	3
	56	Operaria 2	3	56	Operaria 2	2
	57	Operaria 2	2	57	Operaria 2	2
Dia 20	58	Operaria 2	2	58	Operaria 2	3
	59	Operaria 2	3	59	Operaria 2	2
	60	Operaria 2	2	60	Operaria 2	3
Dia 21	61	Operaria 2	2	61	Operaria 2	3
	62	Operaria 2	3	62	Operaria 2	2
	63	Operaria 2	3	63	Operaria 2	2
Dia 22	64	Operaria 2	3	64	Operaria 2	3
	65	Operaria 2	2	65	Operaria 2	2
	66	Operaria 2	2	66	Operaria 2	2
Dia 23	67	Operaria 2	3	67	Operaria 2	2
	68	Operaria 2	2	68	Operaria 2	2
	69	Operaria 2	2	69	Operaria 2	3
Dia 24	70	Operaria 2	3	70	Operaria 2	2
	71	Operaria 2	2	71	Operaria 2	2
	72	Operaria 2	3	72	Operaria 2	2

Días Productivos	Mezclado 4			Moldeado		
	Numero de muestra	Sujeto	Min/Batch h	Numero de muestra	Sujeto	Min/Batch por 3 personas
Dia 1	1	Operaria 2	2	1	Operaria 3	37
	2	Operaria 2	2	2	Operaria 3	35
	3	Operaria 2	3	3	Operaria 3	37
Dia 2	4	Operaria 2	3	4	Operaria 3	36
	5	Operaria 2	2	5	Operaria 3	38
	6	Operaria 2	2	6	Operaria 3	35

Dia 3	7	Operaria 2	2	7	Operaria 3	36
	8	Operaria 2	2	8	Operaria 3	38
	9	Operaria 2	2	9	Operaria 3	38
Dia 4	10	Operaria 2	2	10	Operaria 3	36
	11	Operaria 2	3	11	Operaria 3	36
	12	Operaria 2	2	12	Operaria 3	36
Dia 5	13	Operaria 2	2	13	Operaria 3	35
	14	Operaria 2	2	14	Operaria 3	35
	15	Operaria 2	2	15	Operaria 3	36
Dia 6	16	Operaria 2	3	16	Operaria 3	35
	17	Operaria 2	2	17	Operaria 3	37
	18	Operaria 2	2	18	Operaria 3	37
Dia 7	19	Operaria 2	3	19	Operaria 3	37
	20	Operaria 2	2	20	Operaria 3	37
	21	Operaria 2	2	21	Operaria 3	36
Dia 8	22	Operaria 2	3	22	Operaria 3	36
	23	Operaria 2	2	23	Operaria 3	35
	24	Operaria 2	3	24	Operaria 3	35
Dia 9	25	Operaria 2	2	25	Operaria 3	36
	26	Operaria 2	2	26	Operaria 3	35
	27	Operaria 2	3	27	Operaria 3	36
Dia 10	28	Operaria 2	2	28	Operaria 3	37
	29	Operaria 2	3	29	Operaria 3	38
	30	Operaria 2	2	30	Operaria 3	38
Dia 11	31	Operaria 2	2	31	Operaria 3	38
	32	Operaria 2	2	32	Operaria 3	40
	33	Operaria 2	3	33	Operaria 3	41
Dia 12	34	Operaria 2	3	34	Operaria 3	40
	35	Operaria 2	2	35	Operaria 3	38
	36	Operaria 2	2	36	Operaria 3	36
Dia 13	37	Operaria 2	2	37	Operaria 3	35
	38	Operaria 2	3	38	Operaria 3	38
	39	Operaria 2	2	39	Operaria 3	38
Dia 14	40	Operaria 2	2	40	Operaria 3	38
	41	Operaria 2	2	41	Operaria 3	38
	42	Operaria 2	3	42	Operaria 3	40
Dia 15	43	Operaria 2	3	43	Operaria 3	36
	44	Operaria 2	2	44	Operaria 3	35
	45	Operaria 2	2	45	Operario 1, 2 & 3	36
Dia 16	46	Operaria 2	2	46	Operaria 3	36
	47	Operaria 2	2	47	Operaria 3	38
	48	Operaria 2	2	48	Operaria 3	38

Dia 17	49	Operaria 2	3	49	Operaria 3	38
	50	Operaria 2	2	50	Operaria 3	38
	51	Operaria 2	2	51	Operaria 3	38
Dia 18	52	Operaria 2	3	52	Operaria 3	36
	53	Operaria 2	2	53	Operaria 3	38
	54	Operaria 2	2	54	Operaria 3	35
Dia 19	55	Operaria 2	2	55	Operaria 3	36
	56	Operaria 2	3	56	Operaria 3	38
	57	Operaria 2	3	57	Operaria 3	38
Dia 20	58	Operaria 2	2	58	Operaria 3	37
	59	Operaria 2	3	59	Operaria 3	38
	60	Operaria 2	2	60	Operaria 3	38
Dia 21	61	Operaria 2	2	61	Operaria 3	40
	62	Operaria 2	2	62	Operaria 3	40
	63	Operaria 2	2	63	Operaria 3	40
Dia 22	64	Operaria 2	2	64	Operaria 3	36
	65	Operaria 2	2	65	Operaria 3	38
	66	Operaria 2	2	66	Operaria 3	36
Dia 23	67	Operaria 2	2	67	Operaria 3	38
	68	Operaria 2	3	68	Operaria 3	38
	69	Operaria 2	2	69	Operaria 3	38
Dia 24	70	Operaria 2	3	70	Operaria 3	36
	71	Operaria 2	2	71	Operaria 3	38
	72	Operaria 2	2	72	Operaria 3	38

Días Productivos	Horneado			Enfriado		
	Numero de muestra	Sujeto	Min/Batch	Numero de muestra	Sujeto	Min/Batch
Dia 1	1	Operaria 3	30	1	Operaria 3	10
	2	Operaria 3	28	2	Operaria 3	10
	3	Operaria 3	28	3	Operaria 3	11
Dia 2	4	Operaria 3	29	4	Operaria 3	10
	5	Operaria 3	28	5	Operaria 3	10
	6	Operaria 3	30	6	Operaria 3	10
Dia 3	7	Operaria 3	31	7	Operaria 3	10
	8	Operaria 3	30	8	Operaria 3	10
	9	Operaria 3	30	9	Operaria 3	10
Dia 4	10	Operaria 3	28	10	Operaria 3	10
	11	Operaria 3	28	11	Operaria 3	10
	12	Operaria 3	29	12	Operaria 3	11

Dia 5	13	Operaria 3	28	13	Operaria 3	9
	14	Operaria 3	28	14	Operaria 3	9
	15	Operaria 3	29	15	Operaria 3	10
Dia 6	16	Operaria 3	28	16	Operaria 3	11
	17	Operaria 3	28	17	Operaria 3	10
	18	Operaria 3	28	18	Operaria 3	10
Dia 7	19	Operaria 3	30	19	Operaria 3	9
	20	Operaria 3	30	20	Operaria 3	9
	21	Operaria 3	30	21	Operaria 3	9
Dia 8	22	Operaria 3	30	22	Operaria 3	10
	23	Operaria 3	30	23	Operaria 3	10
	24	Operaria 3	30	24	Operaria 3	10
Dia 9	25	Operaria 3	32	25	Operaria 3	11
	26	Operaria 3	30	26	Operaria 3	10
	27	Operaria 3	34	27	Operaria 3	10
Dia 10	28	Operaria 3	34	28	Operaria 3	9
	29	Operaria 3	35	29	Operaria 3	10
	30	Operaria 3	32	30	Operaria 3	9
Dia 11	31	Operaria 3	29	31	Operaria 3	9
	32	Operaria 3	29	32	Operaria 3	9
	33	Operaria 3	29	33	Operaria 3	10
Dia 12	34	Operaria 3	29	34	Operaria 3	10
	35	Operaria 3	30	35	Operaria 3	10
	36	Operaria 3	30	36	Operaria 3	10
Dia 13	37	Operaria 3	30	37	Operaria 3	10
	38	Operaria 3	30	38	Operaria 3	10
	39	Operaria 3	30	39	Operaria 3	10
Dia 14	40	Operaria 3	32	40	Operaria 3	10
	41	Operaria 3	32	41	Operaria 3	9
	42	Operaria 3	32	42	Operaria 3	9
Dia 15	43	Operaria 3	30	43	Operaria 3	10
	44	Operaria 3	30	44	Operaria 3	9
	45	Operaria 3	30	45	Operaria 3	10
Dia 16	46	Operaria 3	30	46	Operaria 3	10
	47	Operaria 3	29	47	Operaria 3	9
	48	Operaria 3	29	48	Operaria 3	9
Dia 17	49	Operaria 3	29	49	Operaria 3	10
	50	Operaria 3	30	50	Operaria 3	10
	51	Operaria 3	30	51	Operaria 3	10
Dia 18	52	Operaria 3	28	52	Operaria 3	10
	53	Operaria 3	30	53	Operaria 3	10
	54	Operaria 3	30	54	Operaria 3	10
Dia 19	55	Operaria 3	29	55	Operaria 3	10

	56	Operaria 3	30	56	Operaria 3	9
	57	Operaria 3	30	57	Operaria 3	10
Dia 20	58	Operaria 3	31	58	Operaria 3	9
	59	Operaria 3	31	59	Operaria 3	9
	60	Operaria 3	29	60	Operaria 3	9
Dia 21	61	Operaria 3	30	61	Operaria 3	9
	62	Operaria 3	30	62	Operaria 3	10
	63	Operaria 3	30	63	Operaria 3	10
Dia 22	64	Operaria 3	30	64	Operaria 3	10
	65	Operaria 3	31	65	Operaria 3	10
	66	Operaria 3	32	66	Operaria 3	9
Dia 23	67	Operaria 3	32	67	Operaria 3	10
	68	Operaria 3	30	68	Operaria 3	10
	69	Operaria 3	30	69	Operaria 3	10
Dia 24	70	Operaria 3	29	70	Operaria 3	10
	71	Operaria 3	30	71	Operaria 3	10
	72	Operaria 3	29	72	Operaria 3	9

Días Productivos	Empaque		
	Numero de muestra	Sujeto	Min/Ud.
Dia 1	1	Operaria 3	60
	2	Operaria 3	62
	3	Operaria 3	63
Dia 2	4	Operaria 3	60
	5	Operaria 3	65
	6	Operaria 3	65
Dia 3	7	Operaria 3	68
	8	Operaria 3	65
	9	Operaria 3	68
Dia 4	10	Operaria 3	68
	11	Operaria 3	68
	12	Operaria 3	65
Dia 5	13	Operaria 3	65
	14	Operaria 3	66
	15	Operaria 3	65
Dia 6	16	Operaria 3	65
	17	Operaria 3	65
	18	Operaria 3	67
Dia 7	19	Operaria 3	67
	20	Operaria 3	65
	21	Operaria 3	65

Dia 8	22	Operaria 3	68
	23	Operaria 3	68
	24	Operaria 3	65
Dia 9	25	Operaria 3	65
	26	Operaria 3	65
	27	Operaria 3	68
Dia 10	28	Operaria 3	68
	29	Operaria 3	68
	30	Operaria 3	68
Dia 11	31	Operaria 3	68
	32	Operaria 3	68
	33	Operaria 3	66
Dia 12	34	Operaria 3	66
	35	Operaria 3	65
	36	Operaria 3	65
Dia 13	37	Operaria 3	69
	38	Operaria 3	65
	39	Operaria 3	59
Dia 14	40	Operaria 3	60
	41	Operaria 3	62
	42	Operaria 3	60
Dia 15	43	Operaria 3	62
	44	Operaria 3	65
	45	Operaria 3	65
Dia 16	46	Operaria 3	68
	47	Operaria 3	68
	48	Operaria 3	65
Dia 17	49	Operaria 3	68
	50	Operaria 3	68
	51	Operaria 3	65
Dia 18	52	Operaria 3	65
	53	Operaria 3	66
	54	Operaria 3	65
Dia 19	55	Operaria 3	65
	56	Operaria 3	68
	57	Operaria 3	65
Dia 20	58	Operaria 3	65
	59	Operaria 3	62
	60	Operaria 3	65
Dia 21	61	Operaria 3	65
	62	Operaria 3	68
	63	Operaria 3	68
Dia 22	64	Operaria 3	69

