

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE
LA PANADERÍA LEE & QUIRÓS S.A. PARA AUMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN POR
MEDIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS
AUTOMATIZADAS, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DMAIC**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ESTUDIANTE: SAMUEL ESTEBAN CARVAJAL CHACÓN

TUTOR: LIC. FRANCISCO HERNÁNDEZ VILLAGRA

**SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA
AGOSTO, 2025**

CONTENIDO

CONTENIDO	1
TABLAS	5
FIGURAS	7
DEDICATORIA	9
AGRADECIMIENTOS	10
EPÍGRAFE	11
RESUMEN	12
CAPÍTULO I. PROBLEMA	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	15
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	16
1.3 JUSTIFICACIÓN	16
1.4 ANTECEDENTES	18
1.4.1 <i>Antecedentes nacionales</i>	19
1.4.2 <i>Antecedentes internacionales</i>	25
1.5 PROYECCIONES.....	31
1.5.1 <i>Alcances</i>	31
1.5.2 <i>Limitaciones</i>	32
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	33
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES	34
2.1.1 <i>Metodología DMAIC</i>	34
2.1.2 <i>Gráfico de barras</i>	35
2.1.3 <i>Project Charter</i>	35
2.1.4 <i>Análisis FODA</i>	36
2.1.5 <i>Matriz de estrategias FODA</i>	37
2.1.6 <i>Análisis de stakeholders</i>	38
2.1.7 <i>Árbol de CTQ</i>	39
2.1.8 <i>Diagrama SIPOC</i>	39
2.1.9 <i>Diagrama de Recorrido</i>	40
2.1.10 <i>Diagrama de flujo</i>	41

2.1.11 Gemba walk.....	42
2.1.12 Lluvia de ideas.....	43
2.1.13 Diagrama de Ishikawa.....	44
2.1.14 Multivoto.....	44
2.1.15 Diagrama de Pareto.....	45
2.1.16 Diagrama de Gantt.....	46
2.1.17 Reunión Kaizen.....	47
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	47
2.2.1 Visión y misión.....	47
2.2.2 Antecedentes históricos.....	48
2.2.3 Ubicación geográfica.....	49
2.2.4 Estructura organizacional.....	49
2.2.5 Cantidad de empleados.....	50
2.2.6 Tipos de productos.....	51
2.2.7 Mercado de exportación.....	53
2.2.8 Descripción general del proceso productivo.....	54
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	57
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	58
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	59
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	61
3.3.1 Sujetos de información.....	61
3.3.2 Fuentes primarias.....	62
3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS.....	63
3.5 INSTRUMENTOS.....	65
3.5.1 Observación.....	65
3.5.2 Entrevistas no dirigidas.....	65
3.5.3 Registros históricos.....	66
3.5.4 Recorridos.....	66
3.5.5 Herramientas ingenieriles.....	66
3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	66
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	68
4.1 DEFINIR.....	69
4.1.1 Project Charter.....	69
4.1.2 Análisis FODA.....	70
4.1.3 Matriz de estrategias.....	76
4.1.4 Análisis de stakeholders.....	80

4.1.5	Árbol CTQ.....	82
4.1.6	Diagrama SIPOC.....	84
4.2	MEDIR.....	87
4.2.1	Diagrama de flujo.....	88
4.2.2	Toma de tiempos.....	89
4.2.3	Análisis de productividad en el área de empaque.....	107
4.2.4	Distribución de planta.....	118
4.2.5	Diagrama de recorrido.....	120
4.3	ANALIZAR.....	121
4.3.1	Lluvia de ideas.....	121
4.3.2	Diagrama de Ishikawa.....	122
4.3.3	Multivoto.....	127
4.3.4	Diagrama de Pareto.....	130
CAPÍTULO V. PROPUESTA.....		134
5.1	MEJORAR.....	135
5.1.1	Reorganización de espacio disponible en el departamento de empaque.....	135
5.1.2	Sistemas automatizados.....	142
5.1.3	LandPack LP-800B.....	145
5.1.4	Scorpion BS RS Bottom Seal.....	147
5.1.5	MAYMA Ostippo.....	149
5.1.6	Comparativas de capacidad de empaque entre el método manual y el automatizado.....	151
5.1.7	Comparativo de costos basado en el precio de las máquinas.....	168
5.1.8	Plan de capacitación.....	175
5.2	CONTROLAR.....	178
5.2.1	Reuniones Kaizen.....	178
5.2.2	Checklist.....	180
5.2.3	Auditorías.....	182
5.2.4	Plan de contingencia.....	184
5.2.5	Mantenimiento preventivo.....	185
5.2.6	Diagrama de Gantt.....	187
5.2.7	Estimación de costos.....	189
5.2.8	Análisis Costo-Beneficio (C/B).....	191
5.2.9	Retorno de Inversión.....	193
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		198
CONCLUSIONES.....		199
RECOMENDACIONES.....		200

REFERENCIAS	202
APÉNDICES Y ANEXOS	209
APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS	210
APÉNDICE 2: TOMA DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO 060	211
APÉNDICE 3: TOMA DE TIEMPOS DE HORNEADO DEL PRODUCTO 060	212
APÉNDICE 4: TOMA DE TIEMPOS DE EMPAQUE DEL PRODUCTO 060	215
APÉNDICE 5: TOMA DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO 010	216
APÉNDICE 6: TOMA DE TIEMPOS DE HORNEADO DEL PRODUCTO 010	218
APÉNDICE 7: TOMA DE TIEMPOS DE EMPAQUE DEL PRODUCTO 010	220
APÉNDICE 8: TOMA DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO 014	222
APÉNDICE 9: TOMA DE TIEMPOS DE HORNEADO DEL PRODUCTO 014	223
APÉNDICE 10: TOMA DE TIEMPOS DE EMPAQUE DEL PRODUCTO 014	224
APÉNDICE 11: BITÁCORA DE ACTIVIDADES	226
ANEXO 1: COTIZACIÓN LANDPACK LP-800B	227
ANEXO 2: COTIZACIÓN SCORPION BS RS	228
ANEXO 3: FICHA TÉCNICA LANDPACK LP-800B	229
ANEXO 4: FICHA TÉCNICA SCORPION BS RS	230
ANEXO 5: FICHA TÉCNICA MAYMA OSTIPPO	231
ANEXO 6: HOJAS DE CONTROL DPTO. DE PRODUCCIÓN PRODUCTO PAN CUADRADO	232
ANEXO 7: HOJAS DE CONTROL DPTO. DE PRODUCCIÓN PRODUCTO PAN CUADRADO Y PAN BUFFET	233
ANEXO 8: HOJAS DE CONTROL DPTO. DE PRODUCCIÓN PRODUCTO PAN HAMBURGUESA Y CENA BRIOCHÉ	234
ANEXO 9: HOJAS DE CONTROL DPTO. DE PRODUCCIÓN PRODUCTO PAN HAMBURGUESA Y CENA EUROPEO	235
ANEXO 10: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA PANADERÍA LEE & QUIRÓS S. A PARA EL AÑO 2025	236

TABLAS

Tabla 1: Ejemplo de Project Charter.....	36
Tabla 2: Ejemplo de Análisis FODA.	37
Tabla 3: Ejemplo de matriz de estrategias.	38
Tabla 4: Ejemplo de análisis de <i>stakeholders</i>	38
Tabla 5: Ejemplo de multivoto.	45
Tabla 6: Cantidad de empleados por área.	51
Tabla 7: Ingredientes utilizados en el proceso productivo.	54
Tabla 8: Variables de la investigación por objetivo específico.....	64
Tabla 9: Instrumentación y herramientas del DMAIC.	67
Tabla 10: <i>Project Charter</i> de la investigación.	70
Tabla 11: Análisis FODA de la Panadería Lee & Quirós S.A.....	71
Tabla 12: Matriz de estrategias FODA de la Panadería Lee & Quirós S.A.....	78
Tabla 13: Análisis de <i>stakeholders</i> de la Panadería Lee & Quirós S.A.	81
Tabla 14: Estrategias para los stakeholders de Panadería Lee & Quirós S.A.....	81
Tabla 15: Multivoto realizado para obtener el valor de cada causa.....	128
Tabla 16: Multivoto con resultados ordenados.	129
Tabla 17: Requisitos de empaque por producto.	144
Tabla 18: Características técnicas LandPack LP-800B.....	146
Tabla 19: Características técnicas SCORPION BS RS BOTTOM SEAL.	148
Tabla 20: Características técnicas MAYMA Ostippo.	150
Tabla 21: Tabla resumen de capacidad de empaque producto 060.....	152
Tabla 22: Tabla resumen de capacidad de empaque producto 010.....	153
Tabla 23: Tabla resumen de capacidad de empaque producto 010.....	154
Tabla 24: Promedio de capacidad de empaque manual (individual).	154
Tabla 25: Promedio de capacidad de empaque manual (individual).	155
Tabla 26: Tiempos promedio acumulados de tiempo de empaque y cantidad de paquetes.	158
Tabla 27: Capacidad de empaque de los sistemas automatizados a un 50 % de su capacidad.	161
Tabla 28: Comparativa de costos entre máquinas.	168

Tabla 29: Resumen técnico y operativo.	169
Tabla 30: Costo operativo diario estimado.	170
Tabla 31: Costo por paquete proyectado a 5 años.	171
Tabla 32: Plan de capacitación implementación de sistemas automatizados de empaque.	176
Tabla 33: Checklist de seguimiento.	181
Tabla 34: Resumen de métricas y objetivos.	182
Tabla 35: Lista de verificación de auditorías.	183
Tabla 36: Plan de mantenimiento para LandPack LP-800B.	186
Tabla 37: Tiempo requerido para actividades de implementación del sistema automatizado.	188
Tabla 38: Parámetros Análisis C/B.	191

FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de Metodología DMAIC.	34
Figura 2: Ejemplo de un gráfico de barras.....	35
Figura 3: Ejemplo de árbol de CTQ.	39
Figura 4: Ejemplo de digrama SIPOC.	40
Figura 5: Ejemplo de diagrama de recorrido.....	41
Figura 6: Ejemplo de diagrama de flujo.	42
Figura 7: Ejemplo de lluvia de ideas.....	43
Figura 8. Ejemplo de diagrama de Ishikawa.....	44
Figura 9: Ejemplo de diagrama de Pareto.	46
Figura 10: Ejemplo de un diagrama de Gantt.	47
Figura 11: Mapa satelital de Panadería Lee & Quirós S.A.	49
Figura 12: Organigrama de Los Patitos S.A.	50
Figura 13: Diagrama de flujo de los procesos de Panadería Lee & Quirós S.A.	56
Figura 14: Herramientas de la Metodología DMAIC.	59
Figura 15: Árbol de CTQ de Panadería Lee & Quirós S.A.	83
Figura 16: Diagrama SIPOC de Panadería Lee & Quirós S.A.....	85
Figura 17: Diagrama de flujo de la Panadería Lee & Quirós S.A.....	88
Figura 18: Lluvia de ideas de las posibles causas que afectan la eficiencia operativa.122	
Figura 19: Diagrama de Ishikawa para la línea de producción de la Panadería Lee & Quirós S.A.	123
Figura 20: Diagrama de Pareto de las causas presentadas.	131
Figura 21: Mesas de empaque por producto.	136
Figura 22: Reorganización de mesas y almacenamiento en el departamento de empaque.	137
Figura 23. Segunda reorganización de mesas y almacenamiento en el departamento de empaque.....	137
Figura 24: Racks de transporte de pan.	139
Figura 25: Diagrama de recorrido con la implementación de un sistema automatizado.	141

Figura 26: Máquina LP-800B.....	145
Figura 27: Máquina Scorpion BS RS Bottom Seal.	147
Figura 28: Máquina MAYMA Ostippo.	149
Figura 29: Método manual vs Máquina LP-800B.....	163
Figura 30: Método manual vs SCORPION BS RS.	165
Figura 31: Método manual vs Mayma Ostippo.	167

DEDICATORIA

Primordialmente le dedico este proyecto a Dios, quién ha sido mi fuente de sabiduría y fortaleza, por acompañarme a lo largo de este proceso y darme siempre esa valentía de seguir adelante. Sin su ayuda nada de esto sería posible.

A mi amado papá, Johnny. Este proyecto es un homenaje a su legado. Aunque ya no esté aquí, su amor incondicional, sus enseñanzas y su ejemplo siguen guiándome y acompañándome en mi camino, y sé que todos esos años de aprendizaje junto a su lado fueron la base para desarrollarme como profesional. Gracias papi por siempre guiarme con tu sabiduría y por siempre querer verme triunfar en esta vida, con Dios adelante.

A mi mamá, María. Este proyecto es dedicado a ella. Gracias mami por brindarme ese apoyo incondicional y motivarme a seguir adelante aun en los momentos difíciles. Gracias por acompañarme a lo largo de este proceso y por guiarme siempre a hacer las cosas con excelencia. Le agradezco a Dios por ponerte en mi vida como esa guía, con tu sabiduría y enseñanzas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, quién me permitió llegar acá, donde se concluye una etapa muy importante de mi carrera. Gracias a Él, por siempre darme las fuerzas para seguir adelante, por siempre ser ese guía que en todos los ámbitos de la vida se hace presente.

A mi familia, mi mayor agradecimiento por todo su apoyo brindado. A mis padres por todo su apoyo y entrega.

Un especial agradecimiento a la empresa Panadería Lee & Quirós S.A. por permitirme desarrollar este proyecto. Gracias especialmente a Don Omar, por darme el espacio y hacerme sentir como en casa mientras realizaba las actividades en la empresa. Gracias por abrirme las puertas de su empresa y por confiar en mí. También agradezco a todos los colaboradores de la empresa involucrados, quienes aportaron mucho con su experiencia y conocimiento.

Agradezco a todos los docentes de la Universidad Central, por todas las lecciones y aprendizajes que nos forman como profesionales.

Además, un especial agradecimiento a Francisco Hernández Villagra, quien fue mi tutor a lo largo de este proceso, quien siempre estuvo pendiente y anuente a brindar su ayuda y apoyo. Muchas gracias profe.

A todos, muchas bendiciones y una vez más, gracias por todo su apoyo.

EPÍGRAFE

*Quando cambiamos la mente, lo que
parecían montañas se convierten en peldaños.*

Dante Gebel

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la empresa Panadería Lee & Quirós S.A., ubicada en Curridabat, San José, la cual se dedica a la producción de productos de panadería para distribuidores y clientes corporativos. Para este estudio, se realizó un análisis de la situación actual de la empresa en relación con los niveles de eficiencia a lo largo de su proceso productivo, identificándose el departamento de empaque como el que presenta los niveles más bajos de productividad. Este departamento constituye la última etapa del proceso productivo antes del despacho. En consecuencia, se determinaron los principales problemas que afectan y reducen la eficiencia de los procesos desarrollados en dicha área, los cuales contribuyen a la presencia de cuellos de botella, tiempos muertos, retrasos y una alta manipulación del producto terminado.

Con el propósito de desarrollar esta investigación, se empleó la metodología DMAIC, junto con otras herramientas propias de la ingeniería, tales como el análisis FODA, para obtener una visión más clara de la empresa y su entorno. Asimismo, se utilizó la técnica del *Gemba walk* para realizar observaciones directas sobre las causas de los problemas, permitiendo llevar a cabo una toma de tiempos que ofreciera información valiosa para su respectivo análisis. De igual forma, se recurrió a herramientas como la lluvia de ideas, el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto, las cuales resultaron fundamentales en la identificación de las causas principales de la problemática.

A partir de los resultados obtenidos en los distintos análisis, se plantearon tres alternativas de solución orientadas a maximizar los niveles de eficiencia y productividad en el departamento de empaque. Estas consisten en la incorporación de tres máquinas empacadoras tipo *Flow Pack*, lo que implica una inversión en tecnología, capacitación del personal, mantenimiento y modificaciones en el proceso de producción. Todo lo anterior generará beneficios significativos para la empresa, tanto en términos económicos como en el rendimiento de sus procesos.

Palabras clave: DMAIC, mejora, eficiencia, productividad, automatización.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente estudio se desarrollará en la empresa Panadería Lee & Quirós S.A., ubicada en Curridabat, San José. Esta empresa se dedica a la producción de diversos productos de panadería para distribuidores y clientes corporativos.

El problema que enfrenta actualmente la organización está relacionado con su proceso productivo. Dicho proceso no se encuentra optimizado, lo que genera tiempos muertos y retrasos a lo largo de la línea de producción. Muchas de las labores se realizan de forma manual, lo que provoca cuellos de botella y compromete la productividad, eficiencia y eficacia del sistema. Además, la ejecución manual de tareas afecta negativamente el adecuado manejo de los alimentos y su inocuidad, situación que resulta especialmente perjudicial para la empresa, dado que debe cumplir con las regulaciones en materia de manipulación de alimentos establecidas por el Ministerio de Salud.

Para la organización, resulta fundamental identificar las causas que originan esta problemática y, con base en ello, proponer una mejora al proceso productivo mediante la implementación de sistemas automatizados. Estos sistemas permitirían maximizar los niveles de eficiencia en la línea de producción y reducir la exposición de los productos al ambiente y al contacto humano, con el fin de preservar su inocuidad. De esta manera, se busca garantizar la entrega de productos de calidad, sin retrasos, así como evitar pérdidas económicas y quejas por parte de los clientes o del personal involucrado en la producción.

Esta problemática puede estar asociada a la prevalencia de métodos manuales, el alto nivel de contacto entre el producto y el colaborador, la ausencia de controles adecuados en los distintos departamentos, la falta de automatización para agilizar las tareas productivas, la carencia de estandarización en el área de trabajo, una organización ineficiente de los insumos que ingresan a producción y la inexistencia de controles estrictos para la manipulación de los productos.

Dicho problema tiene el potencial de afectar significativamente la eficiencia del proceso productivo en su conjunto, al constituir un importante cuello de botella que reduce la capacidad de despacho de productos terminados. Esto puede derivar en retrasos en las entregas a los clientes. Asimismo, se ha evidenciado que dicha situación puede comprometer la inocuidad de los productos al ser manipulados sin los controles ni medidas adecuadas por parte del personal del área.

Por tal motivo, se utilizará la metodología DMAIC para generar propuestas de mejora que respondan de manera efectiva a las necesidades de la empresa. Esta metodología permite abordar el problema de manera estructurada y proponer distintas alternativas de solución que conduzcan a la implementación de un sistema automatizado, el cual incremente la capacidad de respuesta de la línea de producción y garantice la inocuidad del producto.

En consonancia con lo anterior, se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se puede implementar un sistema automatizado que ayude a maximizar los índices de eficiencia y eficacia para la producción de los productos de la Panadería Lee & Quirós S.A.?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Optimizar la línea de producción de la Panadería Lee & Quirós S.A., mediante la identificación de oportunidades de mejora y la implementación de sistemas automatizados que generen una mayor productividad y garanticen la calidad e inocuidad del producto final, utilizando la metodología DMAIC.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar el proceso productivo actual de la Panadería Lee & Quirós S.A mediante la obtención de indicadores clave de eficiencia, flujo de trabajo y uso de recursos, y mediante oportunidades de mejora que optimicen la producción y minimicen el desperdicio.
- Identificar las principales causas que afectan la eficiencia en la línea de producción de la Panadería Lee & Quirós S.A., tomando en consideración factores técnicos, operativos y humanos que afectan la calidad y tiempos de producción.
- Proponer un plan de implementación de un sistema automatizado para el proceso productivo, que mejore la eficiencia y la calidad, reduzca costos y aumente la capacidad productiva de la Panadería Lee & Quirós S.A.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La industria de la panificación, al ser una de las más demandadas y competitivas, requiere procesos productivos altamente eficientes que garanticen una calidad absoluta y la seguridad de los productos terminados. Según un estudio publicado por Kimberly Herrera en el 2024, un costarricense consume en promedio 27 kilogramos de pan al año. Si se considera que ocho de cada diez costarricenses incluyen pan en su presupuesto alimenticio mensual, se estima que la demanda promedio por persona es de 2,25 kilogramos mensuales. Esto se traduce en una demanda poblacional aproximada de 9 381 600 kilogramos de pan al mes a nivel nacional. En este contexto, la evaluación de la línea de producción de la empresa Panadería Lee & Quirós S.A. se convierte en un aspecto fundamental para optimizar recursos, mejorar la calidad del producto y fortalecer la competitividad de la empresa en el mercado.

La automatización de los procesos de producción en Panadería Lee & Quirós S.A. permitirá optimizar el flujo de trabajo y reducir los tiempos de inactividad. Los sistemas automatizados, como las cintas transportadoras, los sistemas de dosificación y los controladores de temperatura, pueden realizar tareas repetitivas y rutinarias con mayor rapidez y precisión que los trabajadores humanos. Esto no solo acelerará la producción, sino que también asegurará un uso más eficiente de los recursos, lo cual contribuirá a reducir los costos operativos y a incrementar la capacidad de producción sin necesidad de aumentar significativamente el personal.

La implementación de tecnología automatizada posibilita que los operarios se concentren en tareas de mayor valor agregado, como el monitoreo de procesos, el mantenimiento preventivo y la mejora de la calidad. Automatizar actividades como el amasado, el envasado y el horneado permitirá mantener una producción continua y sin interrupciones, lo que incrementará la cantidad de productos elaborados en menor tiempo. Además, los sistemas automatizados facilitan la programación de la producción en turnos extendidos o durante las 24 horas del día, lo que optimiza aún más el uso de las instalaciones y del personal disponible.

Un sistema automatizado también contribuye a mantener altos estándares de calidad e inocuidad en la producción de los productos de la panadería. La automatización minimiza el contacto manual, lo que reduce el riesgo de contaminación cruzada, un factor crítico en la industria alimentaria. Asimismo, garantiza que los ingredientes y las condiciones del proceso se mantengan precisos y constantes, lo cual resulta esencial para asegurar la calidad del producto final y cumplir con las normativas sanitarias y de seguridad alimentaria.

El factor humano es una fuente común de errores en la producción, desde una dosificación incorrecta de ingredientes hasta fallos en el control de temperatura durante el horneado. La automatización disminuye significativamente estos errores, ya que las máquinas y los controles programables siguen instrucciones con exactitud, lo que asegura una producción uniforme y de alta calidad. También mejora la trazabilidad,

permitiendo un seguimiento detallado de cada lote de producción y facilitando auditorías o investigaciones en caso de incidentes relacionados con la calidad.

La implementación de un sistema automatizado posiciona a Panadería Lee & Quirós S.A. como una empresa líder en el sector, al permitirle adaptarse a las exigencias del mercado y de los consumidores. La mayor eficiencia en la producción no solo permite atender la creciente demanda, sino que también contribuye a la reducción de desperdicios de recursos como energía, insumos y tiempo. A su vez, un proceso más controlado y eficiente favorece la sostenibilidad ambiental, un aspecto cada vez más valorado tanto por los consumidores como por las autoridades regulatorias.

La evaluación de costos representa otro aspecto clave, ya que la implementación de un sistema automatizado requiere una inversión inicial. Sin embargo, los beneficios a largo plazo, como la reducción de costos operativos, la disminución de tiempos y desperdicios, y la mejora en la eficiencia productiva, superan con creces esos gastos. Este análisis económico resulta fundamental para que la empresa tome decisiones informadas sobre la viabilidad de adoptar esta tecnología.

1.4 ANTECEDENTES

La meta primordial de la empresa es garantizar la satisfacción del cliente con sus productos y cumplir con las regulaciones aplicables en materia de alimentos. Bajo esta filosofía, se plantea realizar la presente investigación con el fin de identificar los factores que originan la problemática detectada en la línea de producción, específicamente en la fase de empaque, y de este modo mejorar los estándares de calidad tanto en los procesos internos como en el producto final.

En consecuencia, se procede con una recopilación de información a partir de investigaciones previamente publicadas que abordan los procesos de empaque implementados por distintas empresas y que proponen diversas alternativas de mejora.

Cabe señalar que, en primer lugar, se presentan los antecedentes de carácter nacional y, posteriormente, los de alcance internacional.

1.4.1 Antecedentes nacionales

El primer trabajo corresponde a la investigación titulada “Propuestas de mejora de la línea dos de empaque del Focus Factory Diálisis para la reducción de tiempos de cambio de lote”, de Jiménez (2019), la cual se llevó a cabo en la empresa Dispositivos Médicos S.A., ubicada en la Zona Franca El Coyol, en Alajuela.

En dicha investigación se plantean propuestas de mejora para la línea dos de empaque de un dispositivo denominado Focus Factory Dialysis, con el objetivo de reducir los tiempos de cambio de lote durante el proceso de empaque. El propósito principal del estudio fue disminuir el tiempo total asociado a los cambios de lote en la producción, así como los costos derivados de dicho proceso.

El estudio propone tres alternativas de solución: un método estándar para los cambios de lote, un método estándar con un operador responsable del procedimiento y una serie de oportunidades de mejora relacionadas con la documentación. Al respecto, Jiménez (2019) afirma:

Se plantea tres propuestas de solución que consisten en: 1. Método estándar para cambios de lote, 2. Método estándar con un operador encargado del alisto previo al cambio de lote, 3. Oportunidades de mejora en documentación.

Se logró implementar de manera parcial la propuesta de mejoras en documentación, de lo que se obtuvo una reducción de 1648 hojas del total que se desecha mensualmente, además de que se redujo las tareas innecesarias durante un cambio del lote al utilizar etiquetas de material acrílico. Queda pendiente la implementación de una de las soluciones de método estándar para el proceso, para lo cual se propone un cronograma de actividades en la sección de

implementación. La solución 1 mejora en un 33% el tiempo de cambio de lote y aporta 24 horas mensuales en producción y la solución 2 mejora en un 57% el tiempo total con 41 horas mensuales en producción. Se recomienda implementar la solución 2 para reducir más tiempo y aumentar la producción. (p. 17)

El estudio concluye que la mejor opción de mejora al método estándar es aquella que incorpora un operador encargado de la tarea de alisto para el cambio de lote, ya que esto permite eliminar las actividades externas que los operarios debían realizar durante dicho cambio. Asimismo, se determina que la implementación de esta segunda solución permite reducir la carga de tareas en un 57 % con respecto a la situación actual.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación en tanto realiza un análisis comparativo de tres posibles alternativas de solución, considerando todos los factores relevantes que permiten identificar cuál opción resulta óptima. Este enfoque exhaustivo en la evaluación de alternativas fortalece significativamente la fase de implementación, ya que brinda un panorama más amplio respecto a cuáles factores aportan mayores beneficios en determinados aspectos del problema.

El siguiente trabajo corresponde a la investigación titulada “Evaluación de una propuesta de mejora del proceso de sellado térmico en las estaciones finales de empaque de tres líneas de producción de un dispositivo médico”, de Zürcher (2021).

En este estudio se propone la implementación de una mejora mediante un diseño de experimentos, con el objetivo de determinar los efectos e interacciones significativas en el proceso de sellado térmico. Asimismo, se establece un nuevo rango para los parámetros del proceso, el cual es validado posteriormente mediante pruebas de tensión, con el fin de comprobar la integridad de los sellos del envase. Al respecto, Zürcher (2021) afirma:

Para un 95% de confianza estadística y 95% de confiabilidad, el rango definido cumple con los criterios de aceptación del proceso. Además, se obtuvo una mejora

de 189%, 718%, 234% en comparación al índice de capacidad histórico Ppk para línea 1, línea 2 y línea 3, respectivamente. Se recomienda la implementación del rango de parámetros propuestos en el proceso de sellado de las tres líneas, para obtener un proceso más estable y confiable. (p. 7)

Una de las conclusiones a las que arriba la investigación es que la variable con mayor efecto sobre la fuerza del sello térmico es la temperatura. En consecuencia, el aumento de la temperatura durante el proceso de sellado incrementa la resistencia del sello en el empaque, lo cual constituye un factor clave para el diseño de una propuesta de mejora. Este hallazgo facilita la implementación de mejoras, ya que permite identificar con claridad el factor al que se debe prestar atención a lo largo del proceso.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación en tanto evalúa los factores determinantes en la fase de empaque, lo cual permite desarrollar un plan de implementación de alternativas de solución sin omitir variables críticas. En este caso, la temperatura representa un elemento central del proceso, por lo que deben destinarse esfuerzos a asegurar que se mantenga dentro de los rangos requeridos.

Como tercer trabajo, se presenta la investigación titulada “Análisis del funcionamiento de la planta empacadora Chayotes de Altura S.A.”, desarrollada por Salas (2022), la cual se llevó a cabo en la planta empacadora de la empresa Chayotes de Altura S.A., ubicada en Cervantes de Cartago, Costa Rica.

En este estudio se analiza la línea de procesamiento del chayote en la planta empacadora, abarcando desde el ingreso del producto hasta su despacho, con el objetivo de generar oportunidades de mejora. En cuanto a la metodología utilizada, se realizaron visitas a la planta para observar el proceso de producción, medir los tiempos de las actividades, cuantificar pérdidas y factores de rechazo, y comparar la calidad del chayote con la norma establecida. Se identificaron siete etapas en la línea de producción: selección, lavado y desinfección, encerado, embolsado, empaquetado, pesado y estibado. El estudio destaca que el lavado es la actividad que más tiempo consume.

Asimismo, se detectó un desbalance de capacidades, siendo el embolsado el principal cuello de botella, lo cual genera paros frecuentes en la línea. La tasa de rechazo fue del 27,3 %, siendo los daños por insectos la principal causa (21,1 %), seguidos de defectos como vejiga, *Ascochyta* y *Phoma*.

Como parte de las acciones propuestas, se planteó la implementación de herramientas orientadas a mejorar el flujo y la calidad del sistema, mediante la evaluación constante de las actividades para identificar oportunidades de mejora. Al respecto, Salas (2022) afirma:

Como oportunidades de mejora se realizó un balance de la línea por medio del reajuste de personal en las actividades, con ello, se aumentó la capacidad a 3,09 cajas por minuto, además, se recomendó estandarizar los parámetros de calidad, así como realizar estudios periódicos de la tasa de rechazo para identificar la estacionalidad de los principales factores encontrados y atacarlos en campo. Se recomendó implementar una serie de herramientas para desarrollar la programación de la producción más formal para la empresa. (p. 11)

El estudio concluye con la identificación de cuatro principales puntos de mejora: los paros constantes en la línea ocasionados por el desbalance de capacidades; la ausencia de parámetros de calidad definidos para evaluar y documentar el producto; el desconocimiento de los factores de rechazo vinculados a la época del año y la falta de documentación que permita mejorar las prácticas agrícolas; y una gestión empírica con deficiencias en el control de toda la cadena productiva.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación al identificar diversos puntos críticos en el proceso de empaque, los cuales se abordan de forma complementaria. Esto permite construir una alternativa de solución integral que contribuya a mejorar la eficiencia y eficacia de la línea de producción, garantizando un producto de calidad.

El siguiente trabajo corresponde a la investigación titulada “Diseño de máquina Alimentadora automática de *patch cord* en empaque para Panduit Costa Rica” de Rodríguez (2017), la cual se llevó a cabo en la empresa Panduit, ubicada específicamente en Grecia, Alajuela, Costa Rica.

En esta investigación se propone un sistema automatizado que permita trasladar los *patch cord* desde un área hasta una selladora semiautomática y depositar el cable dentro del empaque de forma automática. Esta máquina selladora tiene una capacidad de empaque de 4 200 bolsas por hora. Al respecto, Rodríguez (2017) afirma que “si se pusiera a trabajar a un ritmo superior al que un humano puede llegar en promedio se podría cubrir de manera correcta la demanda de producción” (p. 12).

La propuesta de mejora consiste en diseñar un sistema mecatrónico capaz de trasladar el producto desde la etapa de etiquetado, depositarlo dentro del empaque y permitir que sea sellado y enviado a la zona de despacho.

El objetivo de la implementación es generar una alternativa que permita superar los índices de productividad en la línea, tomando en cuenta factores como la rentabilidad, los estándares de calidad, la facilidad de mantenimiento y la amigabilidad del sistema con el operario.

El trabajo concluye que el sistema automático es capaz de superar el índice de productividad requerido y que, además, permite colocar el producto a diferentes distancias y recibirlo correctamente para el proceso de empaque.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación al proponer una alternativa de mejora al proceso de empaque que busca maximizar los índices de productividad, considerando aspectos como la rentabilidad para la empresa, los estándares de calidad, el mantenimiento y la inclusión de los operarios en el proceso. Este proyecto no solo se orienta a crear mejoras a nivel de producción, sino también a que dichas mejoras beneficien a la empresa mediante la reducción de costos.

El último trabajo corresponde a la investigación titulada “Recomendaciones para el diseño de infraestructura para plantas de acondicionamiento y empaque de productos hortifrutícolas de acuerdo con las principales normas nacionales y estadounidenses” de Navarro (2011).

En esta investigación se propone una guía técnica con recomendaciones prácticas de diseño para plantas de procesamiento y empaque de productos hortofrutícolas. Con esta implementación se pretende fortalecer la infraestructura de la inocuidad alimentaria, aportando a la competitividad en la búsqueda de ampliación y satisfacción de mercados potenciales. “La contaminación microbiana es un problema complejo para resolver, ya el producto está en contacto con gran cantidad de elementos que representan posibles focos de contaminación” (López, 2003, p. 13).

En este contexto, la inocuidad alimentaria es fundamental en los procesos productivos, ya que garantiza que los alimentos sean seguros para el consumo humano, previniendo riesgos de enfermedades transmitidas por los alimentos. Implementar prácticas adecuadas de higiene y control en todas las etapas de producción, desde la cosecha hasta la distribución, es importante para mantener la calidad del producto y proteger la salud pública.

El estudio concluye que, con la implementación y utilización adecuada del sistema, se podrá garantizar que los procesos se realicen bajo un diseño de planta apropiado y conforme con los controles que exige la legislación.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación al proponer una mejora que vela por la inocuidad de los productos frente a cualquier ente contaminante presente en el ambiente o durante las labores de producción o empaque. Una implementación que mantenga las condiciones de seguridad del producto y, además, maximice los índices de productividad y eficiencia de la línea productiva, representa una propuesta deseable.

1.4.2 Antecedentes internacionales

El primer trabajo corresponde a la investigación titulada “Diseño y simulación de un envasador automático para diferentes frutas deshidratadas”, de Barragan (2024). En esta investigación se propone el diseño de un envasador de frutas deshidratadas que pueda resultar beneficioso para todas las empresas de Ecuador dedicadas a este negocio, en términos de eficiencia productiva y calidad de sus productos.

El estudio plantea el diseño de una máquina capaz de envasar mixes de diferentes frutas, o de un solo tipo de fruta, mediante la utilización de tolvas que facilitan el almacenamiento, así como la rapidez y eficiencia del proceso. Al respecto, Barragán (2024) afirma:

La máquina envasadora se ha diseñado para obtener fundas de 400 g de cuatro diferentes tipos de frutas de 100 g cada una, puede brindar una variedad de prestaciones como obtener en una misma funda la combinación de una, dos o cuatro diferentes frutas deshidratadas con la misma capacidad, ampliando la oferta del producto para sólidos granulados en diferentes tipos de presentaciones y contenido, lo que lo hace una máquina versátil para diferentes tipos de industrias.
(p. 92)

El estudio concluye que, con esta implementación, se logrará mejorar los tiempos de producción. Además, se obtendrán beneficios en cuanto a las condiciones laborales y la seguridad de los operarios, y se observará un incremento en los niveles de calidad del producto terminado.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación al proponer una alternativa de mejora para un tipo de producto alimenticio, en la que se toman en cuenta todos los requerimientos técnicos que dicho producto demanda, así como su factibilidad para desarrollar una implementación de automatización que brinde beneficios tangibles a las empresas del sector.

El siguiente trabajo corresponde a la investigación titulada “Propuesta de un sistema automatizado para la dosificación, sellado y empaque de sobres de agua purificada con monitoreo controlado mediante un PLC conectado a la red” de Jiménez y López (2021).

En esta investigación se propone una automatización a escala virtualizada como modelo base del sistema a implementar, en la que se plantea una mejora a los procesos de empaque de agua purificada, con el fin de que estos puedan ejecutarse de forma autónoma, reduciendo la intervención humana y accionados mediante una lógica de proceso secuencial. De esta forma, se pretende maximizar la eficiencia del proceso de empaque de los sobres de agua purificada. López (2024), cita:

La eficiencia de una máquina empacadora se mide por el número de unidades empacadas por minuto (velocidad de diseño), porcentaje de desperdicio de material de empaque, subproducto generado por un mal empaque y fallas por mantenimientos correctivos. (p. 15).

El estudio concluye que, con base en los análisis y resultados obtenidos, los sistemas de dosificación, sellado y empaquetado cumplen con las expectativas propuestas en el desarrollo del trabajo como una alternativa de automatización mediante un controlador PLC.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación al implementar herramientas tecnológicas digitales para proponer una solución automatizada más eficiente en el procesamiento de productos. En este caso, se recurre a sistemas de simulación que permiten visualizar con mayor claridad el contraste entre un proceso automatizado y uno manual, evidenciándose la diferencia en términos de productividad, eficiencia y eficacia.

Como tercer trabajo, la investigación titulada “Propuesta de mejora en los procesos de empaque y embalaje en los cuatro formatos de baldosas para una empresa de

revestimiento cerámico” de Quintero et al. (2018), desarrollada en una empresa ubicada en el municipio de Cundinamarca.

En esta investigación se propone el desarrollo de mejoras en los procesos de empaque y embalaje de cuatro formatos de baldosas cerámicas, mediante diversos diagnósticos apoyados en herramientas ingenieriles. La propuesta de mejora se estructura a través de una metodología que permite disminuir los costos de empaque y reducir el desperdicio derivado del uso inadecuado de las cajas de las distintas referencias de baldosas producidas. Con esta propuesta se pretende fomentar un mejoramiento continuo, que sirva como base para el cumplimiento de las metas de las industrias dedicadas a la producción y comercialización de revestimientos cerámicos. Como señala Garzón (2018):

Las herramientas de Ingeniería implementadas en el presente proyecto permitieron hacer un análisis detallado, en el cual se pudo identificar los problemas críticos del proceso actual de empaque y embalaje de la Empresa. Encontrando a partir del análisis del Diagrama de Pareto que el formato 51x51 presenta mayor cantidad de defectos en las cajas, seguidamente de los formatos 27x45 y 60x60 y 31x60. Por lo tanto, a partir de esto, se plantean las alternativas de mejora para los cuatro formatos. (p. 125)

En este contexto, el uso de herramientas de análisis de causa raíz juega un papel fundamental para formular propuestas de mejora que aborden integralmente la problemática.

El estudio concluye con la propuesta de sistemas automatizados para cada tipo de baldosa cerámica, diferenciados según la naturaleza del producto. Si bien se requiere una inversión significativa, los beneficios tangibles para la empresa superan ampliamente el costo inicial. En palabras de Garzón (2018):

A partir de las alternativas de mejoras planteadas se realiza la evaluación económica de cada una, se obtuvo un ahorro anual para cada uno de los formatos,

siendo estos: para el formato 27x45 de \$64.656.000, para el formato 31x60 de \$106.710.000, para el formato 60x60 de \$3.960.000 y para el formato 51x51 de \$406.410.000. Por otra parte, al realizar la suma de la disminución de costo de cada uno de los formatos y Propuesta de mejora en los procesos de empaque y embalaje de baldosas restando la inversión que se haría \$25.960.000 se obtendría un ahorro de \$555.776.000. (p. 117)

Este trabajo se relaciona con la presente investigación al ofrecer alternativas de solución para una problemática de empaque en la que intervienen diferentes formatos de productos. Estos formatos difieren en cuanto a la naturaleza del producto o al tipo de empaque requerido, tal como sucede en el presente estudio en desarrollo, en el que la empresa Panadería Lee & Quirós S.A. cuenta con diversos formatos de empaque para cada tipo de pan que produce.

El cuarto trabajo corresponde a la investigación titulada “Propuesta de mejora en el proceso de empaque y embalaje de banano en la finca Aeródromo La Fe pretendiendo la entrega óptima del producto” de Higinio y Bernal, la cual se desarrolló en el Aeródromo La Fe, perteneciente a la cooperativa Emprebancoop, dedicada al cultivo de banano y palma africana.

En este estudio se propone promover la eficiencia y calidad del producto final, fomentar e impulsar los conocimientos de los trabajadores, reconocer las fallas presentes y brindar soluciones óptimas y eficaces, garantizando el buen estado de la fruta y la satisfacción del cliente internacional.

Como parte de la mejora al proceso de empaque, se incluye un plan de acción que contempla los siguientes aspectos:

1. Capacitaciones y/o asesorías
2. Marcación o señalización en las cajas
3. Registros y controles de los operadores

4. Diseño de parámetros para el proceso de empaque y embalaje de la fruta.
5. La implementación de Jumbolon o espuma de polietileno.

Según los autores:

El diseño de estas propuestas, las cuales van dirigidas a las fincas que integran la cooperativa Asocoomag, tienen como objetivo la mejora de sus procesos en cada eslabón de la cadena logística, siendo más eficientes, productivas y competitivas frente a mercados nacionales e internacionales, garantizando la calidad del producto e impulsando la imagen y marca de la cooperativa y de la Zona Bananera del Magdalena. (p. 49)

El estudio concluye que la propuesta incluye la implementación de capacitaciones y/o asesorías para mejorar el proceso de empaque de la fruta, brindando mayor conocimiento a los operarios y minimizando costos y desperdicios. Con ello, además, se visualiza una mayor eficiencia y productividad, un incremento en los cuidados y protecciones hacia los operarios, y la reducción de factores contaminantes.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación al proponer una alternativa de mejora que contempla la capacitación del personal en técnicas de manipulación de productos, con el fin de optimizar la eficiencia del proceso. Asimismo, plantea la importancia de llevar un registro detallado de las actividades realizadas en la fase de empaque, a fin de contar con un historial preciso de la implementación.

Como último trabajo internacional se presenta la investigación titulada “Propuesta de mejora para proceso de *packing* en empresa distribuidora Juan de Hoyos”, desarrollada en la empresa Juan de Hoyos (JDH) Distribuciones S.A.S., compañía dedicada a la comercialización de productos de aseo, cocina y papelería, ubicada en el municipio de Copacabana, Colombia.

En esta investigación se plantea la identificación del embalaje requerido para los pedidos, el diseño del procedimiento de rotulado y la formulación de un indicador de gestión para el proceso de *packing*. Todo ello con el objetivo de proponer un proceso de empaque y rotulado que contribuya a reducir el número de devoluciones generadas diariamente por averías ocasionadas por mal empaque, entregas a destiempo, productos no solicitados y errores en la auditoría de cargue. Esta propuesta busca optimizar los tiempos de entrega y mejorar la satisfacción del cliente.

Como señala Galeano (2020):

Tan pronto como se implemente, se tendrán resultados que se verán reflejados en la disminución de un 30% de las devoluciones generadas por la problemática de *packing* y entregas a destiempo en un lapso de 6 meses. Teniendo en cuenta que para estos primeros 6 meses, será la etapa inicial de implementación. Una vez puesto en marcha dicho proceso, se espera poder obtener resultados positivos desde diferentes etapas que componen el *packing* y su interrelación con el servicio al cliente. (p. 55)

El estudio concluye que la aplicación de este proyecto permitirá establecer un modelo de mejora continua para el proceso de *packing* realizado en la compañía. Además, aportará a otros modelos relacionados con el caso de estudio, como el transporte y el servicio al cliente. El seguimiento constante de la implementación será un factor determinante para alcanzar la meta propuesta y asegurar su sostenibilidad en el futuro.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación no solo por proponer una mejora al proceso de empaque del producto, sino también por incorporar un enfoque de seguimiento y monitoreo constante de la implementación, con el fin de garantizar su permanencia a largo plazo. Esto se plantea con la expectativa de obtener resultados tangibles en términos de reducción de tiempos y maximización de la eficiencia del proceso productivo.

1.5 PROYECCIONES

El estudio se desarrolla en la empresa Panadería Lee & Quirós S.A., específicamente en el área de empaque de la línea de producción, mediante el análisis de los procesos para detectar los factores que influyen en la disminución de la eficiencia y así proponer un plan de implementación de un sistema automatizado que agilice las labores productivas.

La investigación se centra en sus tres productos más vendidos, los cuales representan el mayor margen de ganancia para la empresa, por lo que se procura que su elaboración esté lo más optimizada posible, reduciendo demoras y eliminando errores en el proceso. A continuación, se detallan los productos, acompañados de su código de identificación:

- Pan de hamburguesa (014)
- Pan cuadrado (060)
- Pan Buffet (010)

Es importante mencionar que el pan de hamburguesa y el pan cuadrado cuentan con más códigos, que se diferencian entre sí por incluir ingredientes adicionales (por ejemplo, semillas, mantequilla en la superficie, tamaño o si es integral). Sin embargo, para efectos de este trabajo, se agruparán bajo un solo código, ya que estas variaciones no afectan el desarrollo de la propuesta de mejora para la línea de producción.

Como parte del análisis, se identifican de manera oportuna las causas de la problemática en términos de calidad y sus efectos, y se plantean alternativas de solución orientadas a maximizar la eficiencia de la línea, así como medidas para preservar la inocuidad de los productos elaborados por la empresa.

1.5.1 Alcances

El estudio se realiza en la empresa Panadería Lee & Quirós S.A., específicamente en el área de producción, donde se analizará el proceso para determinar los factores que están

contribuyendo a la aparición de cuellos de botella, así como aquellos que comprometen la inocuidad de los productos.

A continuación, se presentan los siguientes alcances como parte del desarrollo de este proyecto:

- Examinar el proceso actual en la línea de producción, identificando las etapas, los métodos utilizados, los recursos empleados y las limitaciones que afectan la eficiencia del proceso.
- Analizar la eficiencia del proceso de empaque en términos de tiempos de operación, productividad y costos relacionados, con el fin de identificar oportunidades de mejora mediante la automatización del sistema.
- Diseñar una propuesta de implementación de un sistema automatizado de empaque, en la que se especifiquen las características del equipo requerido, los beneficios que aporta en la reducción de retrasos y su impacto en la línea de producción.
- Evaluar cómo la implementación del sistema automatizado podría mejorar la inocuidad de los productos terminados, asegurando un manejo adecuado y libre de contaminación durante el proceso de empaque.
- Realizar un análisis de viabilidad económica de la implementación de la solución, considerando los costos de inversión y el retorno de inversión (ROI) esperado para la empresa.
- Enfocar el estudio en los productos más vendidos y producidos, con el fin de agilizar todo el proceso relacionado con ellos de manera que la empresa se vea beneficiada. Los productos son: Pan Cuadrado (060), Pan Buffet (010) y Pan de Hamburguesa (014).

1.5.2 Limitaciones

No se visualizan limitaciones a la hora de realizar el presente estudio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES

Este capítulo presenta las bases teóricas del tema de estudio, proporcionando un conocimiento preliminar del contexto conceptual que facilita la comprensión del trabajo. Se exponen los modelos, herramientas y teorías que sirven como referencia para el análisis de los procesos.

2.1.1 Metodología DMAIC

DMAIC es una estrategia perteneciente a Lean Six Sigma, utilizada para la mejora de procesos. Para alcanzar resultados óptimos, esta metodología se basa en la recolección y el análisis de datos con el propósito de proponer soluciones precisas. Es especialmente útil para abordar problemas cuyas causas son desconocidas. El término DMAIC corresponde al acrónimo en inglés de las cinco fases del proceso de mejora: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyze* (analizar), *Improve* (mejorar) y *Control* (controlar) (Pérez Rocha, 2022).

Figura 1. Ejemplo de Metodología DMAIC.



Nota. Pérez (2023).

2.1.2 Gráfico de barras

Un gráfico de barras es un recurso visual utilizado para representar datos categóricos mediante barras rectangulares, cuya longitud es proporcional al valor que representan. Estas barras permiten una comparación clara entre dos o más valores y pueden disponerse de forma vertical u horizontal, según convenga al diseño y a la lectura del gráfico (HubSpot Inc., 2023).

Figura 2: Ejemplo de un gráfico de barras.



Nota. HubSpot (2023).

2.1.3 Project Charter

El *Project Charter* formaliza la creación y el lanzamiento de un proyecto, por lo que debe elaborarse antes de iniciar cualquier actividad. Este documento, emitido por el patrocinador o iniciador, contiene toda la información relevante para asegurar el éxito del proyecto: desde los objetivos y el alcance, hasta el respaldo necesario para que el gerente del proyecto pueda asignar recursos y planificar las tareas.

Generalmente, el patrocinador es quien redacta el acta de constitución del proyecto. No obstante, en algunos casos puede solicitar al futuro gerente del proyecto que prepare un borrador, el cual posteriormente será aprobado y firmado por el patrocinador.

Tabla 1: Ejemplo de Project Charter.

CHARTER (ACTA CONSTITUCIÓN) DEL PROYECTO Información principal y autorización del proyecto	
1.- Fecha:	2.- Nombre de Proyecto:
<i>De acuerdo con las nueve áreas debe indicar cuáles aplican</i>	4.- Área de aplicación, interesados del proyecto: involucrados, áreas y departamentos dentro de la organización
5.- Fecha de inicio del proyecto:	6.- Fecha tentativa finalización:
7.- Objetivos del proyecto: 7.1- Objetivo General: 7.2. Objetivos Específicos <i>Mínimo tres</i> 7.2.1 7.2.2 7.3.3	
<i>Descripción del producto:</i> <i>Cuál será el entregable del proyecto?</i>	
<i>Necesidad del proyecto:</i> <i>Cuál es el porqué de su proyecto, cuál es la necesidad que va a cubrir su proyecto?</i>	

Nota. Sánchez (2021).

2.1.4 Análisis FODA

Un análisis FODA es una herramienta diseñada para comprender la situación de un negocio mediante el estudio de sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Se trata de un recurso muy valioso para cualquier organización y resulta fundamental en la toma de decisiones presentes y futuras, ya que permite identificar tanto aquello que se está haciendo bien como los retos actuales o potenciales (HubSpot Inc., 2025).

Para realizar un análisis FODA, se distinguen las cuatro variables y se determina qué elementos corresponden a cada una. A continuación, se describen:

- **Fortalezas:** Corresponden a las capacidades especiales con las que cuenta la empresa y que le otorgan alguna ventaja frente a la competencia.
- **Oportunidades:** Son factores positivos, favorables y explotables que deben identificarse en el entorno en el que actúa la empresa y que le permiten obtener ventajas.
- **Debilidades:** Son factores que provocan una posición desfavorable para la empresa; pueden incluir carencias, falta de habilidades, entre otros aspectos.
- **Amenazas:** Son factores externos, no controlables, que pueden comprometer la permanencia de la empresa u organización.

Tabla 2: Ejemplo de Análisis FODA.

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clientela sólida • Presencia web diversificada • Reservas de efectivo 	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nuevo equipo de ventas - Falta de experiencia • Presencia débil en redes sociales
<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expansión al mercado europeo • Adquisición de competidores 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competidores emergentes • Falta de diferenciación • Reglamentaciones del gobierno

Nota. LucidChart (2025).

2.1.5 Matriz de estrategias FODA

La matriz de estrategias FODA es una herramienta utilizada para analizar y evaluar la situación actual de una entidad desde una perspectiva tanto interna como externa. Su principal funcionalidad es proporcionar una visión fundamentada en las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la empresa para facilitar la toma de decisiones. Al recopilar esta información, es posible identificar la posición actual y diseñar

estrategias orientadas a aprovechar los aspectos positivos y abordar los desafíos (Dinngo, s. f.).

Tabla 3: Ejemplo de matriz de estrategias.

MATRIZ DAFO CRUZADO O CAME	Principales Oportunidades 1. --- 2. --- 3. ---	Principales Amenazas 1. --- 2. --- 3. ---
Principales Fortalezas 1. --- 2. --- 3. ---	Estrategias FO (usar Fortalezas para aprovechar oportunidades)	Estrategias FA (usar fortalezas para evitar amenazas)
Principales Debilidades 1. --- 2. --- 3. ---	Estrategias DO (superar debilidades aprovechando oportunidades)	Estrategias DA (reducir debilidades y evitar amenazas)

Nota. Mañez (2018).

2.1.6 Análisis de stakeholders

El *stakeholder mapping* o mapa de *stakeholders* es un recurso visual que permite identificar los grupos de interés que pueden aliarse con un proyecto específico. Este instrumento contiene cuatro cuadrantes que permiten categorizar el nivel de influencia e interés de los involucrados, y se utiliza como una herramienta de gestión empresarial (HubSpot, Inc., 2023).

Tabla 4: Ejemplo de análisis de *stakeholders*.

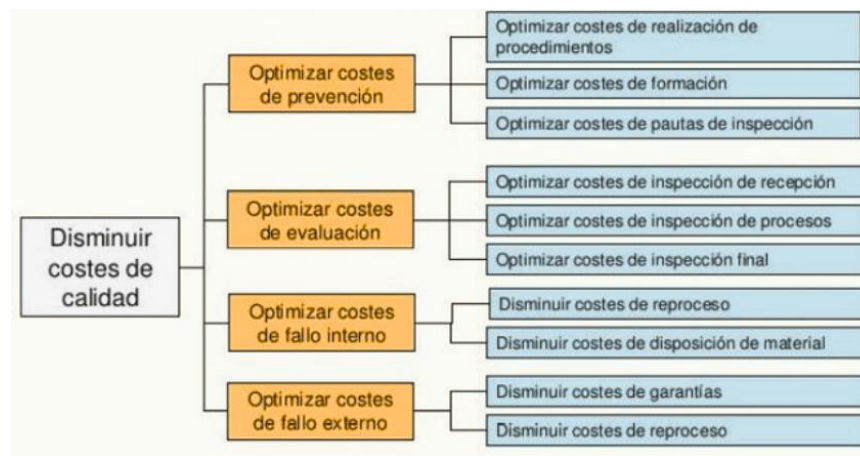


Nota. HubSpot (2023).

2.1.7 Árbol de CTQ

Es un diagrama que muestra los indicadores de calidad que permiten medir y determinar la calidad de un producto y/o servicio de forma cuantitativa y cualitativa. Para desarrollar el árbol CTQ, la organización debe identificar al cliente o usuario, las necesidades críticas que el producto y/o servicio debe satisfacer, los controladores de calidad y los requisitos de rendimiento. Su elaboración implica jerarquizar prioridades en el resultado y eliminar aquellos rasgos que no son fundamentales para satisfacer las exigencias del cliente (Global Trust Association, 2019).

Figura 3: Ejemplo de árbol de CTQ.



Nota. Slid Share (2014).

2.1.8 Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC se utiliza para trazar un proceso de negocios mediante la documentación de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. No está diseñado para proporcionar demasiados detalles, sino para brindar información clave sobre un proceso a los responsables de la toma de decisiones. Generalmente, los diagramas SIPOC se emplean para mejorar o comprender los procesos asociados con la experiencia del cliente (Asana, 2025). El significado de sus siglas es el siguiente:

- **Supplier (Proveedores):** Individuos que aportan recursos esenciales al proceso.

- **Input (Entradas):** Elementos o materiales requeridos para la ejecución del proceso.
- **Process (Proceso):** Serie de actividades realizadas sobre los recursos que generan un valor requerido.
- **Output (Salidas):** Resultado final obtenido del proceso.
- **Customer (Cliente):** Persona a quien se dirige el resultado final y cuya satisfacción con productos de calidad es prioritaria (Pacheco, 2019).

Figura 4: Ejemplo de digrama SIPOC.

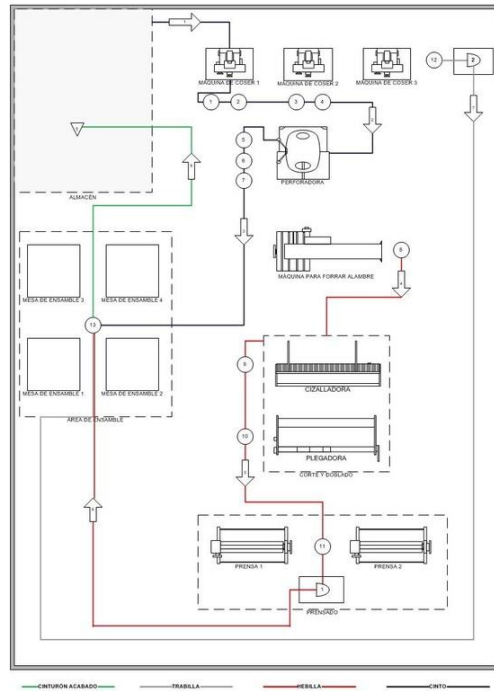


Nota. Elaboración propia (2025).

2.1.9 Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido es una representación gráfica que muestra el lugar donde se realizan actividades específicas y el trayecto que siguen los trabajadores, materiales o equipos para llevarlas a cabo. Este diagrama ilustra cómo se mueven los operarios dentro de su espacio de trabajo y tiene como propósito analizar sus movimientos, así como el orden en que están dispuestos los equipos y las máquinas. El objetivo principal es reducir los tiempos de desplazamiento de los operarios, lo que mejora la eficiencia y el rendimiento de la producción. Además, el diagrama permite visualizar el recorrido de los productos a lo largo de la línea de producción, marcando claramente el inicio y el final del trayecto, así como las estaciones intermedias, cada una identificada adecuadamente (Niebel, 2022).

Figura 5: Ejemplo de diagrama de recorrido.



Nota. Salazar (2021).

2.1.10 Diagrama de flujo

El objetivo principal de un flujograma es representar un proceso de forma visual para facilitar su comprensión de manera sencilla y rápida. Con un diagrama de flujo de proceso, resulta más fácil estudiar y observar el proceso para optimizarlo, identificar puntos de mejora, detectar bucles repetitivos y eliminar ineficiencias que obstaculicen los resultados esperados (HubSpot, Inc., 2023; HubSpot, 2025).

Figura 6: Ejemplo de diagrama de flujo.



Nota. HubSpot (2023).

2.1.11 Gemba walk

Gemba walk o caminata *gemba* significa ir al lugar donde suceden los procesos, observarlos, entender su desarrollo y aprender para mejorarlos, como lo explica Ingrande (s. f.):

La palabra Gemba es un término japonés que significa ‘lugar de trabajo, el lugar real donde ocurren las cosas’, los recorridos en planta para visualizar el problema (Gemba Walk) es la acción de ir a observar el proceso, entender la manera como se está desarrollando el trabajo, hacer preguntas y aprender para mejorar de forma continua los procesos. Se debe hacer cada vez que se enfrenta a un problema, pero también como una rutina. A lo largo de los años se ha conocido muchos directores que empiezan su jornada con ‘el paseo’ o celebran semanalmente una ‘reunión itinerante’.

Se basa en tres principios fundamentales:

1. **Ir al campo de batalla:** Visitar el lugar donde ocurren los procesos para observar su funcionamiento y asegurarse de que las condiciones son adecuadas.
2. **Hacer preguntas:** Interactuar con las personas que conocen el proceso, indagando para entender lo que sucede y llegar a la causa raíz de los problemas.
3. **Mostrar respeto:** Valorar a quienes realizan el trabajo y fomentar su participación en la solución de problemas, lo que incrementa su implicación y garantiza la sostenibilidad de las mejoras (Integrando, s. f.).

2.1.12 Lluvia de ideas

Se le puede llamar lluvia de ideas, tormenta de ideas o incluso *brainstorming*. En 1939, Alex Faickney Osborn investigaba distintas formas de fomentar la creatividad y descubrió que la mejor manera de lograrlo en una empresa era a través de la interacción y el trabajo en equipo. Así, cada integrante podía compartir sus opiniones y sugerencias sobre un tema específico. De esta manera, nació la técnica de la lluvia de ideas. Se trata de una metodología utilizada en el trabajo colaborativo para generar nuevas ideas o solucionar un problema determinado. Hoy en día, se emplea ampliamente en reuniones laborales y debates (Coworkingfy, 2025).

Figura 7: Ejemplo de lluvia de ideas.

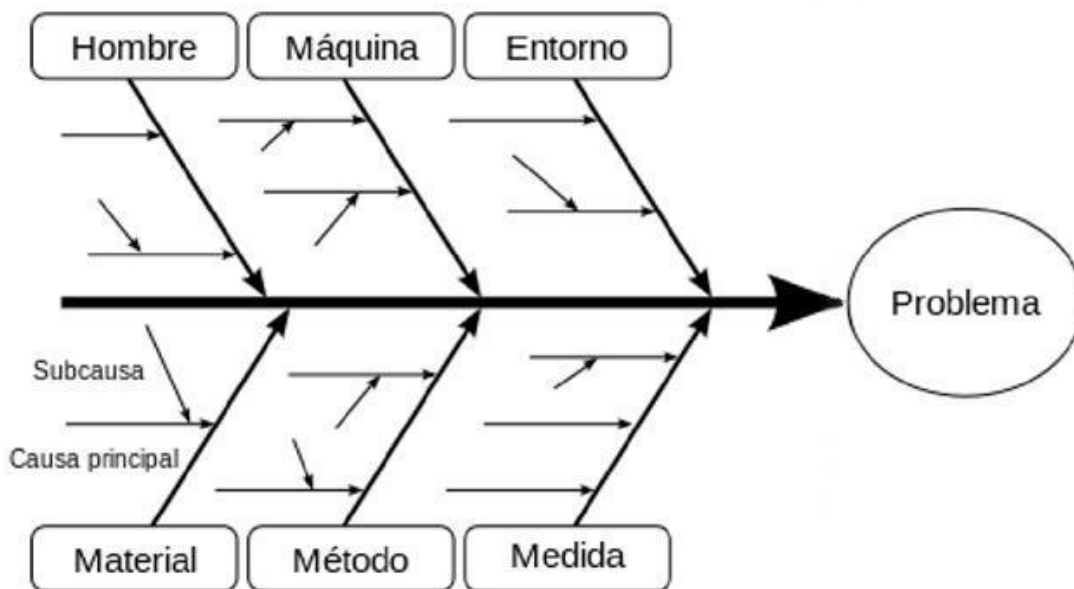


Nota. Elaboración propia (2025).

2.1.13 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de pescado, es una herramienta utilizada para identificar problemas de calidad y proponer soluciones mediante la representación gráfica de los factores que intervienen en la ejecución de un proceso. Asimismo, se le conoce como diagrama de causa-efecto o de las 6 M (HubSpot Inc., 2023).

Figura 8. Ejemplo de diagrama de Ishikawa.



Nota. Geo Tutoriales (2017).

2.1.14 Multivoto

La multivotación es un procedimiento sencillo y estructurado que se utiliza para seleccionar, de entre una amplia lista de elementos, aquellos que son más significativos y merecen mayor consideración. Cuando se dispone de una gran cantidad de ideas u opciones, la dificultad radica en gestionar ese volumen. Mediante la multivotación, se reduce dicha gama de elementos, lo que permite al equipo centrarse en un número limitado de opciones más apropiadas e importantes (Aiteco Consultores, 2019). El procedimiento para aplicarla consiste en:

- Construir una tabla con una lista de causas o limitaciones.
- Entregar la tabla a cada miembro del equipo, quienes emiten su voto.
- Generar una tabla de referencia donde se registre la cantidad de votos recibidos por cada opción.
- Realizar la sumatoria de los puntos por cada causa y seleccionar aquellas con mayor puntaje como los factores más relevantes para su análisis.

Tabla 5: Ejemplo de multivoto.

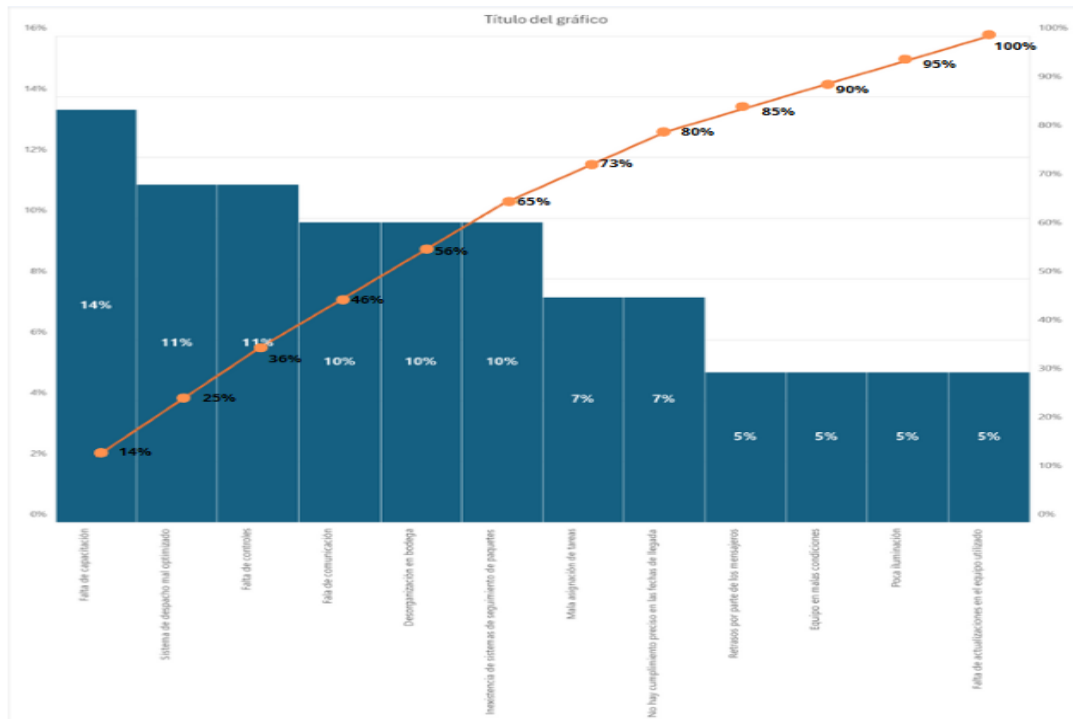
CAUSAS	COLABORADOR 1	COLABORADOR 2	COLABORADOR 3	TOTAL
Falta de capacitación	15	20	20	55
Sistema de despacho mal optimizado	25	10	10	45
Falta de controles	20	15	10	45
Fala de comunicación	15	5	20	40
Desorganización en bodega	5	20	15	40
Inexistencia de sistemas de seguimiento de paquetes	15	15	10	40
Mala asignación de tareas	20	5	5	30
No hay cumplimiento preciso en las fechas de llegada	5	10	15	30
Retrasos por parte de los mensajeros	10	10	5	25
Equipo en malas condiciones	10	5	5	20
Poca iluminación	5	10	5	20
Falta de actualizaciones en el equipo utilizado	5	5	5	15
TOTAL				405

Nota. Elaboración propia (2025).

2.1.15 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta gráfica en la que los datos se ordenan de mayor a menor, lo que permite identificar con mayor claridad qué aspectos deben resolverse primero. Se basa en el principio de Pareto, el cual sostiene que el 80 % de las consecuencias provienen del 20 % de las causas (HubSpot, Inc., 2022; HubSpot, 2025).

Figura 9: Ejemplo de diagrama de Pareto.

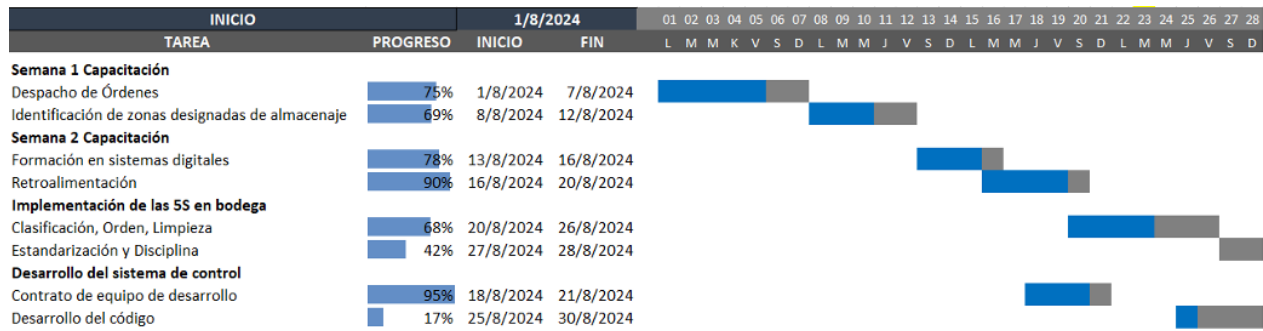


Nota. Elaboración propia (2025).

2.1.16 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta utilizada para planificar y programar tareas a lo largo de un período determinado. Gracias a su visualización clara y práctica de las acciones previstas, permite realizar un seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto. Además, representa gráficamente las tareas, su duración y secuencia, junto con el calendario general del proyecto (OBS Business School, 2025).

Figura 10: Ejemplo de un diagrama de Gantt.



Nota. Elaboración propia (2025).

2.1.17 Reunión Kaizen

Una reunión Kaizen es un evento breve en el que un equipo y un facilitador se reúnen para identificar y resolver un problema. El término Kaizen proviene del japonés y significa “cambio para bien”. Estas reuniones, que suelen durar entre dos y cinco días, se enfocan en la resolución de un problema urgente y se preparan cuidadosamente. Durante el evento, se implementan soluciones en un corto plazo, destinando todos los recursos necesarios. Las reuniones Kaizen ayudan a mejorar procesos, identificar áreas de oportunidad, generar nuevas ideas, y optimizar la calidad y la cadena de valor.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

A continuación, se verá los detalles más importantes de la empresa Panadería Lee & Quirós S.A. donde se realizará el estudio.

2.2.1 Visión y misión

La visión y misión de la empresa se muestran seguidamente.

Visión

“Ser la empresa de su preferencia en la elaboración de los distintos tipos de panes y repostería, contando con cobertura a nivel nacional” (Panadería Lee & Quirós S.A., 2025).

Misión

“Ser una empresa dedicada a la elaboración de productos de panadería, cafetería y demás derivados del pan, manteniendo altos estándares de Calidad para lograr la satisfacción de nuestros clientes” (Panadería Lee & Quirós S.A., 2025).

2.2.2 Antecedentes históricos

La empresa Panadería Lee & Quirós S.A. nació como un negocio familiar hace más de 50 años. En sus inicios, no solo se dedicaba a la elaboración de panes, sino también a la producción de algunos tipos de pasta, los cuales eran distribuidos en todo el territorio nacional.

Conforme el crecimiento de la empresa se fue consolidando, ambos tipos de productos se separaron, y fue la panadería la que se mantuvo bajo la administración de la familia Lee, siendo desde entonces dirigida por sus miembros.

Esta empresa ha logrado posicionarse dentro del mercado nacional y ganarse un espacio entre las marcas de pan más reconocidas, a pesar de continuar siendo una empresa pequeña en comparación con las competencias internacionales que han ingresado al país en las últimas dos décadas.

Si bien ha logrado mantener su nombre a lo largo de los años, ha enfrentado una fuerte competencia a distintos niveles, especialmente por parte de empresas internacionales que se han establecido en Costa Rica y han absorbido otras panaderías, como Pan Cena, Pan Roca, Pan Pochet, entre otras.

Actualmente, la empresa ha logrado estabilizar y mantener sus principales ventas en supermercados como PriceSmart y Más x Menos, así como, en menor grado, en pulperías, restaurantes de comida china y mediante el modelo de órdenes especiales (pan para *catering services*).

2.2.3 Ubicación geográfica

La empresa Panadería Lee & Quirós S.A. se ubica en la provincia de San José, específicamente en el cantón de Curridabat. Actualmente, cuenta con un edificio donde se lleva a cabo la producción de sus productos alimenticios.

Figura 11: Mapa satelital de Panadería Lee & Quirós S.A.

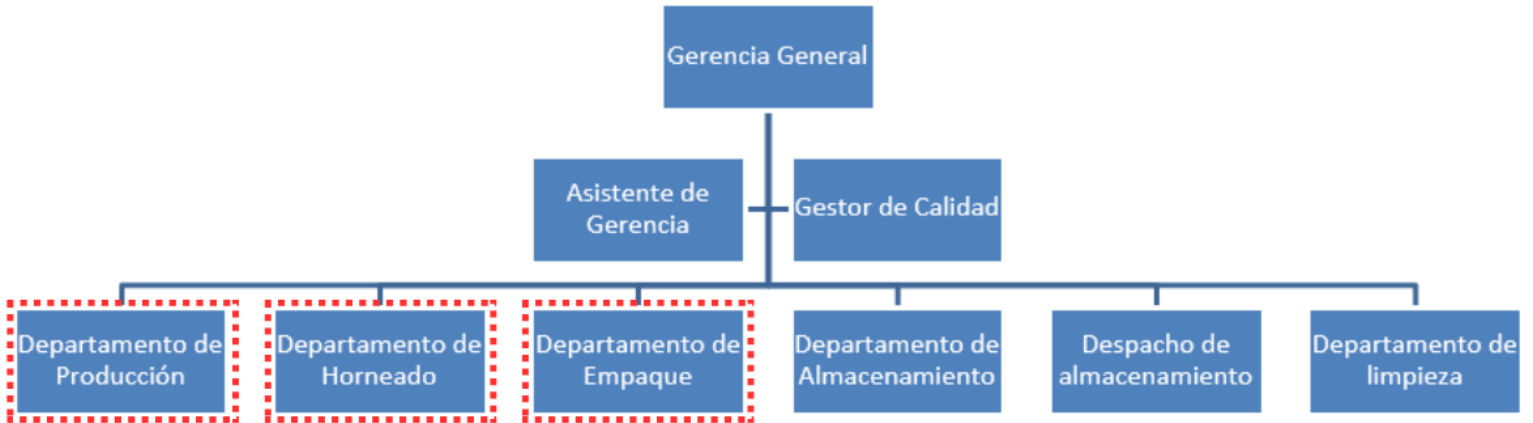


Nota. Google Maps (2025).

2.2.4 Estructura organizacional

El organigrama de la empresa se muestra a continuación:

Figura 12: Organigrama de Los Patitos S.A.



Nota. Panadería Lee & Quirós S.A. (2024).

La estructura organizacional de la empresa está diseñada de forma que permite establecer relaciones formales de mando y dependencia mediante la inclusión de niveles jerárquicos. Además, se visualiza la departamentalización y el desarrollo de sistemas que aseguran una comunicación asertiva y una coordinación efectiva de las actividades entre departamentos, con el objetivo de alcanzar los fines comunes y cumplir los compromisos adquiridos con el mercado.

Cada departamento está dirigido por un Asistente de Gerencia y supervisado por un Gestor de Calidad, quien vela por el cumplimiento de las normas que garantizan los más altos estándares de calidad.

Esta investigación se centrará en los departamentos de Producción, Horneado y Empaque.

2.2.5 Cantidad de empleados

Panadería Lee & Quirós S.A. cuenta con aproximadamente 25 colaboradores. El personal se distribuye en las siguientes áreas: Producción, Horneado, Empaque, Limpieza y Administración.

Tabla 6: Cantidad de empleados por área.

Puesto o Área	Cantidad
Producción	9
Horneado	4
Empaque	7
Limpieza	2
Administrativo	3
Total	25

Nota. Panadería Lee & Quirós S.A., 2025).

Como se observa en la tabla, el área con mayor cantidad de recurso humano es el Departamento de Producción, donde se concentran las labores destinadas a satisfacer la demanda del mercado.

La segunda área con mayor personal es el Departamento de Empaque, en el cual se desarrolla el presente estudio con el fin de establecer mejoras que permitan maximizar la eficiencia del proceso productivo.

2.2.6 Tipos de productos

La empresa divide sus productos en 3 grupos. A continuación, se muestran:

Pan Cuadrado – Hot Dog:

- Pan cuadrado pequeño
- Pan cuadrado familiar
- Cuadrado Integral Familiar
- Pan cuadrado Jumbo 2-Pack
- Pan cuadrado pequeño económico
- Pan cuadrado Jumbo
- Pan integral Jumbo
- Pan integral Jumbo 2-Pack

- Hot Dog con semilla cines
- Hot Dog 5 unidades
- Hot Dog 12 unidades con semillas
- Hot Dog 12 unidades sin semilla
- Hot Dog de 8 Pulgadas
- Hot Dog 8 pulgadas 4 unidades
- Hot Dog 8 pulgadas con semilla 4 unidades
- Hot Dog 8 pulgadas con semilla 2-Pack 8 unidades
- Hot Dog mediano 16 unidades

Bollería - Hamburguesas y más:

- Pan dulce
- Pan Bonete
- Buffet Especial
- Pizza mediana
- Queque navideño tapón
- Navideño pequeño
- Pan Buffet
- Butifarras por unidad
- Buffet grande con semilla
- Buffet pequeño 10 unidades
- Quequitos
- Galleta de panadería
- Buffete grande con fruta/queso
- Pan Casero
- Buffet económico
- Navideño grande
- Buffet pequeño de 12 unidades
- Pan pizza
- Buffet pequeño con semilla por unidad

- Quequito de coco
- Buffet con semilla por unidad
- Buffet dulce de 6 unidades
- Bonete precocido 10 unidades

- Hamburguesa extrafamiliar 4 unidades
- Paquete minihamburguesa 13 unidades
- Hamburguesa grande 8 unidades
- Hamburguesa Familiar
- Hamburguesa extragrande sin semilla 4 unidades
- Hamburguesa 12 unidades
- Hamburguesa grande 12 unidades
- Hamburguesa pequeña 12 unidades
- Sandwich especial integral
- Sandwich pequeño con semilla 4 unidades
- Sandwich grande paquete

Productos chinos:

- Wantan frito
- Wantan Sopa
- Chaomin
- Ajinomoto
- Caja tallarín
- Wantan circular para freír

2.2.7 Mercado de exportación

Actualmente, Panadería Lee & Quirós S.A. distribuye sus productos únicamente a nivel nacional.

2.2.8 Descripción general del proceso productivo

En Panadería Lee & Quirós S.A. se elaboran diversos productos a base de harina. Uno de los más vendidos es el Pan Buffet, producto en el cual se centrará la descripción del proceso productivo. Cabe destacar que todos los productos siguen un mismo procedimiento general; lo que varía es la incorporación de ingredientes y el tipo de amasado.

El proceso inicia con la entrada de la materia prima, la cual se separa y almacena en bolsas colocadas en estantes. Seguidamente, se realiza el pesaje de los ingredientes, que se detallan a continuación:

Tabla 7: Ingredientes utilizados en el proceso productivo.

Ingrediente	Cantidad (Kg)
Harina	40 kg
Manteca	1,2 kg
Azúcar	8,4 kg
Sal	0,48 kg
Mejorante	52 kg
Preservante	0,25 kg
Agua	19,6 kg

Nota. Panadería Lee & Quirós S.A., 2025

Nota. La máquina estandariza la unidad de medida de los pesos, por ende, el agua también se toma en kilogramos para que toda la fórmula vaya con la misma unidad.

Los ingredientes se incorporan en la batidora durante aproximadamente cuatro minutos, hasta que estén mezclados. Luego, se añade la manteca y se continúa el batido por ocho minutos más, hasta que la masa esté compacta.

Una vez lista, la masa se coloca sobre una mesa y los operarios la trasladan a la máquina boleadora, que forma los bollos. Estos se colocan en estantes y se trasladan a la cámara de fermentación, que opera con calor y vapor seco. Los bollos se mantienen allí durante aproximadamente cinco horas, a una temperatura de entre 33 °C y 36 °C, y una humedad relativa de entre 78 % y 85 %.

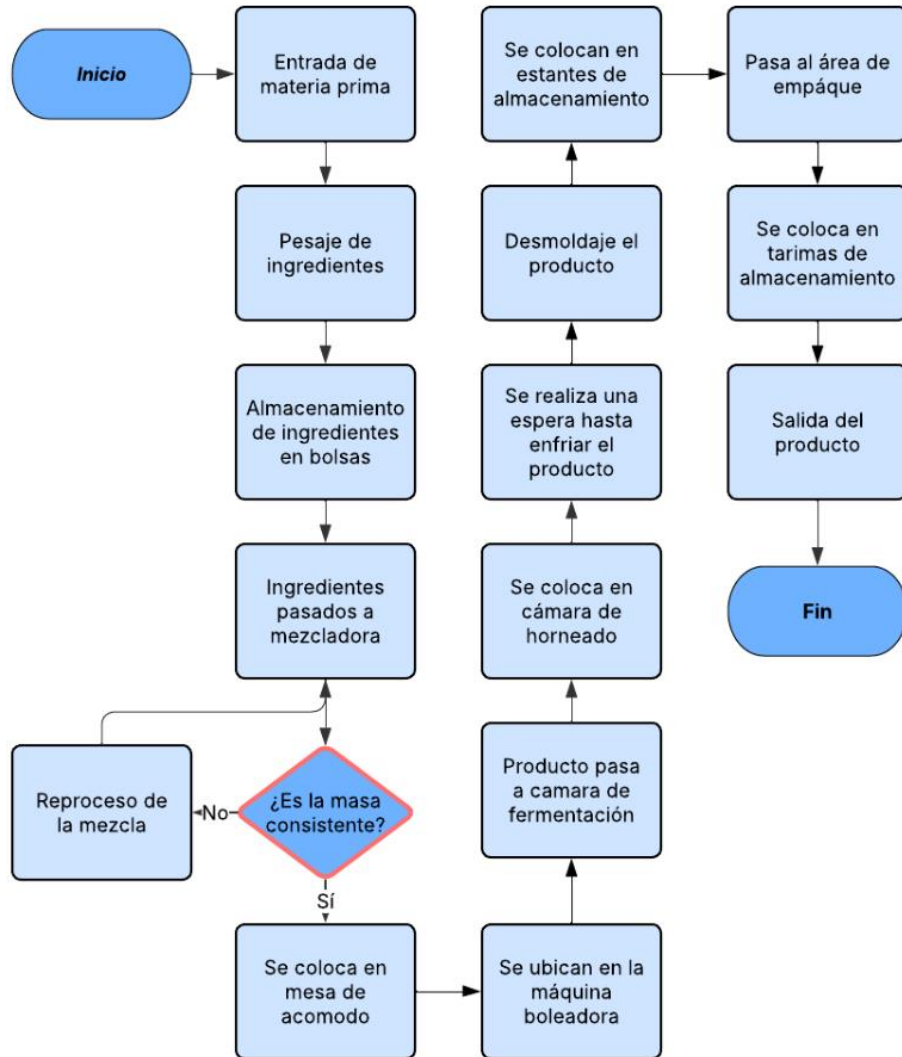
Después de la fermentación, la masa se hornea inmediatamente a una temperatura de 205 °C durante quince minutos. Los operarios llevan un control mediante una hoja de registro donde anotan la hora de entrada, el tiempo de horneado, la temperatura y la hora de salida del producto. Al salir del horno, el pan reposa durante quince minutos y se le aplica sorbato de potasio mientras aún está caliente. Este compuesto prolonga la vida útil del producto.

Luego, se desmolda y se traslada a estantes para su posterior empaque. En el área de empaque laboran tres personas, quienes empaacan el producto manualmente utilizando doble bolsa. Primero se colocan doce unidades por paquete en el empaque primario, que luego se almacenan en tarimas. Al día siguiente, se les añade el empaque secundario (la bolsa final). Posteriormente, el producto se carga en camiones para su distribución. La duración estimada del producto es de catorce días.

Los productos defectuosos que llegan al área de empaque se secan y muelen para producir pan molido, el cual se vende por kilo, lo que contribuye a reducir el porcentaje de desperdicio.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo del proceso productivo de la empresa:

Figura 13: Diagrama de flujo de los procesos de Panadería Lee & Quirós S.A.



Nota. Elaboración propia (2025).

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se enmarca en un enfoque mixto, ya que, al tratarse de un estudio de tipo ingenieril, las herramientas y métodos utilizados combinan datos cuantitativos y cualitativos. El análisis conjunto de estos datos permite obtener resultados más precisos y confiables. Además, este enfoque posibilita el desarrollo de un proceso que recolecta, analiza y establece vínculos entre ambos tipos de datos. Al respecto, Hernández y Mendoza (2014) indican lo siguiente:

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.

Los métodos mixtos (MM) integran enfoques cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, con el fin de ofrecer un análisis más detallado cuando las preguntas de investigación son complejas. No se trata simplemente de sumar los resultados obtenidos de ambos enfoques, sino de emplear una metodología con un pensamiento propio, lenguaje particular y técnicas específicas. Esta se basa en la filosofía pragmática, la cual enfatiza los efectos prácticos y reales de las acciones en el mundo cotidiano (Hamui-Sutton, 2013).

El enfoque mixto permite obtener una visión más amplia de la problemática que enfrenta la empresa al combinar datos cuantitativos, como estadísticas y relaciones numéricas, con interpretaciones cualitativas. La integración de ambos tipos de datos posibilita la obtención de resultados más exactos.

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método de investigación utilizado en el presente estudio es el DMAIC. A continuación, se detallan las herramientas ingenieriles empleadas en cada una de sus fases:

Figura 14: Herramientas de la Metodología DMAIC.



Nota. Elaboración propia (2025).

La figura anterior muestra las herramientas ingenieriles aplicadas en las distintas etapas del ciclo definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Estas herramientas sirven como guía para desarrollar el proyecto de forma adecuada en la empresa Panadería Lee & Quirós S.A.

En la fase de definir, se elabora primero el project charter del proyecto, con el fin de plasmar la información relevante para su buen desarrollo. Luego, para describir la situación actual de la empresa, se realiza un análisis FODA, en el cual se detallan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Con base en esta información, se construye una matriz de estrategias que propone acciones para aprovechar puntos clave.

Asimismo, se lleva a cabo un análisis de stakeholders, donde se identifican las partes interesadas en la panadería. También se desarrolla un Árbol Crítico de la Calidad, que permite visualizar y detallar los principales factores que sustentan la calidad de los productos, así como los elementos que los impulsan. Además, se elabora un diagrama SIPOC, en el que se describen todos los factores que componen el proceso productivo de la panadería.

En la fase de medir, se describe la distribución actual de la planta de producción y se construye un diagrama de recorrido, que permite observar el flujo de trabajo en la planta. Esta información se complementa con una caminata *Gemba*, con el propósito de obtener datos de primera mano que sean transparentes, trazables y verificables. La recolección de datos incluye mediciones de tiempo en cada fase de la línea de producción, estableciendo promedios por etapa para facilitar el desarrollo de un plan de mejora.

Durante la fase de analizar, se realiza una lluvia de ideas con el personal involucrado para identificar las posibles causas de la problemática. A partir de estas ideas, se elabora un diagrama de Ishikawa que permite determinar las causas más críticas mediante un análisis de causa raíz. Posteriormente, se aplican técnicas de multivotación, asignando 100 puntos a cada participante para distribuir según el nivel de importancia de las causas identificadas. Estas causas se representan luego en un diagrama de Pareto para jerarquizar su criticidad.

Como parte de la fase de mejorar, se propone la reorganización del *layout* con el objetivo de optimizar el uso del espacio y preparar el área para la implementación del sistema

automatizado de empaque. Se presentan tres alternativas de mejora, detallando las ventajas de cada una. Se desarrollan comparaciones de capacidad entre el método manual y el automatizado para observar el incremento en la productividad. También se efectúa un análisis comparativo de costos para determinar la solución más conveniente. Se propone, además, un plan de capacitación que contempla los aspectos clave para la implementación del sistema automatizado.

En la fase de controlar, se establecen como mecanismos de seguimiento las reuniones *kaizen*, acompañadas de una lista de verificación (*checklist*) para supervisar el funcionamiento del sistema automatizado. Se propone la realización de auditorías que evalúen aspectos clave del desempeño del equipo. Adicionalmente, se diseña un plan de contingencia que contempla fallas mecánicas, eléctricas o de *software*. Por último, se elabora un plan de mantenimiento preventivo para mitigar el desgaste del equipo y garantizar su vida útil, así como un análisis de costos y retorno de inversión (ROI).

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Para los insumos de este proyecto, se trabaja con fuentes primarias de información, con el objetivo de determinar la problemática presente en la fase de empaque, la cual afecta directamente el desarrollo comercial, la calidad del producto final y, en consecuencia, la percepción del cliente. Se investiga y consulta documentación interna de la empresa, historiales, testimonios de miembros de la organización y se procede con la recolección directa de datos.

3.3.1 Sujetos de información

Los sujetos de información son las personas objeto de estudio, también conocidas como población. Esta corresponde al conjunto de elementos que comparten características en común (Barrantes, 2014).

En relación con esto, Barrantes (2014), señala que “La recolección de datos es un proceso tan importante como los anteriores y requiere de prudencia, paciencia y orden. Esto implica la necesidad de utilizar instrumentos capaces de captarlos tal cual son, con sus medidas apropiadas y su exacto valor” (p. 193).

Entre los sujetos de información considerados para el desarrollo de este proyecto se encuentran los colaboradores de la empresa cuyas funciones están relacionadas con el área de producción. Específicamente, se incluye al dueño de la empresa, el gestor de calidad, los colaboradores encargados de las labores de producción y un operario con experiencia en distintos procesos productivos. En esta investigación, la información se obtiene mediante el uso de herramientas ingenieriles aplicadas en campo.

3.3.2 Fuentes primarias

Para el análisis del problema se recurre a fuentes de información primarias, entre las que se incluyen reportes históricos de tiempos y capacidad de empaque, muestras tomadas para el análisis de la inocuidad del producto, así como observación natural durante el proceso productivo.

Estas fuentes proporcionan información original y auténtica, también conocida como de primera mano. Es decir, se trata de datos directos que no han sido interpretados o modificados por terceros. Al respecto, Hernández (2014) indica:

[...] proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que contienen los resultados de estudios como libros, antologías, artículos, monografías, tesis y disertaciones, documentos oficiales, reportes de asociaciones, trabajos presentados en conferencias o seminarios, artículos periodísticos, testimonios de expertos, documentales, videocintas en diferentes formatos, foros y páginas de internet, entre otros. (p. 61)

3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

En este caso, se tiene como variable de análisis el área de empaque de la línea de producción de la panadería. En dicha área se evidencian retrasos que afectan a todo el proceso productivo. A continuación, se detallan las principales normativas y regulaciones que rigen esta etapa del proceso:

- El área se encuentra delimitada por portones.
- Se realiza limpieza y desinfección del área y de las superficies diariamente.
- Las canastas plásticas, donde reposa el pan antes de ser empacado, se limpian y desinfectan tres veces por semana.
- Se efectúan al menos tres nebulizaciones diarias con Kilol, con el fin de mantener el ambiente libre de contaminación.
- Los colaboradores deben portar el uniforme limpio.
- El lavado de manos es obligatorio al ingresar. Además, se lleva un control cada 30 minutos para asegurar la higiene constante de las manos.
- Se dispone de guanteretas para movilizar los carros con pan y las bandejas, lo cual previene la contaminación cruzada.
- En el momento de empacar el pan, se deben cumplir los controles de temperatura y realizar los registros correspondientes del proceso de empaque.
- Cada vez que se empaca un producto diferente, es obligatorio desinfectar la mesa de trabajo.

El área de empaque de la línea de producción representa un punto fundamental para la productividad del proceso, ya que, al ser la última fase, de ella depende el cumplimiento adecuado del despacho del producto.

Tabla 8: Variables de la investigación por objetivo específico.

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Instrumentalización
<p>Analizar el proceso productivo actual de la Panadería Lee, evaluando su eficiencia, flujo de trabajo, recursos utilizados y posibles áreas de mejora para optimizar la producción y reducir desperdicios.</p>	Factores	<p>Elementos, circunstancias que contribuyen a producir un resultado.</p>	<p>Definir y medir el proceso que se tiene actualmente instalado en la línea de producción</p>	<p>Observación Entrevistas no dirigidas Registros históricos Recorridos <i>Project Charter</i> Análisis FODA Análisis de Stakeholders Árbol de CTQ Diagrama SIPOC Diagrama de Recorrido <i>Gemba Walk</i></p>
<p>Evaluar las causas principales que generan la problemática en la línea de producción de la Panadería Lee, tomando en consideración factores técnicos, operativos y humanos que afectan la eficiencia, calidad y tiempos de producción.</p>	Causas críticas	<p>La causa es el motivo o razón para obrar de una manera determinada.</p>	<p>Desarrollar herramientas para determinar las causas de las anomalías.</p>	<p>Lluvia de ideas Diagrama de Ishikawa Multivoto Diagrama de Pareto</p>
<p>Proponer un plan de implementación de un sistema automatizado en el proceso productivo, especificando los beneficios en términos de eficiencia, reducción de costos y mejora en la calidad, además estimando el impacto en la capacidad de producción y satisfacción del cliente.</p>	Propuestas	<p>Conjunto de medidas de cambio que se toman en una organización para mejorar su rendimiento.</p>	<p>Mejorar y controlar el proceso por medio de las alternativas de solución de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de las causas críticas.</p>	<p>Reorganización de <i>layout</i> Propuesta sistemas automatizados Plan de capacitación Reuniones Kaizen Diagrama de Gantt Checklist Auditorías Plan de contingencia Mantenimiento preventivo</p>

Nota. Elaboración propia (2025).

3.5 INSTRUMENTOS

Para la recolección de la información, se emplean los siguientes instrumentos:

- Observación
- Entrevistas no dirigidas con el personal de la empresa
- Registros históricos
- Comparación de procesos
- Recorridos
- Herramientas ingenieriles

A continuación, se detallan.

3.5.1 Observación

La observación constituye una herramienta fundamental en el estudio de procesos productivos. En el contexto de la panificación, permite al investigador enfocarse en cómo se lleva a cabo cada etapa de la producción, desde la preparación de la masa hasta el área de empaque y, posteriormente, el despacho del producto final. En términos simples, la observación implica que el investigador se sitúe en el entorno de trabajo, es decir, en la planta de la panadería, y preste atención a los procesos, interacciones, flujos de materiales y movimientos del personal, con el objetivo de comprender de forma integral el funcionamiento de los procesos.

3.5.2 Entrevistas no dirigidas

Este tipo de entrevistas se utiliza para obtener información relevante mediante una conversación oral sobre los problemas planteados en el proyecto. En este caso, se entrevista a personas de áreas como jefatura general, gestión de calidad, producción y a colaboradores especializados en temas relacionados con los objetivos de la investigación.

3.5.3 Registros históricos

A través del análisis de registros históricos sobre tiempos de empaque y pruebas de inocuidad de los productos, proporcionados por la empresa, se obtiene información con alta trazabilidad. Esto resulta sumamente útil para realizar un análisis profundo del comportamiento de estos factores a lo largo del tiempo, así como para identificar los procesos que han presentado afectaciones directas. Con estos datos es posible realizar análisis de tendencias y aplicar otras herramientas que permitan visualizar con mayor claridad la información obtenida.

3.5.4 Recorridos

Durante estos recorridos, un equipo multidisciplinario conformado por colaboradores, supervisores de producción, gestores de calidad y técnicos se desplaza por las distintas áreas de la panadería en las que se lleva a cabo la producción de pan y otros productos. El propósito es observar el flujo de trabajo, los tiempos de producción, los cuellos de botella, las interrupciones en el proceso y cualquier otro factor que incida en la eficiencia general.

3.5.5 Herramientas ingenieriles

Se emplean diversas herramientas ingenieriles para recopilar datos relevantes sobre las posibles causas de la problemática observada en la línea de producción.

3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de los datos obtenidos debe proporcionar una evidencia clara y fundamentada, ya que, tanto en la recolección de información como en la evaluación de los resultados, el investigador procura garantizar la confiabilidad y la validez de los datos recopilados.

Este proyecto se desarrolla mediante la metodología DMAIC. A continuación, se presenta un diagrama que resume las actividades ejecutadas en cada una de las cinco etapas que la conforman, así como las herramientas utilizadas en cada fase:

Tabla 9: Instrumentación y herramientas del DMAIC.

Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
Project Charter Análisis FODA Matriz de Estrategias Análisis de Stakeholders Árbol de CTQ Diagrama SIPOC	Diagrama de Flujo Toma de tiempos Análisis de productividad Distribución de planta Diagrama de recorrido	Lluvia de Ideas Diagrama de Ishikawa Multivoto Diagrama de Pareto	Reorganización de layout Propuesta de sistemas automatizados Comparativas de capacidades Comparativo de costos Plan de capacitación	Reuniones Kaizen Diagrama de Gantt Checklist Auditorías Plan de contingencia Mantenimiento preventivo Retorno de Inversión

Nota. Elaboración propia (2025).

Como se detalla en la tabla previamente presentada, se han establecido las herramientas empleadas en cada una de las fases de la metodología DMAIC. El desarrollo de estas herramientas tiene como objetivo común aportar resultados significativos que permitan alcanzar una solución viable a la problemática identificada en la empresa Panadería Lee.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 DEFINIR

Este proyecto se lleva a cabo en la empresa Panadería Lee & Quirós S.A., ubicada en Curridabat, San José, específicamente en su planta de producción, donde se pretende maximizar la eficiencia de la línea de producción.

Para ello, se emplea la metodología DMAIC, la cual comprende las etapas de definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Esta metodología se aplica con el propósito de optimizar procesos ya establecidos, identificar puntos débiles y reducir la probabilidad de errores. Lo anterior se logra mediante el uso de diversas herramientas ingenieriles orientadas a la mejora del proceso.

En la etapa de definición, es fundamental identificar los puntos de mejora dentro del proceso en estudio. Para ello, se analiza el estado actual de los procesos en la línea de producción, los requerimientos tanto de la empresa como del cliente, y se comprenden las etapas productivas que presentan afectaciones significativas en sus índices de eficiencia.


A continuación, se presentan una serie de herramientas ingenieriles que permiten definir adecuadamente el proceso objeto de estudio.

4.1.1 Project Charter

Para llevar a cabo esta investigación y proponer alternativas de mejora, es necesario identificar al equipo de trabajo directamente relacionado con el estudio. A través de la herramienta *Project Charter* se determina el objetivo principal del proyecto, así como el personal involucrado en el desarrollo de la investigación.

A continuación, se presenta el *Project Charter* correspondiente a la investigación:

Tabla 10: *Project Charter* de la investigación.

Project Charter	
Empresa: Panadería Lee & Quirós S. A.	Departamento
Proyecto: Propuesta de mejora del proceso productivo de la Panadería Lee & Quirós S.A. para aumentar la productividad de la línea de producción por medio de la implementación de tecnologías automatizadas, utilizando la metodología DMAIC	Gerencia
	Supervisor de producción
	Supervisor de horneado
	Supervisor de empaque
Problema	Partes interesadas
El proceso de producción no se encuentra optimizado, y esto genera tiempos muertos y retrasos a lo largo de la línea de producción. Muchas de las labores productivas se realizan de forma manual, lo que causa cuellos de botella y compromete la productividad, eficiencia y eficacia del proceso. Además, la realización de labores de forma manual afecta a preservar el manejo adecuado de los alimentos y su inocuidad	Colaboradores de los departamentos, supervisores y Gerencia de la Panadería Lee & Quirós S. A.
Objetivo del proyecto	Alcances y limitaciones del proyecto
Optimizar la línea de producción de la Panadería Lee & Quirós S.A, mediante la identificación de oportunidades de mejora y la implementación de sistemas automatizados que generen una mayor productividad y garanticen la calidad e inocuidad del producto final, utilizando la metodología DMAIC.	Alcances: Se analizará la línea de producción de la empresa de forma general para identificar puntos débiles. Limitaciones: No se visualizan limitaciones en el desarrollo del estudio
Preparado por : Samuel Carvajal Chacón	Firma:
Fecha : 17/12/2024	
	Firma empresa:

Nota. Elaboración propia (2025).

De acuerdo con la tabla 10, se detalla el lugar en el que se realiza el trabajo, la persona responsable del desarrollo del proyecto y los demás participantes que contribuyen con su experiencia y conocimiento del área en el desarrollo de la investigación.

4.1.2 Análisis FODA

Se realiza un análisis FODA con el objetivo de comprender la situación actual de la empresa, tanto a nivel interno como externo. Esta herramienta permite obtener un

diagnóstico más certero y, con ello, tomar decisiones orientadas a maximizar la eficiencia a lo largo de la línea de producción de la empresa Panadería Lee & Quirós S.A. Se identifican las fortalezas y debilidades internas de la organización, así como las oportunidades y amenazas del entorno que inciden en su funcionamiento.

Tabla 11: Análisis FODA de la Panadería Lee & Quirós S.A.

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personal experimentado • Departamentos claramente divididos y desarrollados • Cercanía con el cliente • Productos de calidad 	<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta rotación del personal • Proliferación de hongos en productos • Alta exposición del producto al ambiente • Atrasos en pedidos • Mucho proceso manual • Incapacidad de cobertura frente a alta demanda o por pedidos especiales
<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expansión de negocios • Constante crecimiento del mercado • Innovación tecnológica • Mejorar la productividad de la empresa • Reorganizar la distribución de planta 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quejas de los clientes • Factor ambiental • Nueva competencia • Los clientes pueden buscar proveedores con mayor capacidad de producción y mejores tiempos de entrega

Nota. Elaboración propia (2025).

A continuación, se presenta un análisis detallado de cada uno de los factores identificados:

Factores internos

Fortalezas:

- **Personal experimentado:**

Al contar con personal experimentado, la empresa garantiza la elaboración de productos mediante técnicas y procedimientos adecuados, el cumplimiento de

recetas bien estructuradas y una gestión eficiente del tiempo de producción. Además, la experiencia del personal desempeña un papel clave ante situaciones imprevistas, al mantener constante la calidad de los productos y al brindar una atención al cliente oportuna y eficiente.

- **Departamentos claramente divididos y desarrollados:**

La empresa vela constantemente por que los departamentos de producción, horneado y empaque cuenten con personal altamente capacitado. En cada uno de ellos se designa un supervisor responsable de velar por el cumplimiento de los objetivos del área y llevar un control adecuado de las labores realizadas. Esta estructura organizativa permite que cada área se especialice, mejore su eficiencia, minimice errores y facilite el flujo de trabajo.

- **Cercanía con el cliente:**

Gracias a la cercanía con su clientela, la empresa logra identificar de forma precisa sus preferencias y necesidades. Esta relación permite recibir retroalimentación directa y constructiva, ya que los clientes sienten la confianza de expresar sus opiniones con el fin de contribuir al mantenimiento de la calidad en los servicios ofrecidos. Además, la calidez y el trato familiar promueven la fidelización y el boca a boca positivo, lo que se traduce en la captación de nuevos clientes.

- **Productos de calidad:**

Ofrecer productos frescos y de alta calidad que respondan a las expectativas de los clientes es un elemento diferenciador frente a la competencia. La empresa se esfuerza diariamente por garantizar la satisfacción del cliente mediante productos que generen confianza y fomenten la lealtad. Esta fortaleza contribuye al posicionamiento de la panadería como la opción preferida en el mercado y permite justificar sus precios, al ofrecer un valor acorde con la calidad percibida.

Debilidades:

- **Alta rotación del personal**

Una alta rotación de personal puede afectar negativamente la estabilidad y eficiencia del negocio. La falta de continuidad en el equipo conlleva mayores gastos en capacitaciones, pérdida de experiencia y posibles errores en la producción. Por ejemplo, al rotar el personal en el área de producción, se pierde el conocimiento adquirido en las tareas específicas, lo que puede derivar en retrasos, errores operativos y disminución de la eficiencia, generando cuellos de botella en el proceso productivo.

- **Proliferación de hongos en los productos**

Durante la época lluviosa, la proliferación de esporas afecta negativamente los productos, a pesar de los esfuerzos realizados por controlar esta situación. Esto reduce la vida útil de los productos y genera mermas y devoluciones por parte del cliente. Para enfrentar este problema, es importante implementar buenas prácticas de almacenamiento y control de humedad.

- **Alta exposición del producto al ambiente**

La exposición de los productos al ambiente resulta contraproducente, ya que los somete a contaminantes como polvo, humedad o contacto humano. Esta situación compromete la inocuidad del alimento, reduce su vida útil y genera desconfianza en los clientes con respecto a los controles de calidad implementados.

- **Atrasos en pedidos**

Debido a ineficiencias en el proceso productivo, se generan retrasos en la entrega de pedidos. Esto se debe a la falta de sincronización y coordinación entre departamentos, donde algunas tareas toman más tiempo del previsto. Esta situación no solo afecta la operatividad interna, sino que también perjudica a los clientes, quienes no reciben sus productos a tiempo.

- **Mucho proceso manual**

La planta de producción depende en gran medida de procesos manuales, lo cual incrementa la exposición del producto al ambiente y al contacto humano. Esta característica limita la eficiencia operativa, ya que el rendimiento depende directamente de la habilidad individual de cada colaborador.

- **Incapacidad de cobertura frente a alta demanda o por pedidos especiales**

Dado que la empresa no cuenta con un proceso de producción optimizado, le resulta difícil atender eficientemente los aumentos de demanda o los pedidos especiales que exceden su capacidad actual. Esta limitación impide el establecimiento de nuevos negocios y restringe el crecimiento empresarial.

Factores externos:

Oportunidades

- **Expansión de negocios**

La posibilidad de abrir nuevos puntos de venta representa una gran oportunidad para expandir el negocio, aumentar las ventas y fortalecer el reconocimiento de la marca. La expansión permite acceder a nuevos mercados y aprovechar la buena reputación de la empresa para generar una preferencia sostenida entre los clientes. También se puede contemplar la diversificación de productos y servicios.

- **Constante crecimiento del mercado**

La demanda de productos de panadería a nivel nacional continúa en aumento, especialmente en lo referente a productos artesanales o especiales, como los integrales o sin gluten. Este crecimiento representa una oportunidad para atraer nueva clientela, lanzar productos innovadores y adaptarse a las tendencias del mercado.

- **Innovación tecnológica**

La incorporación de nuevas tecnologías ofrece una oportunidad rentable para mejorar la eficiencia de la empresa. Estas herramientas permiten optimizar los procesos, reducir costos, mejorar la calidad de los productos, agilizar la coordinación entre departamentos y facilitar la atención al cliente. Además, la tecnología permite implementar servicios como reservas en línea o sistemas de fidelización con recompensas.

- **Mejorar la productividad de la empresa**

La empresa busca maximizar sus niveles de productividad mediante la optimización de sus procesos, la reducción de tiempos muertos y la implementación de mejoras que favorezcan un flujo eficiente del proceso. Esta oportunidad se presenta gracias al potencial de crecimiento que posee la organización.

- **Reorganizar la distribución de planta**

La distribución de planta con la que se cuenta actualmente no resulta óptima si se pretende alcanzar mejoras a nivel productivo. Es posible realizar una reorganización del *layout* que contribuya a mejorar el flujo del trabajo a lo largo del proceso productivo, con el fin de contar con una distribución en condiciones adecuadas, que aproveche al máximo el espacio disponible.

Amenazas

- **Quejas de los clientes**

La empresa enfrenta quejas por parte de los clientes, especialmente relacionadas con la vida útil de los productos. Estos factores afectan no solo a la empresa, sino también a los consumidores, ya que comprometen el periodo de almacenamiento, impidiendo su adecuado consumo o comercialización. Las quejas frecuentes evidencian debilidades en el proceso que requieren atención inmediata.

- **Factor ambiental**

El clima y la humedad representan factores que pueden incidir negativamente en la conservación de los productos, especialmente durante la época lluviosa, cuando ciertos productos se mantienen expuestos al aire libre. La empresa ha considerado realizar una inversión en infraestructura de almacenamiento aislada para reducir el contacto directo entre el producto y el ambiente, y así eliminar posibles agentes contaminantes que comprometan la inocuidad de los productos de panadería.

- **Nueva competencia**

La apertura de nuevas empresas dedicadas a la elaboración de productos de panadería en la zona constituye una amenaza directa. Esto podría provocar una disminución en el número de clientes, así como presiones por parte de la competencia y de los consumidores para reducir los precios. En consecuencia, se requeriría una mayor inversión para mantener el posicionamiento de la empresa en el mercado.

- **Los clientes pueden buscar proveedores con mayor capacidad de producción y mejores tiempos de entrega**

Los clientes esperan que los productos solicitados sean entregados puntualmente y con altos estándares de calidad. Si la empresa presenta retrasos en sus pedidos, no puede garantizar la fidelidad de su clientela, ya que esta podría optar por proveedores que ofrezcan una mayor capacidad de respuesta ante los pedidos, así como menores tiempos de entrega.

4.1.3 Matriz de estrategias

En la siguiente matriz de estrategias se fundamenta el rumbo del presente estudio. Esta herramienta permite la creación de estrategias mediante la integración de factores internos y externos. A partir del análisis de contexto con la herramienta FODA, se brinda un diagnóstico que permite establecer mejoras en la empresa o en los departamentos analizados, según la siguiente clasificación:

- FO: se aprovechan las fortalezas para maximizar las oportunidades.
- FA: se aprovechan las fortalezas para minimizar las amenazas.
- DO: se minimizan las debilidades aprovechando las oportunidades.
- DA: se minimizan las debilidades evitando las amenazas.

A continuación, se presenta la matriz de estrategias FODA:

Tabla 12: Matriz de estrategias FODA de la Panadería Lee & Quirós S.A.

Matriz de Estrategias		Factores Internos	
		Fortalezas (F)	Debilidades (D)
		F1: Personal experimentado F2: Departamentos claramente divididos y desarrollados F3: Cercanía con el cliente F4: Productos de calidad	D1: Alta rotación del personal D2: Proliferación de hongos en productos D3: Alta exposición del producto al ambiente D4: Atrasos en pedidos D5: Mucho proceso manual D6: Incapacidad de cobertura
Factores Externos	Oportunidades (O)	Estrategia FO	Estrategia DO
	O1: Expansión de negocios O2: Constante crecimiento del mercado O3: Innovación tecnológica O4: Mejorar la productividad de la empresa O5: Reorganizar la distribución de planta	Expandir el negocio aprovechando la presencia de personal experimentado y productos de alta calidad para ingresar a mercados en crecimiento. Esto acompañado con una innovación tecnológica que fortalezca a los departamentos aumentando su eficiencia y la competitividad de la empresa.	Implementar capacitaciones más recurrentes basados en mercados en crecimiento y expansión empresarial con la finalidad de reducir la rotación del personal. Además se puede combatir la proliferación de hongos mediante tecnología innovadora que reduzca la exposición del producto al ambiente.
Amenazas (A)	Estrategia FA	Estrategia DA	
A1: Quejas de los clientes A2: Factor ambiental A3: Nueva competencia A4: Los clientes pueden buscar proveedores con mayor capacidad de producción y mejores tiempos de entrega,	Potenciar la cercanía con el cliente para gestionar cualquier retroalimentación que se tenga y para minimizar las quejas. Aprovechar la calidad del producto como defensa ante la competencia emergente.	Implementar protocolos estrictos de control ambiental para combatir la proliferación de hongos en el producto terminado. Además se puede garantizar consistencia de calidad y servicio frente a la competencia al mejorar la retención del personal.	

Nota. Elaboración propia (2025).

Estrategias FO

Estas estrategias se denominan estrategias de ataque, ya que utilizan las fortalezas para aprovechar las oportunidades. Su fundamento es el uso de las fuerzas internas de la empresa para sacar provecho de las condiciones externas favorables. Se busca hacer crecer la empresa mediante la experiencia del personal y la calidad de sus productos. Esto permite incursionar en nuevos mercados emergentes. Además, se plantea la implementación de tecnología en los procesos, con el fin de optimizar el trabajo de los departamentos y aumentar la competitividad de la empresa.

Estrategias DO

Estas estrategias consisten en aprovechar las oportunidades del entorno para superar las debilidades internas. Para ello, la empresa debe trabajar intensamente en mejorar uno o varios de sus puntos débiles. Como parte de este esfuerzo, se propone ofrecer capacitaciones frecuentes enfocadas en mercados emergentes, con el objetivo de reducir la rotación de personal y fomentar un equipo más comprometido y familiarizado con los procesos de la línea de producción. Asimismo, la incorporación de tecnología puede reducir significativamente la exposición del producto al ambiente, contribuyendo de manera positiva a preservar la inocuidad del producto final.

Estrategias FA

Estas estrategias, también conocidas como “estrategias de defensa”, buscan aprovechar las fortalezas de la empresa para minimizar el impacto de las amenazas.

Es fundamental fortalecer la relación con los clientes mediante una comunicación constante y cercana, lo que permite conocer de forma directa sus opiniones, sugerencias o inconformidades. Esto facilita no solo la mejora continua del producto, sino también la prevención y resolución oportuna de quejas. Además, la empresa debe destacar por la alta calidad de sus productos, utilizando esta fortaleza como una herramienta clave para diferenciarse de la competencia. Así, se construye una imagen empresarial sólida, basada en la confianza del cliente y en un valor agregado que los competidores no logran igualar.

Estrategias DA

Estas estrategias son de carácter defensivo y buscan reducir las debilidades mientras se evitan las amenazas del entorno; por ello, también se consideran estrategias de refuerzo. Es esencial establecer protocolos rigurosos de control ambiental en las áreas de almacenamiento y procesamiento, a fin de prevenir la proliferación de hongos en el producto final. Estos protocolos deben contemplar factores como la humedad, la temperatura, la ventilación y la limpieza, haciendo uso de tecnología especializada que mantenga condiciones óptimas. Esto garantiza un producto libre de contaminantes y aceptable en el mercado. Además, ofrecer condiciones laborales adecuadas,

capacitaciones y oportunidades de desarrollo profesional mejora la retención del personal, lo que favorece la estabilidad de los equipos de trabajo y reduce los errores operativos. En consecuencia, se fortalecen los procesos y se asegura una experiencia uniforme tanto en la calidad del producto como en el servicio ofrecido.

Después de realizar el análisis FODA, en el cual se identificaron los factores internos y externos mediante una matriz estratégica, se concluye que la estrategia FO es la más adecuada para el contexto de esta investigación. Esta se alinea con el objetivo del estudio, que consiste en mejorar la eficiencia de la línea de producción mediante la implementación de tecnologías y la optimización de procesos. La estrategia FO parte de una posición de fortaleza interna y se orienta al crecimiento, aprovechando las oportunidades tecnológicas disponibles para maximizar los niveles de eficiencia a lo largo de todo el proceso productivo.

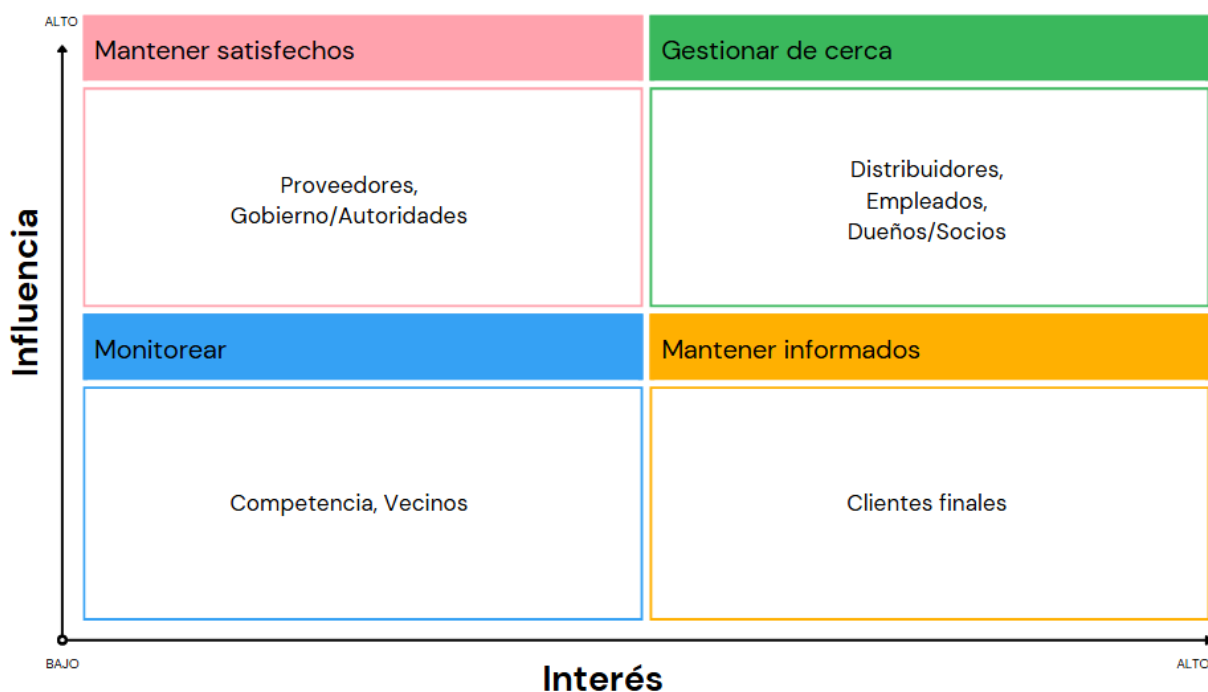
4.1.4 Análisis de stakeholders

A continuación, se presenta el análisis de *stakeholders* de la empresa Panadería Lee & Quirós S.A., con el objetivo de identificar todas las partes interesadas en el negocio y organizarlas según su nivel de influencia e interés. Este análisis se estructura en torno a cuatro categorías clave:

- **Gestionar de cerca** (alta influencia, alto interés)
- **Mantener satisfechos** (alta influencia, bajo interés)
- **Mantener informados** (baja influencia, alto interés)
- **Monitorear** (baja influencia, bajo interés)

Seguidamente, se incluye una figura que permite visualizar de manera más clara el análisis de *stakeholders*:

Tabla 13: Análisis de *stakeholders* de la Panadería Lee & Quirós S.A.



Nota. Elaboración propia (2025).

De acuerdo con lo anterior, se establecen las siguientes estrategias para los stakeholders de Panadería Lee & Quirós S.A.:

Tabla 14: Estrategias para los stakeholders de Panadería Lee & Quirós S.A.

Stakeholder	Tipo de Gestión	Estrategia
Distribuidores	Gestionar de cerca	Comunicación constante, acuerdos claros, visitar periódicas.
Clientes finales	Mantener informados	Publicidad indirecta, redes sociales.
Empleados	Gestionar de cerca	Salario justo, capacitaciones, recepción de sugerencias.

Stakeholder	Tipo de Gestión	Estrategia
Proveedores de materia prima	Mantener satisfechos	Pagos puntuales, colaboración en mejoras de calidad.
Dueños o socios	Gestionar de cerca	Informes de gestión periódicos, reuniones
Gobierno y autoridades	Mantener satisfechos	Cumplir normativas, auditorías internas, documentación actualizada.
Competencia	Monitorear	Vigilar sus movimientos de mercado, mantener diferenciación sin confrontación directa
Vecinos de la panadería	Monitorear	Prevenir molestias, respuesta rápida a quejas.

Nota. Elaboración propia (2025).

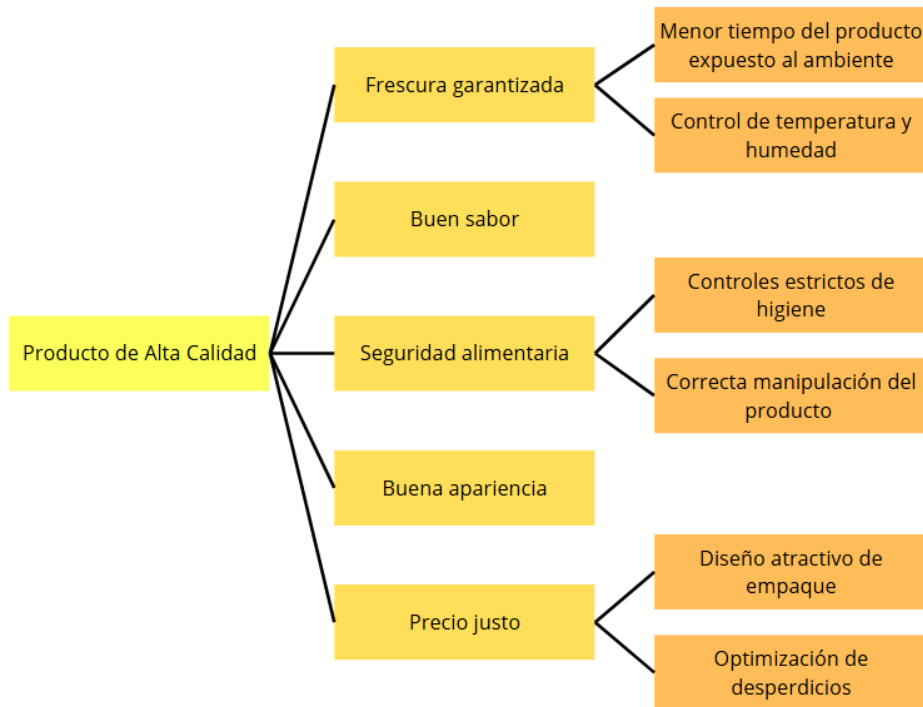
4.1.5 Árbol CTQ

Como parte del presente trabajo, se utiliza la herramienta del árbol CTQ (*Critical to Quality*, por sus siglas en inglés, es decir, "crítico para la calidad"). Esta herramienta permite visualizar el producto desde la percepción del cliente y comprender qué aspectos resultan importantes en términos de calidad.

A través de este análisis se identifican los factores indispensables para que el producto cumpla con los requerimientos mínimos del cliente, tanto en aspectos físicos como normativos.

El desarrollo de esta herramienta se llevó a cabo mediante una reunión con el gestor de calidad de la empresa Panadería Lee & Quirós S.A. A continuación, se presenta el árbol CTQ:

Figura 15: Árbol de CTQ de Panadería Lee & Quirós S.A.



Nota. Elaboración propia (2025).

El diagrama anterior muestra los elementos que el cliente considera indispensables en el producto final:

Frescura garantizada

El cliente espera que los productos estén recién elaborados o que conserven su frescura natural al momento de la compra. Esto se logra mediante un adecuado control de los tiempos en todas las etapas del proceso productivo.

Buen sabor

Este es un requisito fundamental para la satisfacción del cliente. Su cumplimiento depende de la combinación adecuada y precisa de ingredientes, del uso de una receta confiable y de técnicas de horneado que garanticen siempre un sabor uniforme.

Seguridad alimentaria

El producto debe cumplir con todos los requisitos sanitarios, estando libre de contaminantes físicos, químicos o biológicos. Para ello, es indispensable aplicar buenas prácticas de manufactura y mantener controles estrictos de higiene durante todo el proceso productivo.

Buena apariencia

La presentación visual influye directamente en la decisión de compra del cliente. El producto debe presentar un tamaño uniforme, buen color, forma atractiva y un acabado profesional. Asimismo, el empaque debe estar limpio y en buen estado.

Precio justo

Aunque la calidad es primordial, el precio debe ser competitivo dentro del mercado objetivo. Esto se logra mediante la optimización de procesos que permitan reducir mermas, desperdicios y otros costos innecesarios, sin comprometer la calidad del producto.

4.1.6 Diagrama SIPOC

Esta herramienta permite visualizar el proceso de manera clara y sencilla, mediante la identificación de las partes que componen la operación de procesos en la empresa. El diagrama relaciona a los proveedores de los productos con los que se elabora el pan, los recursos necesarios para su elaboración, el proceso mediante el cual se transforma la materia prima en producto terminado y, por último, los clientes.

Figura 16: Diagrama SIPOC de Panadería Lee & Quirós S.A.

S	I	P	O	C
SUPLIDORES	ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS	CLIENTES
Molinos de Costa Rica				
Laica				
Fhacasa	Ingredientes para producto 060			
Condor	Ingredientes para producto 010			
Aseal	Ingredientes para producto 014			
Solera C.A	Vinagre			
Puratos	Ácido Acético			
Rosaval	Preservante	Manufactura del Proceso	Producto de panadería terminado	Cliente Externo
Químicas Macías	Mejorante Propan			
Pasos Óptimos	Soft Intente			
Cacsa	Desmoldante			
Masafort	Sorbato de potasio			
Modesto	Crocantina			
Innovo				
IQS				
Trisan				
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO				
El proceso de producción comienza cuando todos los ingredientes se encuentran en la máquina mezcladora				
PASOS DEL PROCESO				
Paso 1	Entrada de materia prima			
Paso 2	Pesaje de ingredientes			
Paso 3	Almacenar ingredientes en bolsas			
Paso 4	Ingredientes pesados a mezcladora			
Paso 5	Se coloca en mesa de acomodo			
Paso 6	Se ubican en la maquina boleadora			
Paso 7	Producto pasa a cámara de fermentación			
Paso 8	Se coloca en cámara de horneado			
Paso 9	Se realiza una espera hasta enfriar el producto			
Paso 10	Desmoldar el producto			
Paso 11	Se colocan en estantes de almacenamiento			
Paso 12	Pasa al área de empaque			
Paso 13	Se coloca en tarimas de almacenamiento			
Paso 14	Salida del producto			

Nota. Elaboración propia (2025).

A continuación, se explica con mayor detalle la figura anterior:

▪ **Suplidores**

Gracias al diagrama SIPOC se logran identificar los suplidores, que son aquellas personas físicas o jurídicas que proveen los recursos necesarios en el proceso productivo para la elaboración de los productos. En este caso, muchos de los suplidores mencionados abastecen a la empresa con uno o más recursos.

- **Entradas**

Las entradas corresponden a cada uno de los insumos necesarios para que el proceso productivo se lleve a cabo. En esta etapa se listan los ingredientes requeridos para la producción de productos de panadería, destacando una variedad de tres tipos de harina destinados a la elaboración de diferentes productos.

- **Proceso:**

En esta fase se detallan los 14 pasos que se realizan para la elaboración de productos de panadería:

1. Entrada de materia prima
2. Pesaje de ingredientes
3. Almacenar ingredientes en bolsas
4. Ingredientes pesados a mezcladora
5. Se coloca en mesa de acomodo
6. Se ubican en la maquina boleadora
7. Producto pasa a cámara de fermentación
8. Se coloca en cámara de horneado
9. Se realiza una espera hasta enfriar el producto
10. Desmoldar el producto
11. Se colocan en estantes de almacenamiento
12. Pasa al área de empaque
13. Se coloca en tarimas de almacenamiento
14. Salida del producto

- **Salidas**

Una vez completados los 14 pasos anteriores, se obtiene como resultado el producto terminado.

- **Clientes**

El cliente final corresponde a los distribuidores a quienes la empresa vende sus productos.

En conclusión, el diagrama SIPOC le permite a la Panadería Lee contar con una visión más clara del proceso en su totalidad y, por ende, detectar ineficiencias en alguna etapa, mejorar la calidad del producto y aumentar la satisfacción del cliente. Además, sirve como base para la implementación de mejoras continuas.

Con base en los resultados obtenidos en esta etapa de definición, se confirma la necesidad de ofrecer productos de alta calidad al cliente. Esto es posible mediante procesos y procedimientos que permitan maximizar la calidad, optimizar el flujo productivo y aprovechar de mejor manera los recursos disponibles.

A continuación, se da inicio a la etapa de medición, con el propósito de visualizar con mayor claridad los factores cuantificables relevantes para este estudio.

4.2 MEDIR

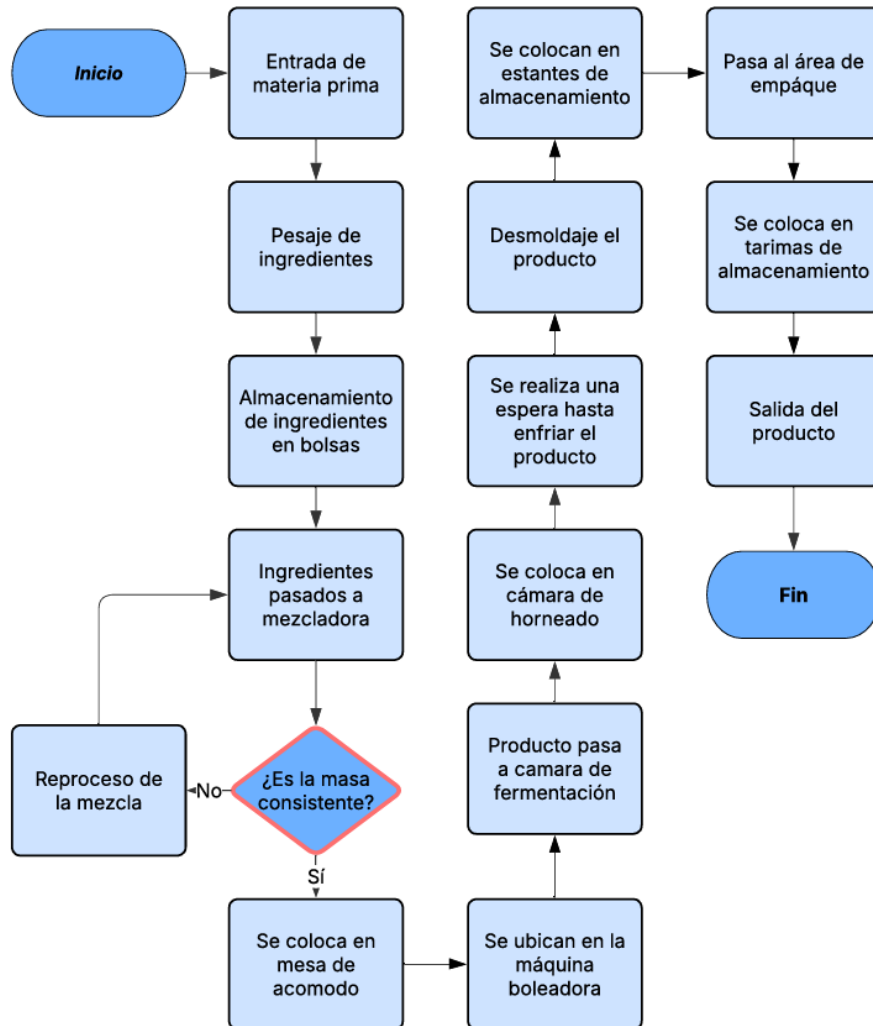
La segunda etapa del ciclo DMAIC corresponde a la fase de medir. Esta fase consiste en recolectar datos relevantes y confiables para diagnosticar los problemas con base en evidencia y no en suposiciones. Este procedimiento es clave para comprender en detalle cómo está operando el proceso en la actualidad.

En esta etapa se miden los tiempos por departamento, específicamente los tiempos de producción, horneado y empaque. Además, se consideran aspectos como la temperatura del producto, la temperatura ambiental, el número de unidades producidas, el total de paquetes empacados, entre otros elementos que permiten obtener una mejor visualización del estado actual de los procesos en estudio.

4.2.1 Diagrama de flujo

Para comprender de forma más detallada el proceso productivo llevado a cabo por la Panadería Lee & Quirós S.A., se presenta a continuación el diagrama de flujo:

Figura 17: Diagrama de flujo de la Panadería Lee & Quirós S.A.



Nota. Elaboración propia (2025).

La Figura 17 muestra el proceso completo de producción de los productos, desde la recepción de la materia prima hasta la salida del producto terminado. En primer lugar, la materia prima ingresa y se realiza el pesaje de los ingredientes, los cuales se almacenan en bolsas antes de ser trasladados a la mezcladora en el departamento de producción.

Una vez lista la mezcla, se verifica la consistencia de la masa: si no es adecuada, se reprocesa; si cumple con los estándares, se coloca sobre la mesa de acomodo. Seguidamente, la masa pasa por la máquina boleadora y entra en la cámara de fermentación, donde se deja en reposo para que fermente. Luego se traslada al área de horneado, específicamente al horno, y, una vez finalizado el proceso de cocción, se deja el producto en reposo para que se enfríe. Posteriormente, se desmolda y se coloca en estantes de almacenamiento. Finalmente, el producto se traslada al área de empaque, se ubica en *racks*, y se da por finalizado el proceso productivo con la salida del producto hacia el área de despacho.

4.2.2 Toma de tiempos

Se realiza la toma de tiempos de cada producto en los distintos departamentos, por lo que se evaluará el tiempo, en minutos, que tarda cada producto en las áreas de producción, horneado y empaque.

En este caso, se toma como muestra la producción realizada durante la semana comprendida entre el 31 de marzo y el 5 de abril de 2025.

Todo esto se realiza con el fin de visualizar los tiempos promedio, en minutos, que tarda cada producto en cada fase, para posteriormente analizar el tiempo total de producción de cada tipo de producto.

A continuación, se detallan los tiempos promedio diarios de cada producto por departamento, correspondientes al período anteriormente mencionado.


Tiempos promedio diarios en el departamento de producción

La implementación de una toma de tiempos en el área de producción de la Panadería Lee es esencial para contar con un panorama más claro del funcionamiento actual del proceso. Esta información resulta clave para optimizar procesos y garantizar una alta eficiencia operativa. Mediante esta medición, es posible identificar cuellos de botella,

tiempos muertos a lo largo del proceso y oportunidades de mejora en las diferentes etapas de la elaboración del pan, desde la mezcla de ingredientes hasta el ingreso del producto en la cámara de fermentación. El análisis de los tiempos registrados permite establecer estándares de producción, mejorar la planificación y aumentar los índices de productividad.

Es importante señalar que el departamento de producción utiliza un sistema propio de control y registro, que consta de una hoja de producción diaria y cuatro hojas de control de producción por producto. A continuación, se presenta la hoja de producción diaria; las hojas de control de producción se encuentran en los anexos 6, 7, 8 y 9.

Figura 4.4: Hoja de producción diaria de la Panadería Lee & Quirós S.A

	Hoja de Producción del: _____
Pan Cuadrado pequeño	
Pan familiar	
Bollito dulce	
Casero	
Buffet	
Sandwich de 8 pulg c/sem (_____ tiras)	
Hamburguesa Brioche c/sem (_____ placas)	
Hamburguesa Brioche (_____ placas)	
Hamb. Food Service s/sem (_____ Bandejas)	
Hamburguesa Tipo Abner con poca sem. (_____ Bandejas)	
Hamb. Extra Familiar (_____ placas)	
Sandwich Europeo c/sem (_____ tiras)	
Hamburguesa Grande sin semilla (_____ Bandejas)	
Hamb. Pequeña sin semilla (_____ Bandejas)	
Hamb. Pequeña con semilla (niño) (_____ Bandejas)	
Hamb. Fam. (_____ placas)	
Perro de 8 pulg sin sem. (_____ tiras)	
Perro de 8 pulg con sem. (_____ tiras)	
Perro sin semilla (_____ tiras)	
Perro con semilla (_____ tiras)	
Cena Blanco (_____ Bandejas)	
Hamb. Grande	
Integral (_____ Bandejas)	
Jumbo	

Nota. Panadería Lee & Quirós S.A., 2025

Esta hoja sirve como guía para la producción diaria de cada tipo de producto, por lo que los colaboradores se basan en ella para la preparación de los ingredientes y la elaboración de los productos. Los controles por producto dependen de esta hoja, por lo que es de suma importancia que toda la información sea precisa y detallada.

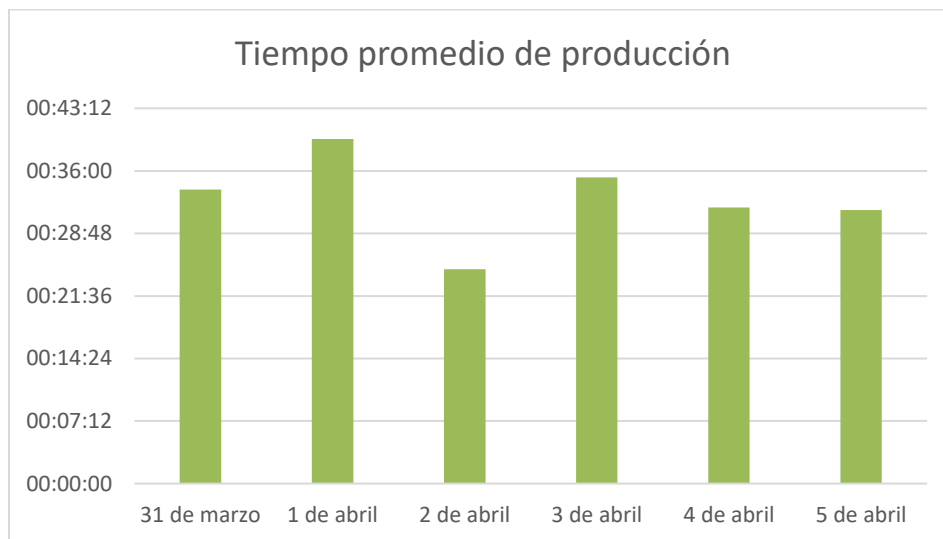
A continuación, se presenta una tabla resumen por producto, la cual contiene los tiempos promedio diarios, en minutos, correspondientes al departamento de producción.

Tabla 4.6: Tiempos promedio de producción diarios del Pan Cuadrado

Pan Cuadrado (060)	
Día	Tiempo promedio de producción
31 de marzo	00:33:50
1 de abril	00:39:40
2 de abril	00:24:40
3 de abril	00:35:15
4 de abril	00:31:48
5 de abril	00:31:30

Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 4.5: Gráfico de tiempo promedio de producción del Pan Cuadrado



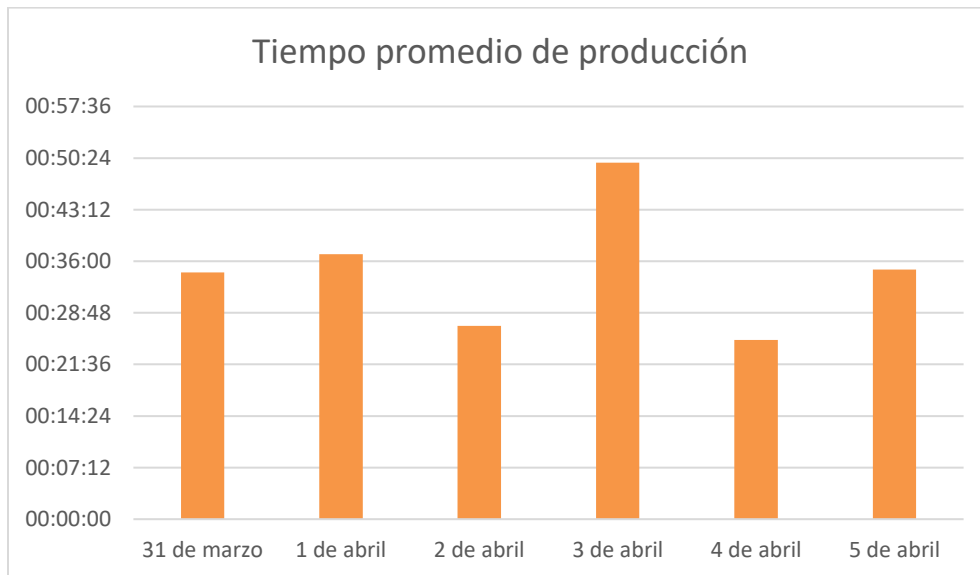
Nota. Elaboración propia (2025).

Tabla 4.7: Tiempos promedio de producción diarios del Pan Buffet

Pan Buffet (010)	
Día	Tiempo promedio de producción
31 de marzo	00:34:27
1 de abril	00:37:00
2 de abril	00:27:00
3 de abril	00:49:45
4 de abril	00:25:00
5 de abril	00:34:51

Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 4.6: Gráfico de tiempo promedio de producción del Pan Buffet



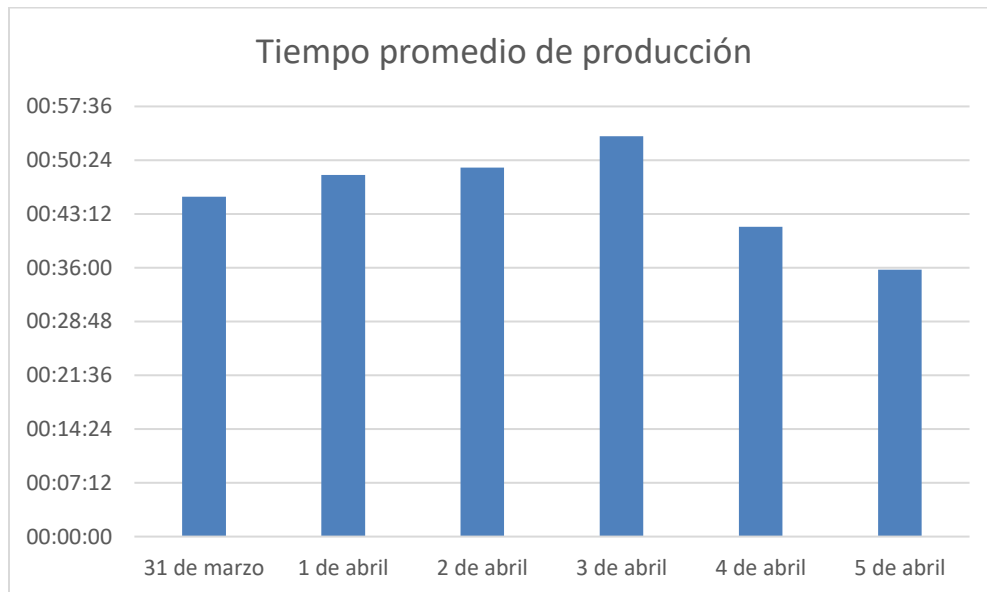
Nota. Elaboración propia (2025).

Tabla 4.8: Tiempos promedio de producción diarios del Pan Hamburguesa

Pan Hamburguesa (014)	
Día	Tiempo promedio de producción
31 de marzo	00:45:30
1 de abril	00:48:26
2 de abril	00:49:24
3 de abril	00:53:36
4 de abril	00:41:30
5 de abril	00:35:45

Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 4.7: Gráfico de tiempo promedio de producción del Pan Hamburguesa



Nota. Elaboración propia (2025).

Al realizar un análisis de los tiempos promedio diarios, es posible obtener el promedio general, que corresponde al tiempo promedio total del período muestreado. A continuación, se presenta una tabla con el tiempo promedio total semanal, calculado a partir de los promedios diarios de cada producto en el departamento de producción.

Tabla 4.9: Tiempos promedio de producción semanal por producto

Promedio Semanal	
Producto	Tiempo promedio semanal de producción
Pan Cuadrado	00:32:47
Pan Buffet	00:34:41
Pan Hamburguesa	00:45:42

Nota. Elaboración propia (2025).

Según la tabla anterior, se observa que el producto que permanece más tiempo en el área de producción es el pan de hamburguesa, mientras que los tiempos promedio del pan cuadrado y el pan buffet no difieren significativamente.

Tiempos promedio diarios en el departamento de horneado

La toma de tiempos en el área de horneado resulta muy útil para garantizar la calidad del producto final, ya que permite identificar variaciones en los tiempos de cocción, realizar ajustes en los parámetros de temperatura y humedad, y establecer estándares que aseguren una cocción uniforme y consistente. Durante el horneado ocurren reacciones químicas y físicas que determinan la textura, el sabor y la apariencia del pan, factores fundamentales en la aceptación y preferencia del cliente por el producto. Por ello, al analizar los tiempos de horneado se pueden detectar oportunidades de mejora que contribuyan a garantizar la calidad y la satisfacción del cliente.

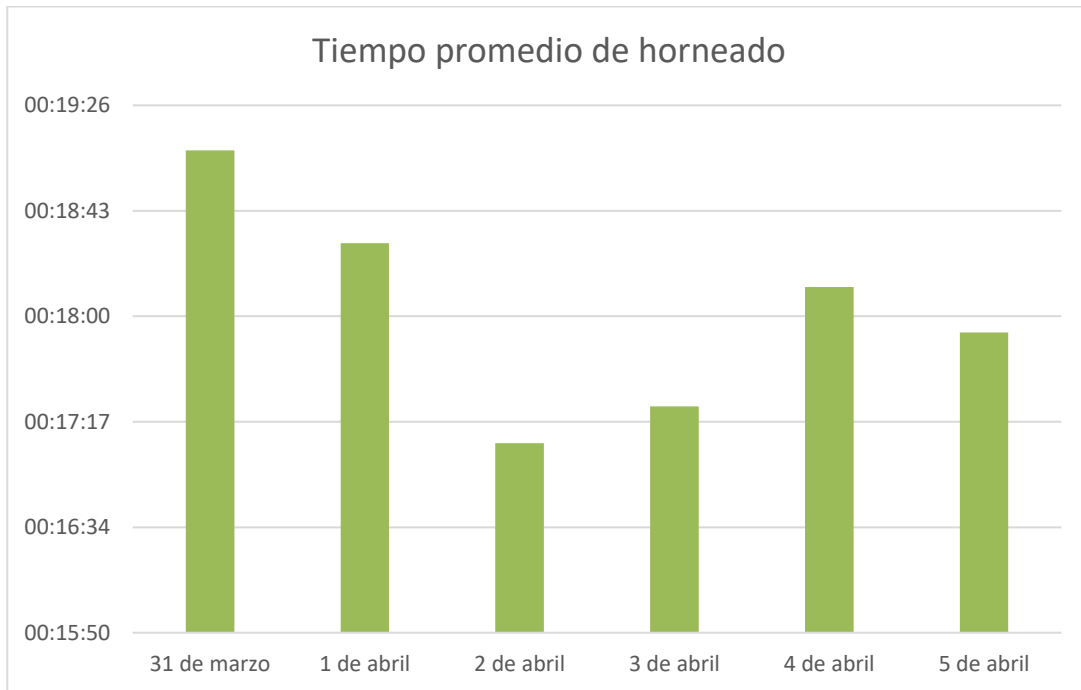
A continuación, se presenta una tabla resumen por producto que contiene los tiempos promedio diarios, en minutos, del departamento de horneado.

Tabla 4.10: Tiempos promedio de horneado diarios del Pan Cuadrado

Pan Cuadrado (060)	
Día	Tiempo promedio de horneado
31 de marzo	00:19:08
1 de abril	00:18:30
2 de abril	00:17:08
3 de abril	00:17:23
4 de abril	00:18:12
5 de abril	00:17:53

Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 4.8: Gráfico de tiempo promedio de horneado del Pan Cuadrado



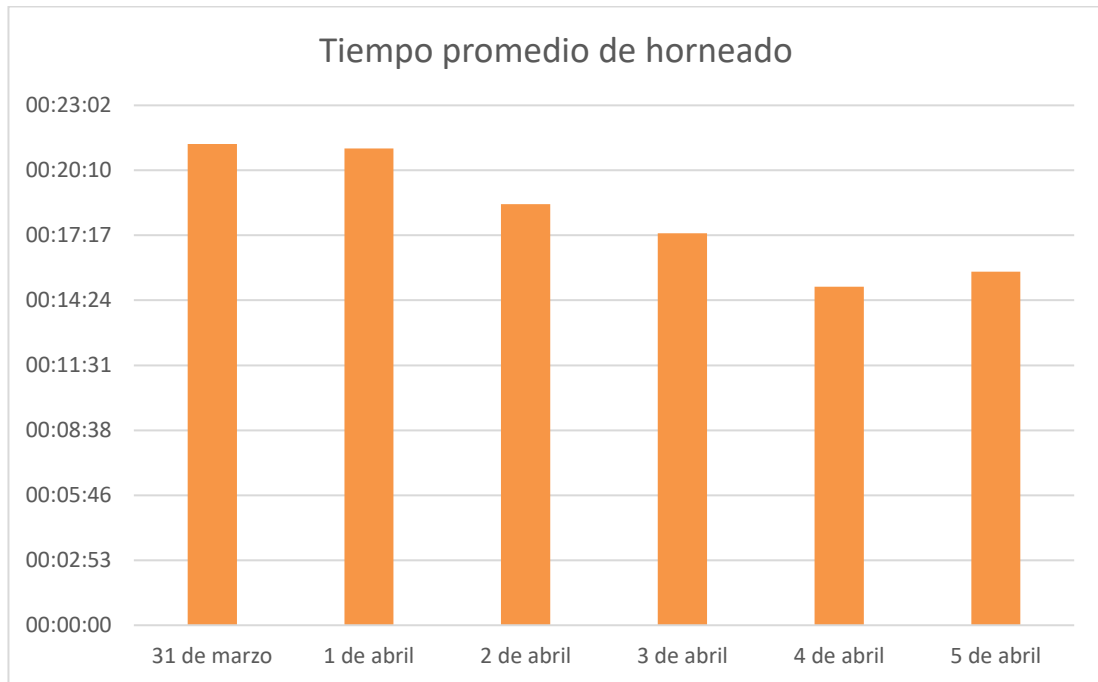
Nota. Elaboración propia (2025).

Tabla 4.11: Tiempos promedio de horneado diarios del Pan Buffet

Pan Buffet (010)	
Día	Tiempo promedio de horneado
31 de marzo	00:21:20
1 de abril	00:21:07
2 de abril	00:18:40
3 de abril	00:17:22
4 de abril	00:15:00
5 de abril	00:15:40

Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 4.9: Gráfico de tiempo promedio de horneado del Pan Buffet



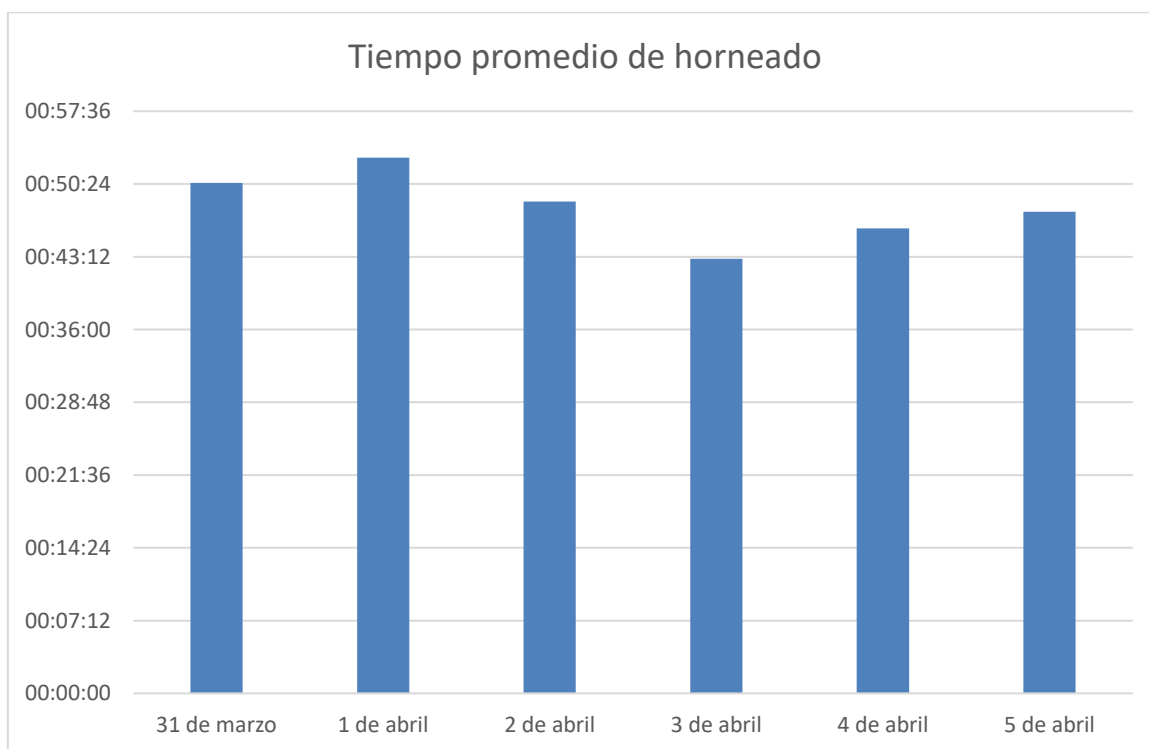
Nota. Elaboración propia (2025).

Tabla 4.12: Tiempos promedio de horneado diarios del Pan Hamburguesa

Pan Hamburguesa (014)	
Día	Tiempo promedio de horneado
31 de marzo	00:50:30
1 de abril	00:53:00
2 de abril	00:48:40
3 de abril	00:43:00
4 de abril	00:46:00
5 de abril	00:47:40

Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 4.10: Gráfico de tiempo promedio de horneado del Pan Hamburguesa



Nota. Elaboración propia (2025).

Una vez obtenidos los tiempos promedios diarios, se puede calcular el promedio general del período muestreado. A continuación, en la siguiente tabla, se muestra el tiempo promedio total semanal, calculado a partir de los promedios diarios de cada producto en el departamento de horneado.

Tabla 4.13: Tiempos promedio de horneado semanal por producto

Promedio Semanal	
Producto	Tiempo promedio semanal de horneado
Pan Cuadrado	00:18:02
Pan Buffet	00:18:12
Pan Hamburguesa	00:48:08

Nota. Elaboración propia (2025).

Se puede observar que, en el departamento de horneado, se repite un patrón en los tiempos entre los productos, donde el Pan de Hamburguesa requiere un mayor tiempo de horneado en comparación con los demás.

Tiempos promedio diarios en el departamento de empaque

Realizar una toma de tiempos en el área de empaque permite identificar variaciones en los tiempos de empaque de los productos en estudio, ajustar procesos y establecer estándares que garanticen uniformidad en la presentación de los productos. Esta medición permite detectar oportunidades de mejora que contribuyan a maximizar la eficiencia del empaque del producto terminado.

El departamento de empaque desempeña un papel importante en la empresa, ya que en este se reciben todos los productos listos y se preparan para su despacho. Durante esta etapa, se vela por preservar la inocuidad del producto y ofrecer un artículo de alta calidad que resulte atractivo para el cliente.

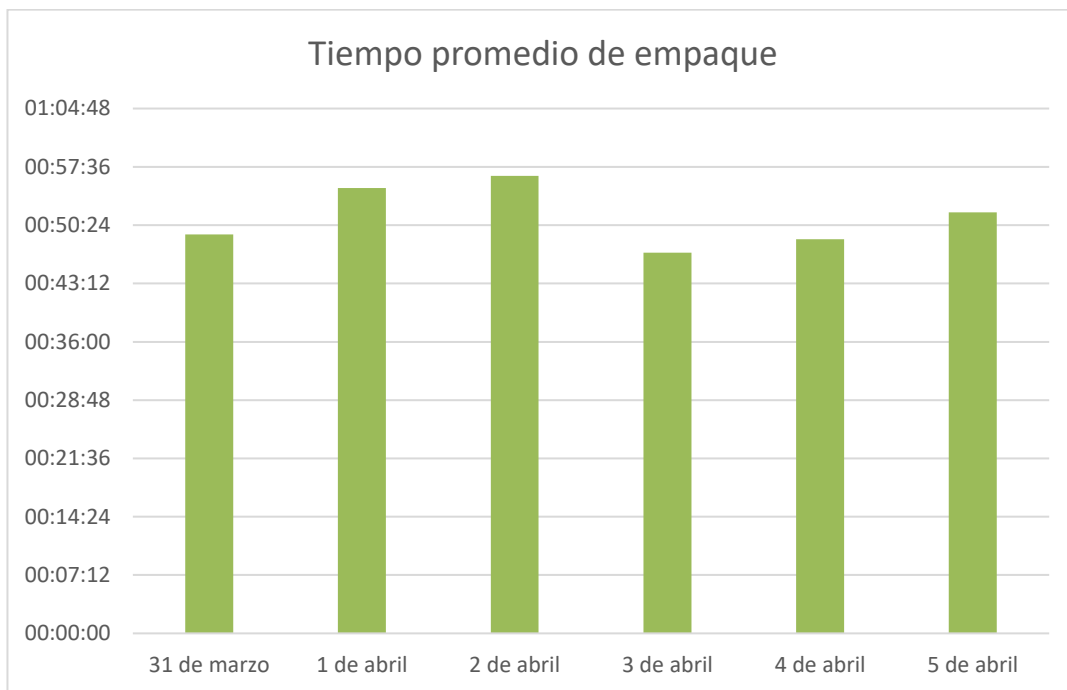
A continuación, se presenta una tabla resumen por cada producto, que contiene los tiempos promedio diarios, en minutos, del departamento de empaque.

Tabla 4.14: Tiempos promedio de horneado diarios del Pan Cuadrado

Pan Cuadrado (060)	
Día	Tiempo promedio de empaque
31 de marzo	00:49:15
1 de abril	00:55:00
2 de abril	00:56:30
3 de abril	00:47:00
4 de abril	00:48:40
5 de abril	00:52:00

Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 4.11: Gráfico de tiempo promedio de empaque del Pan Cuadrado



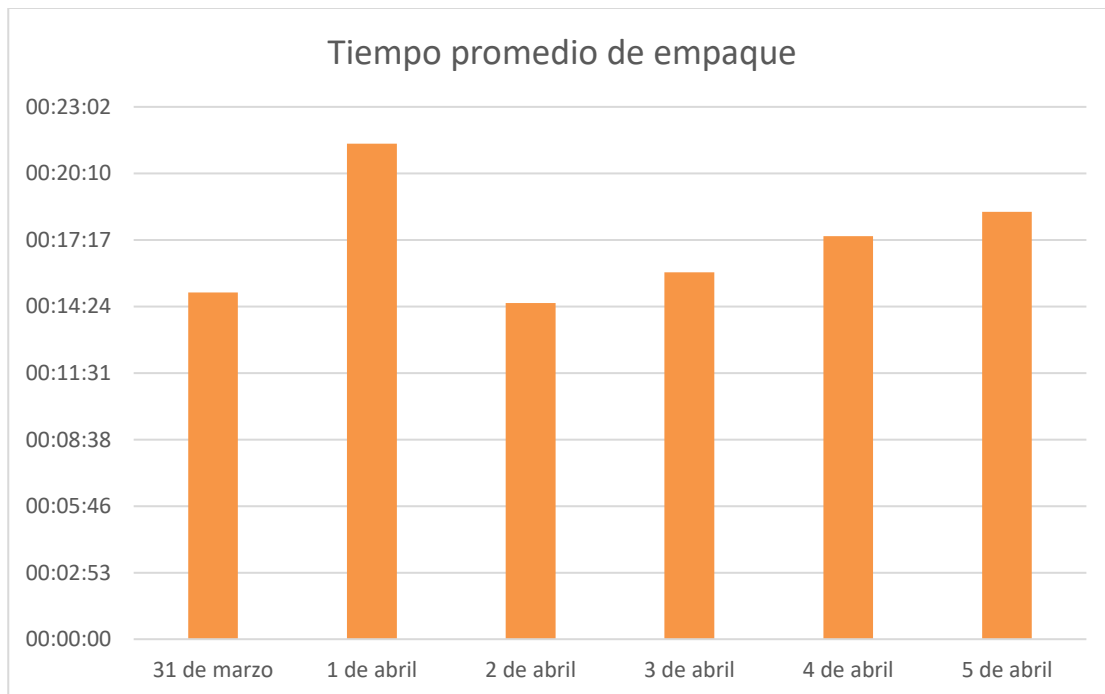
Nota. Elaboración propia (2025).

Tabla 4.15: Tiempos promedio de horneado diarios del Pan Buffet

Pan Buffet (010)	
Día	Tiempo promedio de empaque
31 de marzo	00:15:00
1 de abril	00:21:27
2 de abril	00:14:33
3 de abril	00:15:52
4 de abril	00:17:27
5 de abril	00:18:30

Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 4.12: Gráfico de tiempo promedio de empaque del Pan Buffet



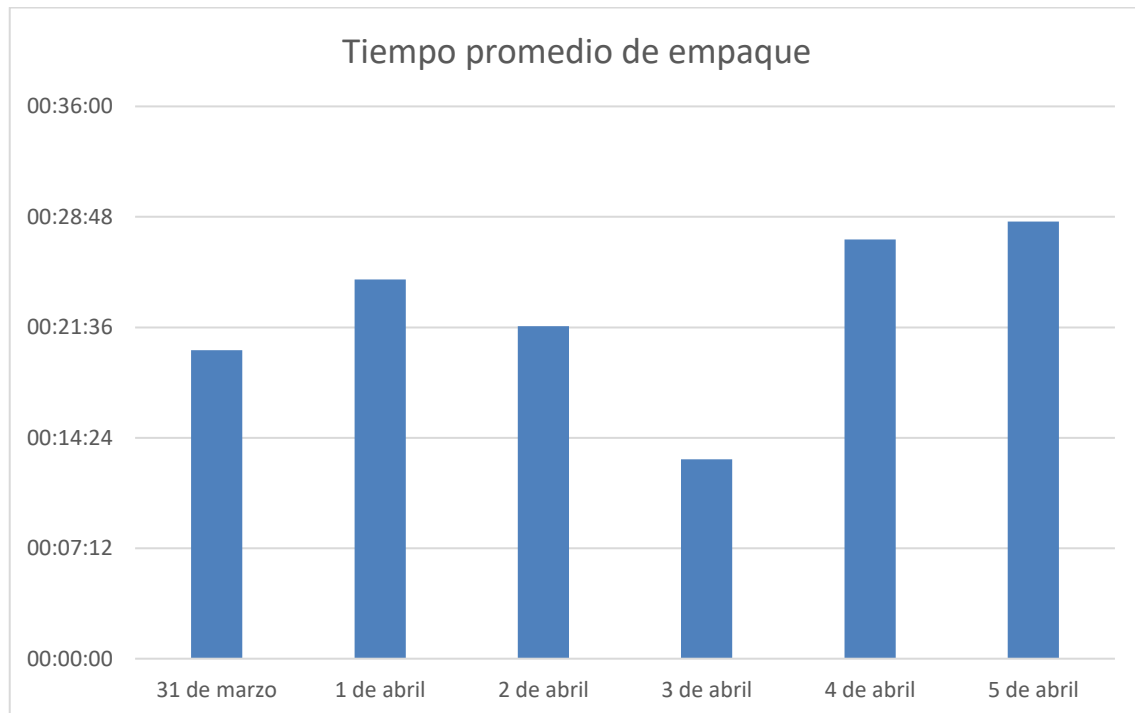
Nota. Elaboración propia (2025).

Tabla 4.16: Tiempos promedio de horneado diarios del Pan Hamburguesa

Pan Hamburguesa (014)	
Día	Tiempo promedio de empaque
31 de marzo	00:20:07
1 de abril	00:24:43
2 de abril	00:21:40
3 de abril	00:13:00
4 de abril	00:27:20
5 de abril	00:28:30

Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 4.13: Gráfico de tiempo promedio de empaque del Pan Hamburguesa



Nota. Elaboración propia (2025).

A continuación, se muestra la tabla con el tiempo promedio total semanal, calculado a partir de los promedios diarios de cada producto en el departamento de empaque.

Tabla 4.17: Tiempos promedio de empaque semanal por producto

Promedio Semanal	
Producto	Tiempo promedio semanal de empaque
Pan Cuadrado	00:51:24
Pan Buffet	00:17:08
Pan Hamburguesa	00:22:33

Nota. Elaboración propia (2025).

Al tratarse del departamento de empaque, resulta útil incluir la cantidad promedio de paquetes que se preparan diariamente, con el propósito de introducir un análisis que relacione el tiempo empleado en el empaque con la cantidad de paquetes listos por grupo de colaboradores o por persona.

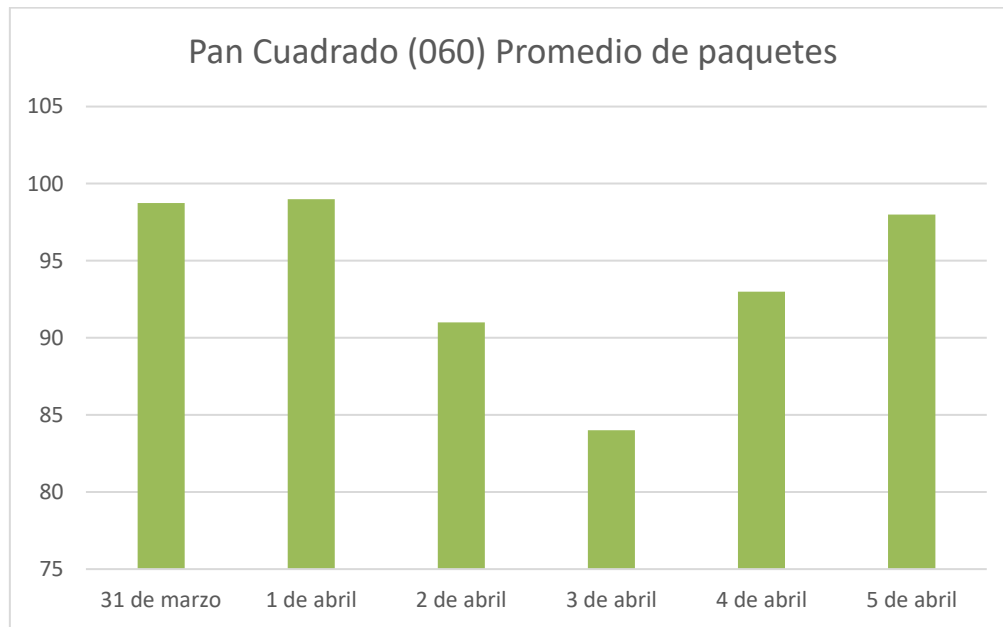
A continuación, se presentan las tablas con la cantidad promedio de paquetes empaquetados por día en el departamento en estudio.

Tabla 4.18: Paquetes promedio diarios empaquetados de Pan Cuadrado

Pan Cuadrado (060)	
Día	Promedio de paquetes
31 de marzo	99
1 de abril	99
2 de abril	91
3 de abril	84
4 de abril	93
5 de abril	98

Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 4.14: Gráfico de cantidad de paquetes alistados de Pan Cuadrado



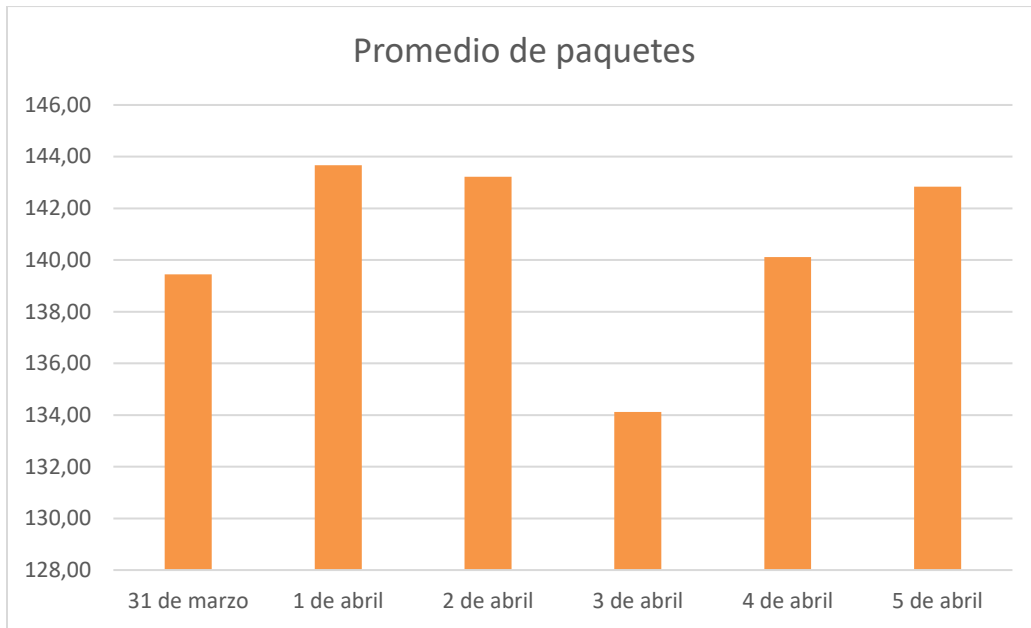
Nota. Elaboración propia (2025).

Tabla 4.19: Paquetes promedio diarios empaquetados de Pan Buffet

Pan Buffet (010)	
Día	Promedio de paquetes
31 de marzo	139,44
1 de abril	143,67
2 de abril	143,22
3 de abril	134,13
4 de abril	140,11
5 de abril	142,83

Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 4.15: Gráfico de cantidad de paquetes alistados de Pan Buffet



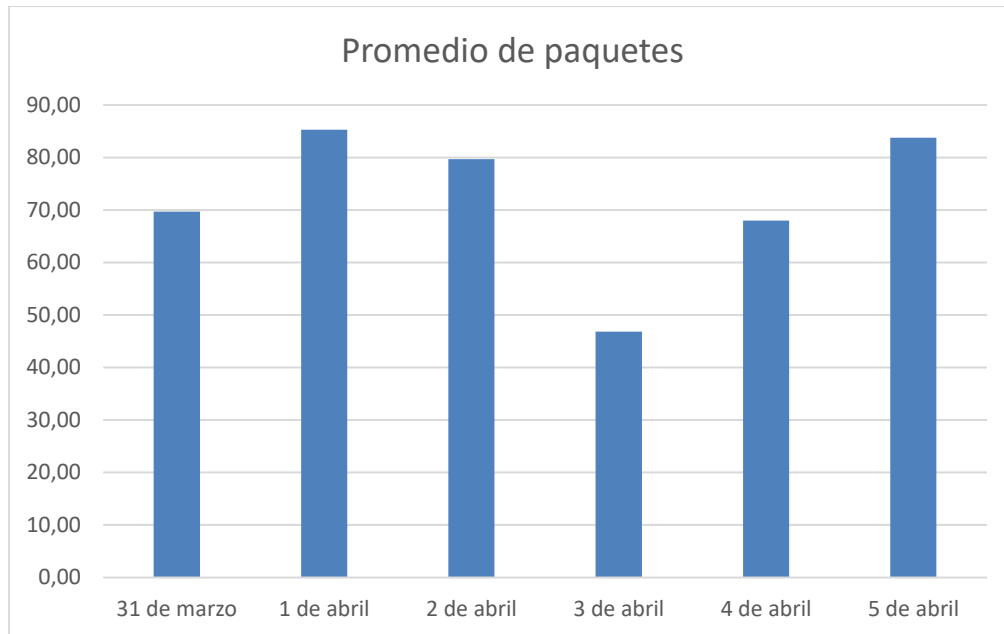
Nota. Elaboración propia (2025).

Tabla 4.20: Paquetes promedio diarios empaquetados de Pan Hamburguesa

Pan Hamburguesa (014)	
Día	Promedio de paquetes
31 de marzo	69,67
1 de abril	85,29
2 de abril	79,67
3 de abril	46,83
4 de abril	68,00
5 de abril	83,75

Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 4.16: Gráfico de cantidad de paquetes alistados de Pan Cuadrado



Nota. Elaboración propia (2025).

A continuación, en la siguiente tabla se muestra el promedio de los paquetes empaquetados semanales de cada producto en este departamento.

Tabla 4.21: Paquetes promedio semanales por producto

Promedio Semanal	
Producto	Promedio de paquetes semanal
Pan Cuadrado	563,75
Pan Buffet	843,40
Pan Hamburguesa	433,20

Nota. Elaboración propia (2025).

Según la tabla resumen anterior, se observa una variabilidad notable entre los tres productos, lo cual es un claro indicador de un proceso poco consistente y estandarizado.

Con los tiempos obtenidos previamente, se procede a calcular el **tiempo promedio de cada producto desde el departamento de producción hasta el departamento de empaque**, con el fin de visualizar, de forma general, el lapso que tarda cada producto en ser elaborado. A continuación, se detallan:

Tabla 4.22: Tiempos promedio a lo largo de la línea de producción

Tiempos promedio desde producción hasta empaque	
Producto	Tiempo promedio
Pan Cuadrado	01:41:53
Pan Buffet	01:08:44
Pan Hamburguesa	01:56:11

Nota. Elaboración propia (2025).

4.2.3 Análisis de productividad en el área de empaque

Según lo consignado en la Tabla 4.21, se evidencia una variabilidad significativa en la cantidad de paquetes alistados semanalmente en el departamento de empaque.

Por ello, resulta fundamental realizar un análisis más profundo del proceso de empaque para determinar puntos débiles y posibles oportunidades de mejora. A continuación, se analiza la capacidad de empaque por tipo de producto, considerando la cantidad de empacadores, el tiempo utilizado y la cantidad de paquetes alistados.

Análisis de producto: Pan Cuadrado

En el caso de este producto, la labor de empaque es realizada por un único empacador. A partir de la relación existente entre el tiempo promedio de empaque y el total promedio de paquetes, se establece que, en 50:30 minutos, se empacan aproximadamente 94 paquetes. Durante el periodo muestreado, se registraron 16 sesiones de empaque del producto 060, de las cuales 3 se apartan de la relación previamente indicada. A continuación, se detallan:

Tabla 4.23: Sesiones de empaque por debajo del promedio del Pan Cuadrado

CANTIDAD EMPACADORES	HORA INICIO EMPAQUE	HORA FINALIZACIÓN EMPAQUE	TOTAL TIEMPO DE EMPAQUE	UNIDADES DAÑADAS	TOTAL PAQUETES
2 de abril					
1	13:50:00	14:50:00	01:00:00	4	85
1	08:30:00	09:23:00	00:53:00	0	97
3 de abril					
1	11:57:00	12:50:00	00:53:00	1	99
1	13:41:00	14:30:00	00:49:00	2	98
1	08:22:00	09:01:00	00:39:00	0	55
4 de abril					
1	11:33:00	12:32:00	00:59:00	0	100
1	12:45:00	13:35:00	00:50:00	1	99
1	15:19:00	15:56:00	00:37:00	0	80
5 de abril					
1	12:17:00	13:13:00	00:56:00	1	99
1	13:20:00	14:08:00	00:48:00	1	99
1	14:13:00	15:05:00	00:52:00	4	96

Nota. Elaboración propia (2025).

Como se observa, existen sesiones de empaque en las que la relación entre el tiempo utilizado y la cantidad de paquetes se desvía considerablemente de la meta estipulada, alcanzando hasta un 41,5 % en la sesión del 3 de abril. Esto evidencia una inconsistencia en el proceso, dado que se cuenta con los mismos recursos en todas las sesiones y no se observa un procedimiento constante y preciso.

Análisis de producto: Pan Buffet

Para este producto, se dispone de un máximo de tres colaboradores encargados de la labor de empaque. A partir de la relación existente entre el tiempo promedio de empaque y el total promedio de paquetes, se determina que en 17 minutos se empacan aproximadamente 140 paquetes. De las 50 sesiones muestreadas, 42 se llevaron a cabo con la utilización máxima del recurso humano, mientras que las 8 sesiones restantes se realizaron con dos empacadores. A continuación, se presentan los tiempos promedio y el total promedio de paquetes en función de esta variación en los recursos:

Tabla 4.24: Productividad de empaque del Pan Buffet con 3 empacadores

3 EMPACADORES	
TIEMPO PROMEDIO	CANTIDAD DE PAQUETES
00:16	140,52

Nota. Elaboración propia (2025).

Tabla 4.25: Productividad de empaque del Pan Buffet 010 con 2 empacadores

2 EMPACADORES	
TIEMPO PROMEDIO	CANTIDAD DE PAQUETES
00:22	140,75

Nota. Elaboración propia (2025).

Como se observa, la capacidad de empaque del producto 010 no se ve afectada por la variación en el recurso humano, ya que en ambos casos se mantiene un promedio de 140 paquetes preparados. No obstante, el tiempo empleado sí se ve afectado, ya que incrementó en un 37,5 %.

Este aumento en el tiempo de ejecución de la tarea de empaque conlleva impactos significativos tanto operativos como económicos. A continuación, se detallan las principales afectaciones para la empresa:

1. Reducción de la eficiencia operativa

El área de empaque, al estar directamente relacionada con el despacho de los productos, resulta crítica para el buen funcionamiento del proceso. El aumento en el tiempo utilizado reduce la cantidad de unidades que se pueden empacar en un turno, lo que implica una menor productividad por hora, acumulación de producto en espera y la necesidad de más personal o de turnos extendidos para cumplir con los volúmenes de empaque establecidos.

2. Aumento de costos

Este incremento del 37,5 % en el tiempo utilizado representa diversos aspectos relevantes en relación con los costos de la empresa. Tres factores importantes son:

- Más horas hombre requeridas para la misma producción.
- Mayor consumo de energía (máquinas cortadoras funcionando por más tiempo).
- Potencial de sobrecostos logísticos si se retrasa el despacho o entrega de los productos.

3. Impacto en la cadena de suministros y calidad

Al requerirse más tiempo para lograr la misma producción, el pan puede permanecer expuesto al aire libre durante más tiempo del habitual antes de ser empacado, lo que podría afectar su frescura y vida útil. Además, cualquier retraso en el proceso de empaque puede impactar la distribución del producto, afectando así la satisfacción del cliente y la reputación de la marca.

4. Riesgo de descoordinación entre áreas

Cuando el departamento de empaque no mantiene el ritmo de las etapas anteriores, se genera acumulación de producto en espera, lo que compromete su inocuidad, ya que se incrementa la exposición al ambiente y, con ello, el riesgo de contaminación o deterioro. También pueden presentarse problemas de sincronización, donde otro proceso deba detenerse o esperar, afectando la eficiencia general de la línea de producción.

Para la empresa, resulta importante evitar aumentos en la utilización de recursos como este, con el fin de mantener la competitividad, garantizar la calidad del producto y optimizar los recursos disponibles.

Análisis de producto: Pan Hamburguesa

Para este producto, se cuenta con tres colaboradores encargados de la labor de empaque. Partiendo de la relación existente entre el tiempo promedio de empaque y el total promedio de paquetes, se determina que en 22 minutos se empacan aproximadamente 72 paquetes. Las sesiones del periodo muestreado presentan una alta variabilidad en el tiempo asignado a esta labor, lo cual se debe a la falta de controles que estandaricen la duración meta de cada sesión de empaque. A continuación, se analizarán las sesiones que presenten un tiempo empleado igual o similar, con el fin de visualizar de mejor manera la variabilidad de las sesiones de empaque y la cantidad de paquetes alistados.

Como primer análisis, se tomaron las sesiones con una duración entre 26 y 29 minutos. Estas muestras se llevaron a cabo los días 31 de marzo, 4 de abril y 5 de abril.

Tabla 4.26: Primer análisis de sesiones de empaque del Pan de Hamburguesa

Día	Tiempo de empaque	Paquetes alistados
31 de marzo	28 minutos	94
4 de abril	28 minutos	59
4 de abril	29 minutos	63
4 de abril	27 minutos	60
5 de abril	26 minutos	72

Nota. Elaboración propia (2025).

En la tabla se puede observar cómo, en las dos primeras sesiones, ambas con una duración de 28 minutos, existe una diferencia de 35 paquetes alistados.

Además, se aprecia que la sesión del 5 de abril fue más productiva que la del 4 de abril, en la cual, con una duración de 29 minutos, se empacaron 63 paquetes. Tomando estas sesiones como referencia, se realizará una comparación de productividad entre ambas.

Por lo tanto, se tiene que la sesión 1 tuvo un tiempo empleado de 26 minutos, logrando empacar un total de 72 paquetes; mientras que la sesión 2 tuvo un tiempo empleado de 29 minutos, alcanzando un total de 63 paquetes. Calculando la productividad en paquetes por minuto, se obtiene lo siguiente:

Sesión 1:

$$\frac{72 \text{ paquetes}}{26 \text{ minutos}} \approx 2,77 \text{ paquetes/minuto}$$

Sesión 2:

$$\frac{63 \text{ paquetes}}{29 \text{ minutos}} \approx 2,17 \text{ paquetes/minuto}$$

Con estos valores se puede comparar la productividad de ambas sesiones con la siguiente fórmula:

$$\left(\frac{\text{Productividad nueva} - \text{Productividad base}}{\text{Productividad base}} \right) \times 100$$

Aplicando con los valores se tiene que:

$$\left(\frac{2,77 - 2,17}{2,17} \right) \times 100 \approx \frac{0,6}{2,17} \times 100 \approx 27,65\%$$

La primera sesión fue más productiva que la segunda en un 27,65 %, utilizando los mismos recursos.

Como segundo análisis, se tomaron las sesiones de empaque con una duración entre 16 y 18 minutos, las cuales se llevaron a cabo entre el 31 de marzo y el 3 de abril.

Tabla 4.27: Segundo análisis de sesiones de empaque del Pan de Hamburguesa

Día	Tiempo de empaque	Paquetes alistados
31 de marzo	17 minutos	56
31 de marzo	16 minutos	53
1 de abril	16 minutos	42
1 de abril	18 minutos	50
2 de abril	16 minutos	73
3 de abril	18 minutos	51
3 de abril	18 minutos	46

Nota. Elaboración propia (2025).

En la tabla se puede observar cómo las sesiones con una duración de 16 minutos presentan una diferencia significativa en la cantidad de paquetes alistados. La sesión del 31 de marzo empacó 53 paquetes, mientras que la del 2 de abril empacó 73 paquetes, lo que representa una diferencia de 20 paquetes utilizando los mismos recursos.

Siguiendo el ejemplo anterior, se puede comparar ambas sesiones utilizando la fórmula correspondiente. Se tiene que:

Sesión 1:

Tiempo empleado: 16 minutos

Paquetes listos: 73 paquetes

Productividad:

$$\frac{73 \text{ paquetes}}{16 \text{ minutos}} \approx 4,56 \text{ paquetes/minuto}$$

Sesión 2:

Tiempo empleado: 16 minutos

Paquetes listos: 53 paquetes

Productividad:

$$\frac{53 \text{ paquetes}}{16 \text{ minutos}} \approx 3,31 \text{ paquetes/minuto}$$

Aplicando la fórmula se tiene que:

$$\left(\frac{4,56 - 3,31}{3,31}\right) \times 100 \approx \frac{1,25}{3,31} \times 100 \approx 37,76\%$$

Con esto se concluye que existe una diferencia de productividad del 37,76 % entre dos sesiones de empaque que utilizaron los mismos recursos y tuvieron la misma duración. Al comparar este análisis con el anterior, se confirma que hay una variación significativa en la productividad entre sesiones. En este caso, se trata de sesiones con igual utilización de recursos, mientras que, en el análisis anterior, la sesión con mejor desempeño fue la que empleó menos tiempo. Esto evidencia una inconsistencia en el proceso de empaque.

Como tercer y último análisis, se tomaron las muestras con una duración exacta de 14 minutos, realizadas los días 1, 2 y 3 de abril.

Tabla 4.28: Tercer análisis de sesiones de empaque del Pan de Hamburguesa

Día	Tiempo de empaque	Paquetes alistados
1 de abril	14 minutos	64
2 de abril	14 minutos	64
3 de abril	14 minutos	49
3 de abril	14 minutos	50

Nota. Elaboración propia (2025).

En este análisis se cuentan cuatro sesiones que comparten exactamente los mismos recursos, pero que se diferencian en la cantidad de paquetes alistados.

A continuación, se calculará la productividad por sesión de empaque:

Sesión 1:

$$\frac{64 \text{ paquetes}}{14 \text{ minutos}} \approx 4,57 \text{ paquetes/minuto}$$

Sesión 2:

$$\frac{64 \text{ paquetes}}{14 \text{ minutos}} \approx 4,57 \text{ paquetes/minuto}$$

Sesión 3:

$$\frac{49 \text{ paquetes}}{14 \text{ minutos}} \approx 3,50 \text{ paquetes/minuto}$$

Sesión 4:

$$\frac{50 \text{ paquetes}}{14 \text{ minutos}} \approx 3,57 \text{ paquetes/minuto}$$

Según el análisis anterior, se puede observar que los días 1 y 2 de abril presentan una productividad alta y constante, de aproximadamente 4,57 paquetes por minuto. Por el contrario, el 3 de abril muestra una notable disminución en la productividad, con una primera sesión que alcanzó 3,50 paquetes por minuto, lo que representa un 23,4 % menos que los días anteriores; y una segunda sesión con una productividad de 3,57 paquetes por minuto, lo que implica una disminución del 21,9 % en relación con los días previos.

Gracias a estos análisis, se puede notar que esta diferencia en la productividad refleja que, actualmente, la capacidad de empaque de la empresa presenta una alta variabilidad, tanto en los tiempos de ejecución como en la cantidad de paquetes preparados. Esta variabilidad se debe, en gran parte, a la ausencia de normas que estandaricen y regulen la duración de las sesiones de empaque en función de las metas de la empresa. Además, la productividad de este departamento depende en gran medida de la habilidad individual de la persona encargada de la labor de empaque, lo que genera resultados inconsistentes y dificulta una planificación eficiente de la producción.

Tabla resumen de observaciones por producto

Con lo anteriormente desarrollado, se puede visualizar de forma más clara los tiempos que dura cada tipo de producto en cada departamento. Dichos tiempos presentan una

alta variabilidad, por lo que resulta importante observar los datos obtenidos agrupados por tipo de producto.

A continuación, se presentan las tablas resumen por producto, incluyendo factores como el tiempo máximo y mínimo de ciclo, así como la cantidad máxima y mínima de paquetes alistados.

Tabla 4.29: Tabla resumen del producto 060

Producto 060			
Departamento	Producción	Horneado	Empaque
Tiempo máximo	00:55:00	00:24:00	01:00:00
Tiempo mínimo	00:20:00	00:11:00	00:37:00
Cantidad máxima de paquetes	-	-	100
Cantidad mínima de paquetes	-	-	55
Rango (tiempos)	00:35:00	00:13:00	00:23:00
Rango (paquetes)	-	-	45

Nota. Elaboración propia (2025).

Para el producto 060, en el departamento de producción se registra un tiempo máximo de 55 minutos y un tiempo mínimo de 20 minutos, lo que representa una diferencia de 35 minutos. En el departamento de horneado, el tiempo máximo es de 24 minutos y el mínimo de 11 minutos, con una diferencia de 13 minutos. En el departamento de empaque, el tiempo máximo es de una hora y el mínimo de 37 minutos, existiendo entre ambos una diferencia de 23 minutos. En cuanto a la cantidad de paquetes alistados en este último departamento, se tiene un máximo de 100 paquetes por sesión y un mínimo de 55, con una diferencia de 45 paquetes alistados.

Tabla 4.30: Tabla resumen del producto 010

Producto 010			
Departamento	Producción	Horneado	Empaque
Tiempo máximo	00:56:00	00:43:00	01:13:00
Tiempo mínimo	00:16:00	00:08:00	00:10:00
Cantidad máxima de paquetes	-	-	171
Cantidad mínima de paquetes	-	-	124
Rango (tiempos)	00:40:00	00:35:00	01:03:00
Rango (paquetes)	-	-	47

Nota. Elaboración propia (2025).

Para el producto 010, en el departamento de producción se registra un tiempo máximo de 56 minutos y un tiempo mínimo de 16 minutos, con una diferencia de 40 minutos. En el departamento de horneado, el tiempo máximo es de 43 minutos y el mínimo de 8 minutos, lo que representa una diferencia de 35 minutos. En el departamento de empaque, se tiene un tiempo máximo de 1 hora con 13 minutos y un tiempo mínimo de 10 minutos, diferenciándose entre sí en 1 hora con 3 minutos. Este último rango es un indicador preocupante, ya que refleja una altísima variabilidad en el proceso de empaque, lo que evidencia su falta de consistencia. En cuanto a la cantidad de paquetes alistados por sesión, se tiene un máximo de 171 paquetes y un mínimo de 124, con una diferencia de 47 paquetes.

Tabla 4.31: Tabla resumen del producto 014

Producto 014			
Departamento	Producción	Horneado	Empaque
Tiempo máximo	01:12:00	00:58:00	00:54:00
Tiempo mínimo	00:30:00	00:32:00	00:02:00
Cantidad máxima de paquetes	-	-	136
Cantidad mínima de paquetes	-	-	7
Rango (tiempos)	00:42:00	00:26:00	00:52:00
Rango (paquetes)	-	-	129

Nota. Elaboración propia (2025).

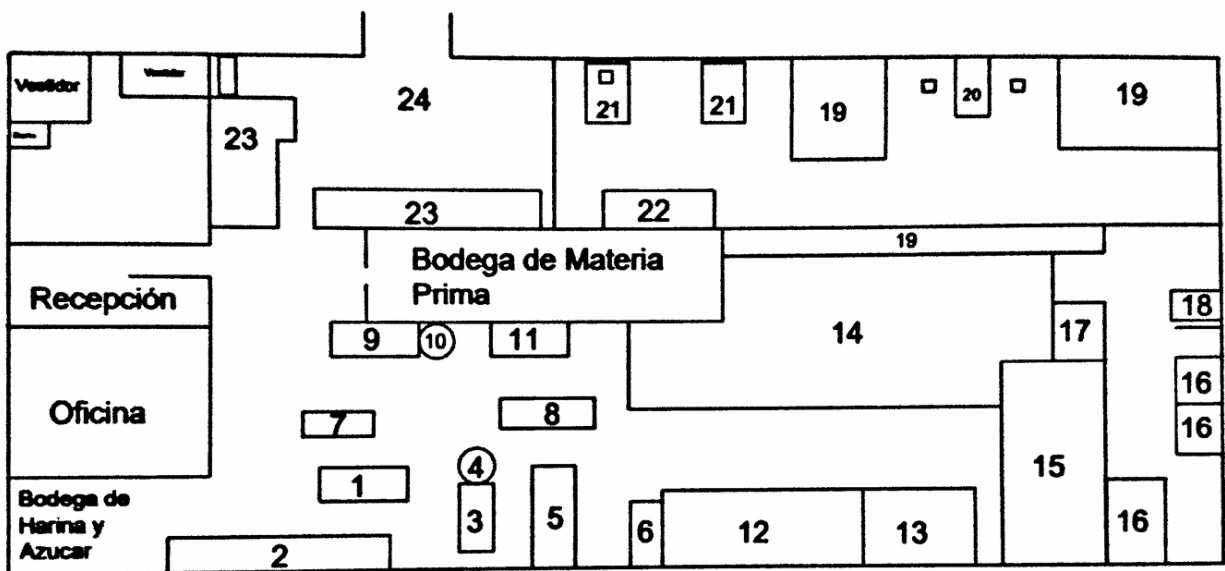
Para el producto 014, en el departamento de producción se registra un tiempo máximo de 1 hora con 12 minutos y un mínimo de 30 minutos. En el departamento de horneado, el tiempo máximo es de 58 minutos y el mínimo de 32 minutos. Para el departamento de empaque, el tiempo máximo es de 54 minutos y el mínimo de 2 minutos. El rango en el departamento de producción es de 42 minutos, en el de horneado es de 26 minutos y en el de empaque es de 52 minutos. En cuanto a la cantidad de paquetes alistados, se tiene un máximo de 136 paquetes por sesión y un mínimo de 7, lo que representa una diferencia de 129 paquetes alistados por sesión.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se puede notar que existen rangos significativos en todos los departamentos. Sin embargo, el departamento de empaque presenta los rangos más elevados, ya que es donde ocurren la mayor cantidad de tiempos muertos y cuellos de botella.

4.2.4 Distribución de planta

La distribución de planta actual es por proceso, ya que cada tipo de producto que se fabrica realiza recorridos por la planta según su proceso de elaboración. A continuación, se presenta el plano de la planta de la Panadería Lee & Quirós S.A.:

Figura 4.17: Distribución de planta de la Panadería Lee & Quirós S.A



Nota. Panadería Lee & Quirós S.A., 2025

Gracias a esta distribución de planta, se logra cumplir con la producción realizada bajo pedido por parte de los clientes, ya que, al contar con departamentos y puestos definidos, resulta sencilla la asignación de tareas especializadas según el puesto.

A continuación, se muestran algunas fotografías de la planta:

Figura 4.18: Mezcladoras del departamento de producción



Nota. Panadería Lee & Quirós S.A., 2025

Figura 4.19: Mesas de empaque



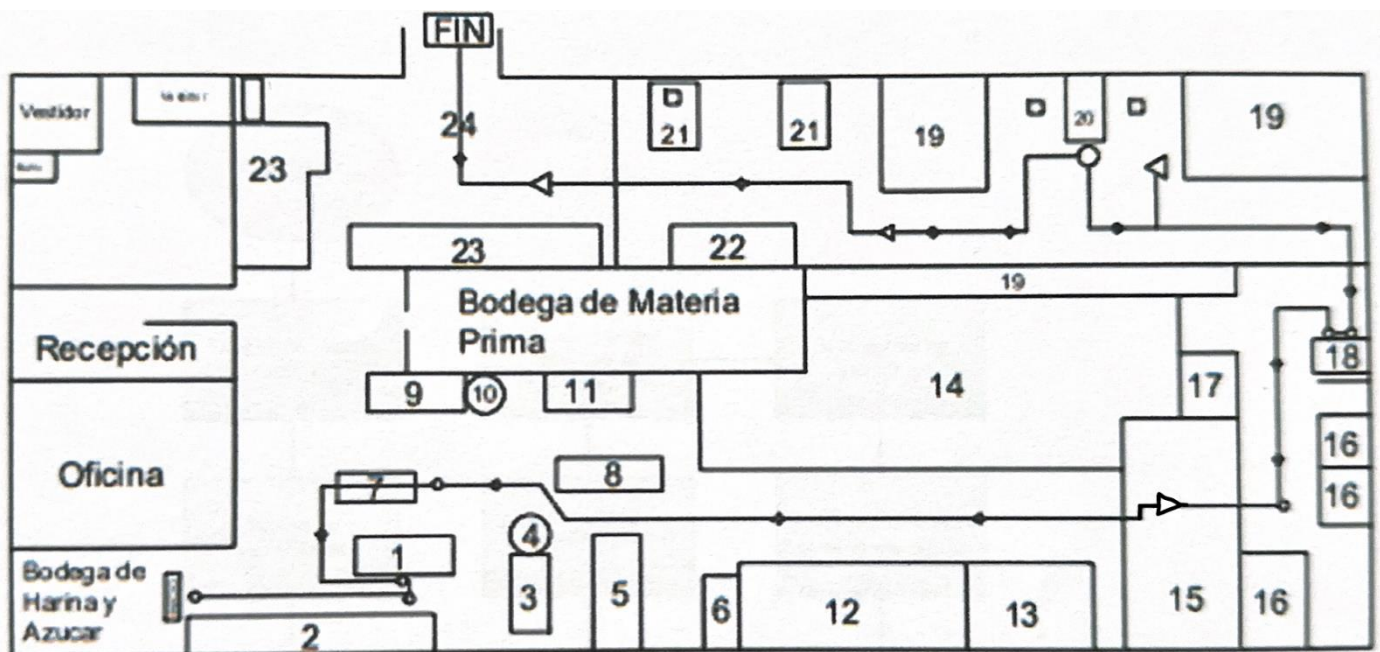
Nota. Panadería Lee & Quirós S.A., 2025

En el anexo No. 10 se incluye el registro fotográfico de la planta de producción de la Panadería Lee & Quirós S.A.

4.2.5 Diagrama de recorrido

Con el objetivo de visualizar el recorrido completo de la preparación de los productos a través de los departamentos en estudio, se elabora el siguiente diagrama. A continuación, se presenta el diagrama de recorrido del proceso productivo de la empresa.

Figura 4.20: Diagrama de recorrido de Panadería Lee & Quirós S. A



Nota. Elaboración propia (2025).

El diagrama mostrado anteriormente representa el proceso completo, desde la recepción de las materias primas hasta el área de despacho. Las áreas demarcadas con los números del 1 al 14 corresponden al área de producción, entre las que se encuentran amasadoras, boleadoras, máquinas divisoras, mezcladoras, entre otros equipos. El punto número 15 corresponde a la cámara de fermentación, que funciona como transición entre el departamento de producción y el departamento de horneado. Los puntos número 16 corresponden a los tres hornos con los que cuenta la planta; los puntos 17 y 18 corresponden a otras zonas de trabajo del área de horneado. El área de empaque está

demarcada por los puntos del 19 al 22, correspondientes a las tres mesas de empaque de los productos y a las áreas de almacenamiento temporal. Finalmente, los puntos marcados como 23 y 24 corresponden al área de despacho del producto terminado.

4.3 ANALIZAR

En la tercera etapa del modelo DMAIC, correspondiente a la fase de analizar, se examina la información recolectada durante la etapa anterior con el propósito de determinar las causas raíz que afectan la eficiencia de la empresa e identificar oportunidades de mejora.

Todos los datos obtenidos en la fase de medir son analizados desde diferentes perspectivas, con el objetivo de obtener un panorama más claro sobre las causas de la deficiencia productiva del proceso. De esta forma, las herramientas utilizadas en esta fase permiten identificar patrones en el comportamiento de las variables y, con ello, extraer conclusiones relacionadas con la mejora deseada.

4.3.1 Lluvia de ideas

Con el fin de identificar ideas vinculadas con la causa raíz de la falta de eficiencia en la línea de producción de la empresa, se emplea la herramienta de trabajo grupal conocida como lluvia de ideas.

Esta herramienta se implementa mediante entrevistas dirigidas al dueño de la empresa, al gestor de calidad, al supervisor general y a los supervisores de los tres departamentos en estudio (producción, horneado y empaque), para un total de seis participantes.

A continuación, en la figura 18, se presentan las posibles causas identificadas por los colaboradores de la Panadería Lee:

Figura 18: Lluvia de ideas de las posibles causas que afectan la eficiencia operativa.

Area de trabajo limitada	Equipo disponible	Falta de controles en producción	Falta de gestión y control con producto terminado
Habilidad y ritmo del personal	Método manual	Falta de supervisión	Cuellos de botella en el área de empaque
Rotación del personal	Falta de comunicación	Desorganización en el departamento de empaque	Falta de estandarización en tiempos de empaque
Falta de indicadores de rendimiento	Alto contacto entre el producto y colaborador	Mucho producto en espera para ser empacado	Capacitación insuficiente

Nota. Elaboración propia (2025).

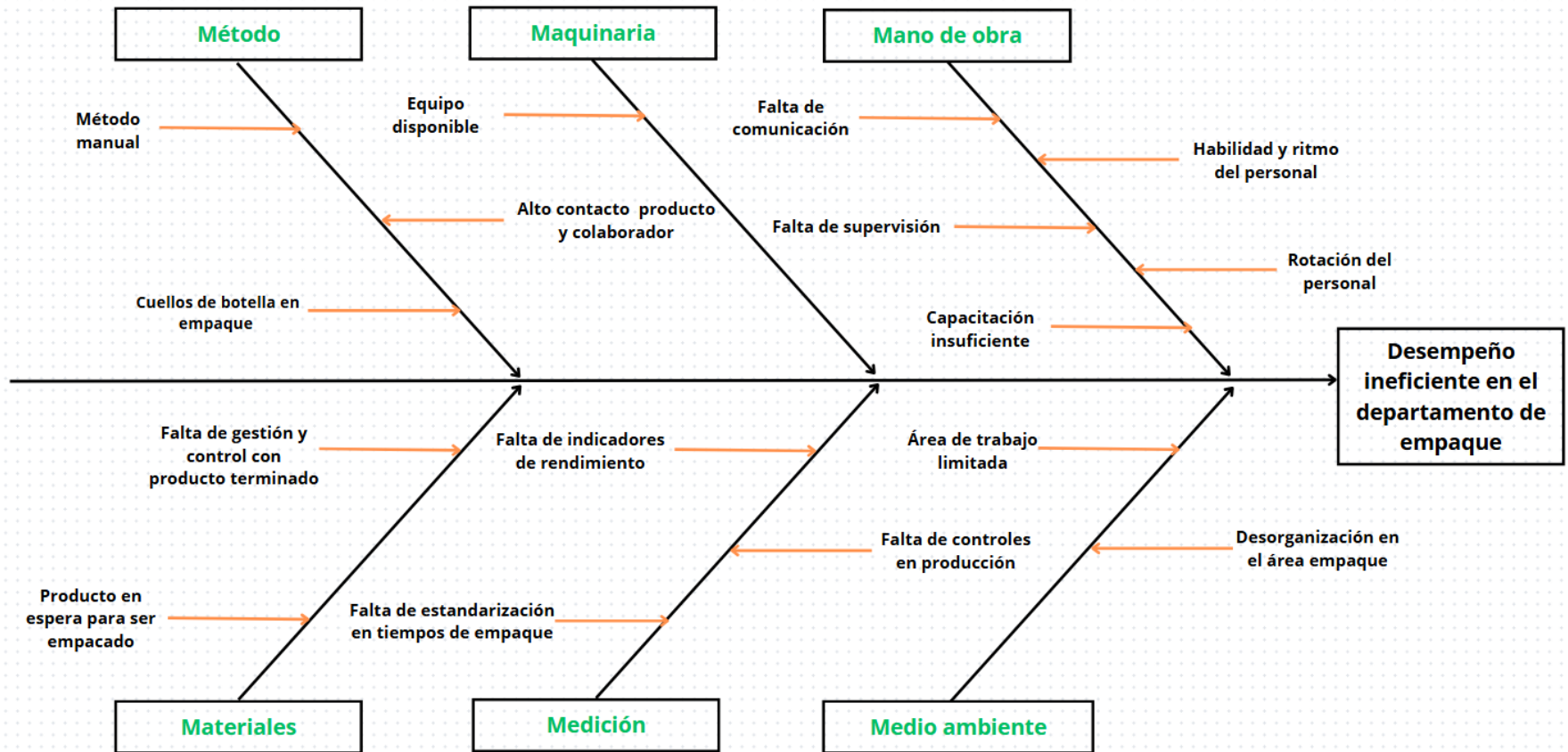
A partir de la lluvia de ideas realizada, se identificaron un total de 16 posibles causas que afectan la eficiencia a lo largo de la línea de producción de la Panadería Lee.

4.3.2 Diagrama de Ishikawa

Posteriormente, se elaboró un diagrama de Ishikawa con las causas que ejercen mayor influencia sobre los niveles de eficiencia operativa de la empresa. En dicho diagrama, las causas se agrupan en las siguientes categorías: método, maquinaria, mano de obra, materiales, medición y medio ambiente.

A continuación, se detallan las principales causas según su respectiva categoría 6M, correspondientes a la línea de producción de la Panadería Lee:

Figura 19: Diagrama de Ishikawa para la línea de producción de la Panadería Lee & Quirós S.A.



Nota. Elaboración propia (2025).

Un diagrama de causa y efecto representa las diversas causas dentro de un sistema que pueden contribuir a un problema o efecto. En el diagrama anterior se presentan, de forma más detallada, las posibles causas que inciden en la disminución de la eficiencia en la línea de producción de la Panadería Lee. A continuación, se describen dichas causas según la categoría asignada.

Método

- **Método manual:** El método de trabajo utilizado en la empresa es predominantemente manual. A lo largo de la línea de producción, el colaborador interactúa de forma directa con el producto. Aunque la empresa cuenta con normas de higiene y manipulación de alimentos, siempre existe el riesgo de contaminación por la alta exposición del producto al contacto humano.
- **Cuellos de botella en el área de empaque:** El área de empaque, al ser la última etapa del proceso, debe operar con los más altos niveles de eficacia y eficiencia. No obstante, se presentan cuellos de botella derivados del ritmo individual de los trabajadores, su experiencia, la disponibilidad de recursos, el manejo inadecuado del producto terminado, entre otros factores. Estas situaciones generan retrasos en el despacho de los productos y afectan negativamente a la empresa.

Maquinaria

- **Equipo disponible:** El equipo presente en los departamentos de producción y horneado es de buena calidad, aunque no corresponde a tecnología de última generación. Cumple con los requerimientos operativos de la empresa. Sin embargo, en el departamento de empaque no se dispone de maquinaria especializada, lo cual impide mantener una eficiencia operativa uniforme a lo largo de todos los departamentos.

Mano de obra

- **Falta de comunicación:** Se evidencia una comunicación deficiente entre los departamentos, especialmente entre los supervisores, lo que ocasiona

descoordinación, malentendidos respecto a las metas de producción y errores en la transición del producto entre etapas.

- **Habilidad y ritmo del personal:** En el área de empaque, la eficiencia depende del ritmo y la experiencia individual de cada colaborador, lo que genera inconsistencias y dificulta la planificación de metas de producción precisas.
- **Falta de supervisión:** En los departamentos analizados, el supervisor es responsable de verificar el cumplimiento de ciertos requisitos y la revisión de parámetros para garantizar un producto de calidad. No obstante, la sobreasignación de tareas a esta figura impide que cumpla cabalmente con sus funciones, al verse obligado a ejecutar labores meramente productivas.
- **Rotación del personal:** Se presenta una alta rotación de personal, lo que afecta significativamente a la empresa, tanto en la búsqueda constante de nuevos colaboradores como en la pérdida de experiencia en puestos clave. Cada nuevo ingreso implica costos de capacitación en todas las labores que deberá desempeñar. Esta rotación dificulta la consistencia y eficiencia de los procesos, especialmente al tratarse de un sistema altamente manual.
- **Capacitación insuficiente:** La falta de formación adecuada impide que los colaboradores comprendan y apliquen métodos de trabajo eficientes. Esto puede generar errores frecuentes, desperdicio de materias primas y tiempos muertos, afectando directamente la productividad de la línea de producción. Además, un trabajador sin la preparación necesaria tiende a depender de la supervisión para resolver problemas básicos, lo que reduce su autonomía y retrasa el flujo de trabajo. También puede provocar un uso inadecuado del equipo, disminuyendo su rendimiento y aumentando el riesgo de fallas o accidentes. Por otro lado, la falta de capacitación repercute negativamente en la motivación del personal, ya que un trabajador que no se siente preparado pierde compromiso con la calidad y eficiencia de su labor.

Materiales

- **Falta de gestión y control con el producto terminado:** Este factor interrumpe directamente el flujo continuo entre producción, empaque y distribución. La ausencia de un sistema adecuado de gestión del producto terminado provoca acumulaciones en áreas de tránsito, retrasos en el empaque e incluso contaminación del producto. La falta de controles también dificulta la identificación y rotación del inventario, lo que genera desperdicios, reprocesos o entregas incorrectas, afectando así la calidad del servicio y la satisfacción del cliente.
- **Mucho producto en espera para ser empacado:** Una gran parte del producto que sale del departamento de horneado debe esperar largo tiempo antes de ser empacado. Los panes se almacenan en racks y se les aplica una nebulización con sulfato de potasio para prevenir la proliferación de esporas. Sin embargo, el prolongado contacto del producto con el ambiente sigue siendo elevado. Este factor no solo afecta los tiempos de empaque, sino también la preservación y durabilidad del pan.

Medición

- **Falta de indicadores de rendimiento:** Los departamentos carecen de indicadores que permitan evaluar el desempeño de las tareas. Esto impide analizar la eficiencia operativa, dificultando la identificación de áreas de mejora y una toma de decisiones informada. La ausencia de estos indicadores complica la medición de aspectos importantes como la productividad, la calidad del producto y la eficiencia del equipo.
- **Falta de controles en producción:** En el departamento de producción existe una sobreasignación de tareas al supervisor, lo que deriva en una supervisión inadecuada. Esto puede provocar inconsistencias en los productos, aumento de desperdicios y retrabajos, afectando la calidad y generando pérdidas económicas. Asimismo, la falta de estandarización en las mediciones de los ingredientes puede originar errores que afectan toda la producción diaria.

- **Falta de estandarización en tiempos de empaque:** En este departamento no existe un tiempo mínimo ni máximo establecido por sesión de empaque; cada sesión queda a criterio del encargado y depende de su habilidad y velocidad individual. Esto provoca una alta variabilidad en los tiempos por sesión, lo que afecta la cantidad de paquetes alistados y el aprovechamiento de los recursos.

Medio ambiente

- **Área de trabajo limitada:** La presencia excesiva de producto terminado, especialmente en los departamentos de horneado y empaque, impacta significativamente en el flujo de trabajo. Esto provoca tiempos muertos, retrasos y una reducción del espacio que podría destinarse a mejoras orientadas a la eficiencia operativa.
- **Desorganización en el departamento de empaque:** Al momento de empacar el producto terminado, no se cuenta con una organización clara ni con un procedimiento riguroso que facilite las labores en esta área. Frecuentemente, se observa una acumulación considerable de producto en la mesa de empaque, lo cual dificulta el proceso, ya que el exceso de unidades reduce el espacio disponible para alistar los paquetes. Además, la ausencia de tiempos estandarizados genera un proceso poco constante y difícil de prever.

4.3.3 Multivoto

Dado que se cuenta con una lista extensa de ideas, resulta necesario enfocar los esfuerzos en algunos de estos elementos y no en todos. Esto conlleva la necesidad de reducir y concentrar los esfuerzos en aquellos considerados como los más importantes.

Para ejecutar esta etapa, se reúne nuevamente a los mismos seis participantes de la sesión de lluvia de ideas, con el propósito de llegar a un acuerdo respecto a la relevancia de las causas que inciden en la eficiencia del proceso productivo.

A cada participante se le proporciona un documento en el que se solicita distribuir, según su criterio, un máximo de 100 puntos entre las dieciséis causas identificadas como posibles factores que afectan los niveles de eficiencia del proceso.

Se enfatiza que la mayor puntuación debe asignarse a las causas que se consideren de mayor impacto, con el fin de identificar la causa raíz de las debilidades en términos de eficiencia de la línea de producción.

A continuación, se presentan los resultados del multivoto:

Tabla 15: Multivoto realizado para obtener el valor de cada causa.

ITEM #	CAUSA	VOTO	VOTO	VOTO	VOTO	VOTO	VOTO	Total de votos
		Participante 1	Participante 2	Participante 3	Participante 4	Participante 5	Participante 6	
1	Alto contacto entre el producto y colaborador	2	1	2	1	3	2	11
2	Área de trabajo limitada	2	2	1	3	2	3	13
3	Equipo disponible	3	4	5	3	4	5	24
4	Cuellos de botella en el área de empaque	9	12	8	10	9	10	58
5	Desorganización en el departamento de empaque	16	14	22	13	12	14	91
6	Capacitación insuficiente	2	1	1	2	2	1	9
7	Falta de comunicación	3	3	4	3	3	3	19
8	Falta de controles en producción	2	2	3	2	1	1	11
9	Falta de estandarización en tiempos de empaque	10	11	6	12	6	12	57
10	Falta de gestión y control con el producto terminado	2	2	1	2	2	1	10
11	Falta de indicadores de rendimiento	2	3	2	1	1	1	10
12	Falta de supervisión directa o liderazgo operativo	3	3	2	3	3	2	16
13	Habilidad y ritmo del personal	8	7	10	7	16	6	54
14	Método manual	15	17	13	14	14	15	88
15	Mucho producto en espera para ser empacado	15	15	10	14	15	16	85
16	Rotación del personal	6	3	10	10	7	8	44
Total de puntos asignados por participante		100	100	100	100	100	100	600

Nota. Elaboración propia (2025).

En la tabla 20 se presentan los resultados obtenidos durante el proceso del multivoto. Los puntos distribuidos entre todas las causas suman un total de 600. Los valores que se encuentran en las filas corresponden al total de votos asignados por cada participante a cada causa, según su propio criterio. Esto se realiza con el fin de identificar la causa más crítica que afecta la eficiencia de la línea de producción.

De acuerdo con la tabla, la causa correspondiente al ítem cinco, desorganización en el departamento de empaque, es la más crítica según la valoración de los participantes, con

un total de 91 votos; seguida por la causa correspondiente al ítem catorce, método manual, con 88 votos.

A continuación, se presenta la tabulación de los datos obtenidos en el multivoto, ordenados de mayor a menor según la cantidad de votos asignados a cada causa.

Tabla 16: Multivoto con resultados ordenados.

ITEM #	CAUSA	Frecuencia	Porcentaje	% Acumulado
5	Desorganización en el departamento de empaque	91	15,17%	15,17%
14	Método manual	88	14,67%	29,83%
15	Mucho producto en espera para ser empacado	85	14,17%	44,00%
4	Cuellos de botella en el área de empaque	58	9,67%	53,67%
9	Falta de estandarización en tiempos de empaque	57	9,50%	63,17%
13	Habilidad y ritmo del personal	54	9,00%	72,17%
16	Rotación del personal	44	7,33%	79,50%
3	Equipo disponible	24	4,00%	83,50%
7	Falta de comunicación	19	3,17%	86,67%
12	Falta de supervisión directa o liderazgo operativo	16	2,67%	89,33%
2	Área de trabajo limitada	13	2,17%	91,50%
1	Alto contacto entre el producto y colaborador	11	1,83%	93,33%
8	Falta de controles en producción	11	1,83%	95,17%
10	Falta de gestión y control con el producto terminado	10	1,67%	96,83%
11	Falta de indicadores de rendimiento	10	1,67%	98,50%
6	Capacitación insuficiente	9	1,50%	100,00%
	Total	600	1,00	

Nota. Elaboración propia (2025).

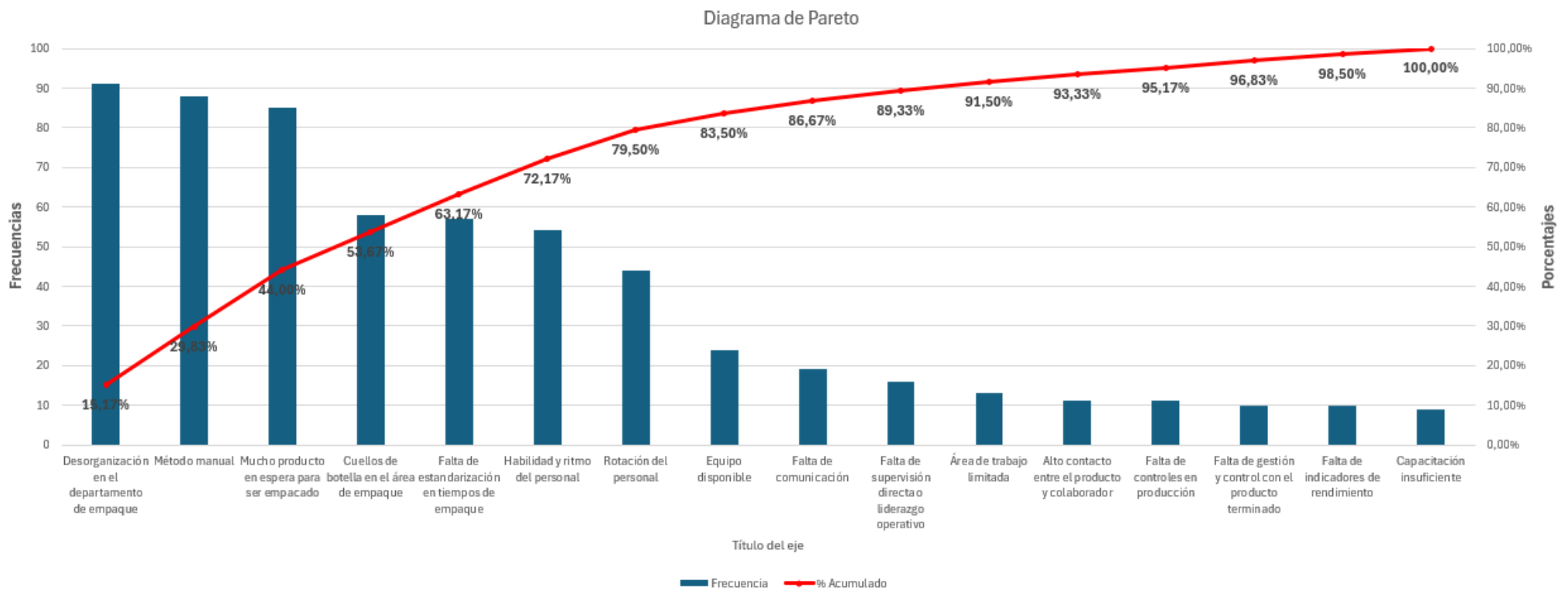
En la tabla 16 se presentan los valores de frecuencia organizados de forma descendente, según su nivel de criticidad, conforme al criterio establecido por los participantes. Además, se calcula el porcentaje correspondiente a cada causa, con base en los votos asignados, y finalmente se determina el porcentaje acumulado a partir de los porcentajes individuales obtenidos.

4.3.4 Diagrama de Pareto

A partir de la información previamente visualizada, se elabora un diagrama de Pareto con base en las frecuencias y los porcentajes acumulados de la tabla 16. Esto se realiza con el propósito de identificar las causas que tienen mayor impacto en la eficiencia de la línea productiva de la empresa, así como determinar en cuáles conviene enfocar los esfuerzos para optimizar los procesos y maximizar los niveles de productividad.

A continuación, se presenta el diagrama de Pareto con los resultados obtenidos:

Figura 20: Diagrama de Pareto de las causas presentadas.



Nota. Elaboración propia (2025).

En el diagrama de Pareto presentado se evidencia que las primeras ocho causas representan los factores más críticos, al encontrarse dentro del 80 % de frecuencia. Estas causas concentran un porcentaje acumulado significativo, lo que indica que deben ser priorizadas para lograr mejoras con un alto nivel de impacto, a fin de maximizar el rendimiento operativo y la productividad general del proceso. Por lo tanto, las causas críticas son:

- Desorganización en el departamento de empaque, con 91 votos, equivalente al 15,17 % del total de las causas.
- Método manual, con 88 votos, equivalente al 14,67 % del total de las causas.
- Exceso de producto en espera para ser empacado, con 85 votos, equivalente al 14,17 % del total de las causas.
- Cuellos de botella en el área de empaque, con 58 votos, equivalente al 9,67 % del total de las causas.
- Falta de estandarización en los tiempos de empaque, con 57 votos, equivalente al 9,50 % del total de las causas.
- Habilidad y ritmo del personal, con 54 votos, equivalente al 9 % del total de las causas.
- Rotación del personal, con 44 votos, equivalente al 7,33 % del total de las causas.
- Equipo disponible, con 24 votos, equivalente al 4 % del total de las causas.

Esta última causa se considera relevante, ya que evidencia la necesidad que presenta la empresa en cuanto a maquinaria disponible, al carecer de automatización en sus

procesos. Por ello, constituye otro aspecto clave para plantear propuestas de mejora mediante la implementación de sistemas automatizados en la línea de producción.

A partir del análisis de los resultados obtenidos, se establecen como causas prioritarias las ocho primeras, que representan el 83,50 %. Estas constituyen la base para desarrollar las siguientes dos etapas de la herramienta DMAIC.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

Las alternativas de solución forman parte de las dos últimas fases de la metodología DMAIC: mejorar y controlar.

En este capítulo se desarrollan las propuestas correspondientes a las causas más críticas que afectan el proceso productivo, las cuales fueron diagnosticadas en el capítulo IV. Además, se establecen controles destinados a velar por el correcto cumplimiento y funcionamiento de las mejoras implementadas.

5.1 MEJORAR

La etapa de mejora en la metodología DMAIC consiste en proponer alternativas que aborden directamente las causas raíz del problema identificado. En este caso, considerando el contexto de la empresa, la disponibilidad de recursos, el presupuesto y las causas críticas encontradas, a continuación, se detallan las alternativas de solución orientadas a maximizar los niveles de eficiencia en el área de empaque, con el fin de aumentar la productividad a lo largo de la línea de producción.

5.1.1 Reorganización de espacio disponible en el departamento de empaque

El proceso de implementación de tecnología automatizada en una operación manual requiere una inversión que abarca desde la capacitación del personal hasta la adquisición de la maquinaria. Para llevar a cabo esta implementación de forma efectiva, es importante considerar los siguientes aspectos:

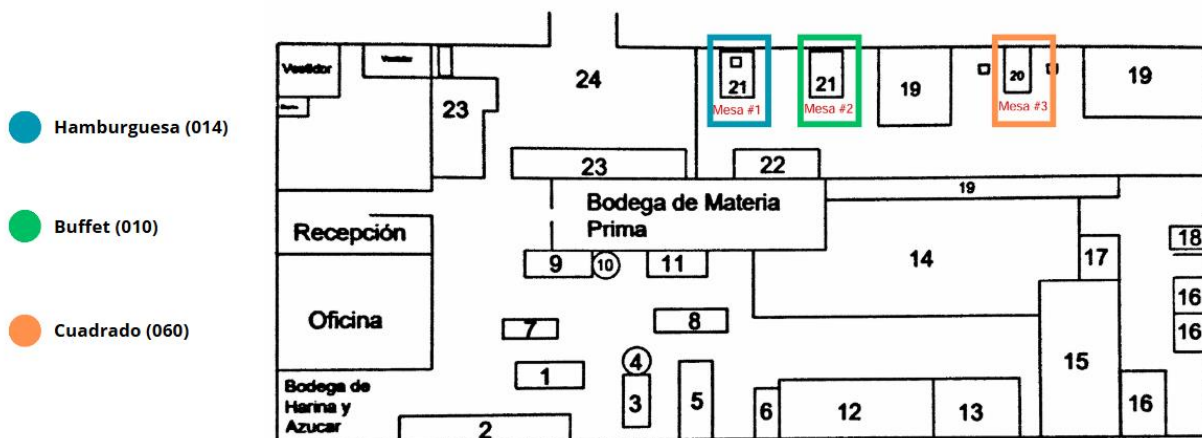
1. Diseño de *layout* optimizado.
2. Integración con sistemas existentes.
3. Capacitación del personal.
4. Enfoque de sostenibilidad.
5. Selección de tecnologías adecuadas.
6. Implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real.
7. Cumplimiento de normativas y estándares.

8. Planificación de mantenimiento preventivo.
9. Evaluación de retorno de inversión (ROI).

Para implementar tecnologías automatizadas, es necesario realizar ajustes en la distribución del equipo dentro del departamento de empaque. El objetivo de estos cambios es optimizar el uso del espacio y adecuarlo para que el proceso funcione de manera más eficiente en conjunto con la implementación del sistema automatizado.

Como se evidenció en la fase de medición, el departamento de empaque cuenta con tres mesas de trabajo, en las cuales se empacan distintos tipos de productos. A continuación, se detalla en qué mesa se empaca cada producto en estudio.

Figura 21: Mesas de empaque por producto.



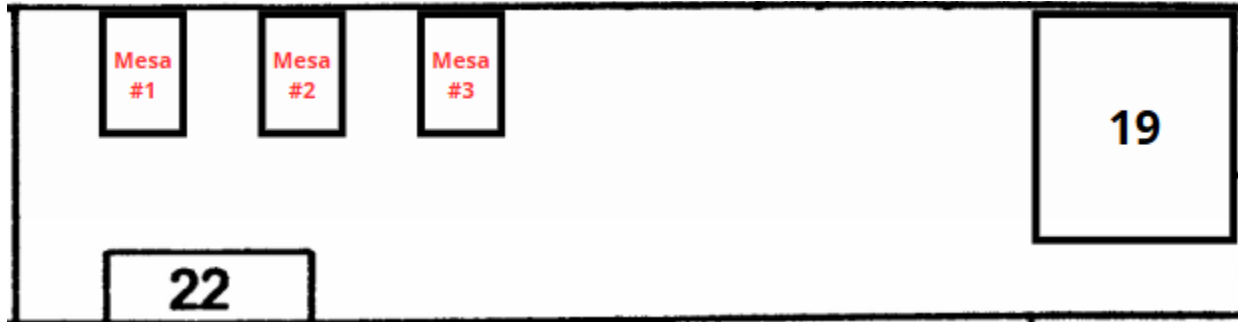
Nota. Elaboración propia (2025).

Como se observa en la figura 21, en la mesa No. 1 se empaca el pan de hamburguesa (código 014); en la mesa No. 2, el pan buffet (código 010); y en la mesa No. 3, el pan cuadrado (código 060).

Las mesas de empaque se encuentran dispuestas en fila, lo cual favorece un proceso lineal, en el que los colaboradores se ubican según el producto que se requiere empacar en determinado momento. Para la implementación de un sistema automatizado, es

necesario trasladar el espacio de almacenamiento ubicado entre la mesa No. 2 y la mesa No. 3, y unirlo con el área de almacenamiento ya existente en este departamento. De esta forma, se lograría tener las tres mesas dispuestas de forma consecutiva.

Figura 22: Reorganización de mesas y almacenamiento en el departamento de empaque.

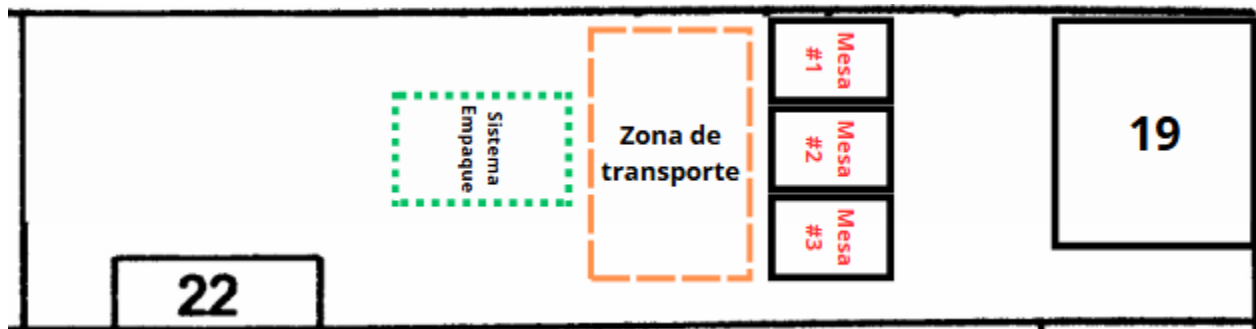


Nota. Elaboración propia (2025).

Una vez que las mesas se encuentren unidas, se procede con una segunda reorganización, en la cual se reorientan con el objetivo de optimizar su disposición en relación con la máquina empacadora. Las mesas funcionarán como centros de acomodo para cada tipo de producto proveniente del departamento de horneado. Cada mesa estará asignada a un colaborador, quien será responsable de alistar el producto antes de su traslado hacia la máquina empacadora. El transporte del producto se realizará mediante racks.

A continuación, se ilustra la segunda reorganización de la planta:

Figura 23. Segunda reorganización de mesas y almacenamiento en el departamento de empaque.



Nota. Elaboración propia (2025).

Una vez que el departamento de empaque cuente con la distribución previamente mostrada, será posible adaptar el equipo actual a un sistema automatizado, ya que todo estará conectado entre sí, manteniendo el orden y respetando el flujo del producto.

El proceso constará de tres etapas principales: alistado en mesa, transporte del producto y empaque en la máquina automática. A continuación, se detallan:

- **Alistado en mesa**

En esta primera fase del proceso de empaque, se recibe el producto proveniente del área de horneado. Este debe haber pasado por un periodo de reposo para su respectivo enfriamiento, de modo que toda unidad a empacar debe alcanzar una temperatura de 26 °C. En esta etapa se realiza el corte del producto mediante cuchillas especializadas, el acomodo de las unidades, la verificación de su estado, y, en caso necesario, la separación de las unidades que conformarán cada paquete.

- **Transporte del producto**

En esta fase, se transporta el producto desde las mesas hasta la máquina. Este desplazamiento será realizado por un colaborador, quien colocará el producto listo, revisado y acomodado en los racks de empaque. Este tipo de transporte facilita la separación y distinción de productos para la máquina, ya que el colaborador será el encargado de programarla de acuerdo con el producto que se va a empacar, tomando en consideración factores como las medidas de la bolsa, el tipo de corte, el ritmo de empaque y la cantidad de paquetes por alistar.

A continuación, se ilustra el *rack*:

Figura 24: Racks de transporte de pan.



Nota. Panadería Lee & Quirós S.A. (2025).

- **Empaque en la máquina automática**

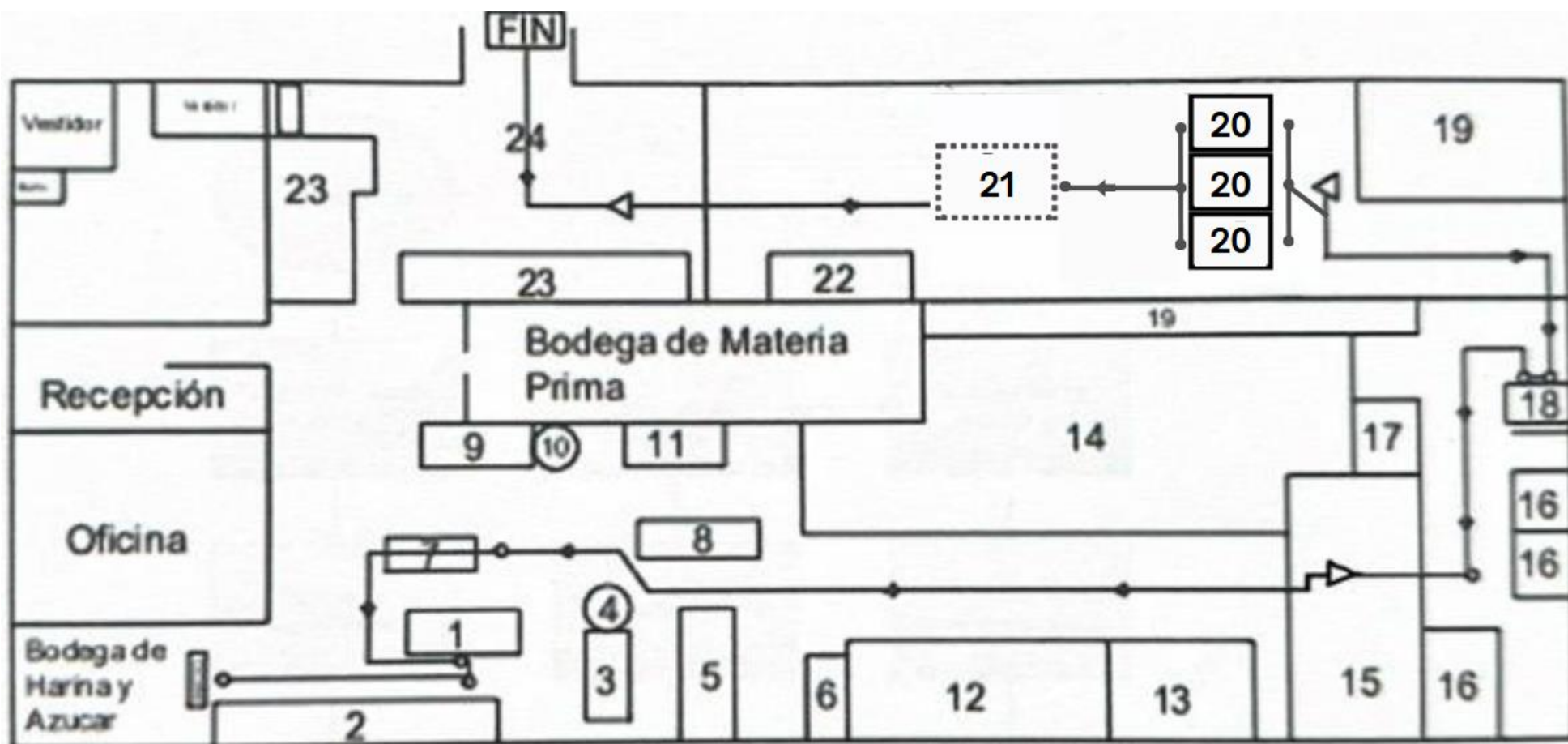
Una vez que se transporte el producto a empacar hacia la máquina, el colaborador encargado la programará respetando las características del producto. Posteriormente, colocará manualmente los alimentos en la banda transportadora de la máquina, para su respectivo proceso de empaquetado. Una vez realizado el proceso de empaque, el producto listo saldrá por la banda transportadora y será depositado en las cajas utilizadas para su distribución. Luego, el personal del área de despacho se encargará de ordenarlo y dejar la caja lista para su entrega.

Para la implementación del sistema automatizado, es necesario realizar ajustes en la producción diaria. Por ello, se propone trabajar por tandas de un mismo tipo de producto, es decir, en bloques. En este caso, por ejemplo, dependiendo de la demanda diaria, toda la línea productiva se enfocará primero en la producción de pan de hamburguesa; luego seguirá el pan tipo buffet, posteriormente el pan cuadrado y, finalmente, los demás productos que maneja la empresa con menor demanda. Esta medida busca que el ajuste de la máquina se realice al inicio de cada bloque, reduciendo así los tiempos muertos provocados por cambios intermitentes.

De este modo, se preestablecerán parámetros específicos para cada tipo de producto, y el encargado en turno será quien configure la máquina conforme al producto que deba empacarse en ese momento.

A continuación, se muestra el diagrama de recorrido para la empresa con la implementación de un sistema automatizado en el departamento de empaque:

Figura 25: Diagrama de recorrido con la implementación de un sistema automatizado.



Nota. Elaboración propia (2025).

Como se observa en la Figura 5.4, se establece un nuevo proceso en el departamento de empaque. Las zonas numeradas con el 20 corresponden a las tres mesas de alistado de producto. En la mesa 1 se encuentra la cuchilla de corte para el pan cuadrado; en la mesa 2, la cuchilla de corte para el pan de hamburguesa; y en la mesa 3 se alista el pan tipo buffet. El flujo hacia estas mesas dependerá de la demanda que tenga la empresa en ese momento, por lo que se establecen las tres operaciones al mismo nivel, ya que el flujo de trabajo continuará en función del producto que provenga del departamento de horneado.

Seguidamente, se realiza el transporte hacia el sistema automatizado de empaque, señalado con el número 21, en donde se ajustan los parámetros de la máquina y se lleva a cabo el proceso de empaque. Posteriormente, el producto listo sale en cajas hacia el área de despacho.

5.1.2 Sistemas automatizados

Para la empresa, es sumamente importante realizar un análisis que abarque todas las características y especificaciones de las máquinas antes de tomar decisiones. Por ello, se lleva a cabo un análisis de tres alternativas de sistemas automatizados que cumplan con los requerimientos de la empresa y que, a su vez, se ajusten y se adapten al equipo con el que se cuenta actualmente.

Las tres alternativas que se presentan a continuación corresponden a máquinas empacadoras horizontales, conocidas también como *flow pack* o *flow wrappers*. Estos equipos están diseñados para empacar productos de manera eficiente en una envoltura de película plástica. Son ampliamente utilizados en la industria alimentaria, en productos como galletas, barras y panes; así como en las industrias farmacéutica, cosmética y otros sectores.

El funcionamiento de estas máquinas puede dividirse en cinco fases, que se detallan a continuación:

1. Alimentación del producto

El producto se coloca, ya sea manualmente o mediante otro sistema automático, sobre una banda transportadora que lo lleva hacia la zona de empaquetado. Todos los productos deben tener la misma orientación para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

2. Formación del empaque (túnel formado)

Una bobina de *film* plástico, comúnmente de polipropileno, se desenrolla y se guía hacia un túnel formado, donde el plástico se dobla para envolver el producto de manera horizontal.

3. Sellado longitudinal

El lado longitudinal del film se superpone para ser sellado con una barra o rodillo de sellado caliente, el cual fusiona los bordes superpuestos del film mientras el producto aún se desplaza a través de la zona de empaque. Este proceso se encarga de sellar el empaque por la parte inferior.

4. Sellado y corte transversal

Cuando el producto se encuentra en la posición ideal, unas mordazas transversales sellan el empaque por la parte delantera y trasera, y luego lo cortan para separarlo del siguiente empaque. El corte puede ser tipo guillotina o rotativo. Este proceso debe estar sincronizado con el ritmo de ingreso de los productos al área de empaquetado de la máquina.

5. Salida del producto empaquetado

Una vez sellado y cortado, el producto sale por una banda transportadora, listo para el empaque secundario, que en este caso corresponde a las cajas utilizadas para su distribución.

Como se puede observar, el funcionamiento de estas máquinas es sencillo de comprender y se basa en la sincronización del proceso de empaque con el ritmo de ingreso de los productos a la máquina.

Ventajas de las máquinas empacadoras horizontales

- Este tipo de máquinas cuentan con una alta velocidad de empaque.
- El sellado de calidad garantiza la protección del producto ante contaminación y humedad.
- Es adaptable a una amplia gama de tamaños y formas de producto.
- Utiliza eficientemente el material de empaque.

Estas fortalezas que ofrece este tipo de máquinas tienen el potencial de maximizar significativamente la productividad del proceso productivo de la empresa.

Requisitos de los productos

Al momento de seleccionar alternativas para el proceso de la empresa, resulta necesario revisar cuáles son los requisitos con que cuenta la empresa en cuanto a la naturaleza de los productos a empaquetar. Esto se debe a que los tres productos en estudio se diferencian en tamaño y en la cantidad de unidades por paquete. A continuación, se muestran los requerimientos de empaque para cada tipo de producto:

Tabla 17: Requisitos de empaque por producto.

Producto	Hamburguesa	Buffet	Cuadrado
Tamaño del empaque (cm) (LXW)	36 x 31	36.5 x 20	50 x 25.5
Cantidad de unidades por paquete	6	12	1

Nota. Panadería Lee & Quirós S.A. (2025).

A continuación, se proponen tres alternativas de sistemas automatizados de empaque para los productos de la Panadería Lee & Quirós S.A., que contribuyan a maximizar la

eficiencia en el área de empaque y, de este modo, aumentar los niveles de productividad en todo el proceso productivo.

5.1.3 LandPack LP-800B

Como primera alternativa, se propone la máquina **LandPack LP-800B**, fabricada por LandPack, una empresa dedicada a la producción de máquinas empacadoras y llenadoras aplicables a todo tipo de empaque, ubicada en Foshan, China.

Figura 26: Máquina LP-800B.



Nota. LandPack, 2025

Esta máquina es ideal para el empaque de productos regulares como pan brioche, pan ciabatta, pan de pita, pan de masa fermentada, bonetes, entre otros.

La máquina cuenta con múltiples características adicionales, entre las que destacan:

- Cuenta con tres servocontroles que detectan automáticamente la longitud y el corte del producto, lo que hace que el operador no necesite ajustar el trabajo de descarga, ahorrando tiempo y recursos.
- El método de operar la máquina es hombre-máquina, por lo que cuenta con una configuración de parámetros rápida y sencilla.
- Función de falla autodiagnóstico.
- Seguimiento de marca de color eléctrico óptico de alta sensibilidad.
- Posición de corte de entrada digital hace que el sellado y corte sean más precisos.
- Control PID separado a la temperatura apto para diversos tipos de materiales de embalaje.
- Detener la máquina en la posición seleccionada sin pegarse a la cuchilla y sin residuos de material de empaque.
- Sistema de conducción simple, funcionamiento confiable y mantenimiento conveniente.
- Controles mediante *software*.
- Línea transportadora de cadena de red, fácil de limpiar.
- Rodamientos de bolas, para reducir la resistencia a la fricción del panel móvil en el producto y evitar una posición incorrecta del material.

La máquina cuenta con los siguientes parámetros:

Tabla 18: Características técnicas LandPack LP-800B.

Modelo	LP-800B
Velocidad de producción	20-120 bolsas/minuto
Dimensiones del producto aceptado	Largo: 21-65 cm Ancho: 12-35 cm Altura: Hasta 13cm
Rollo de película	Anchura máxima 70-78 cm
Diámetro del rolo	Maximo 32 cm
Potencia nominal	220 V, 50/60 Hz, 4.5kW - 6kW según config
Dimensiones de la maquina	(L x W x H) 410-480cm x 117-120cm x 155-170 cm
Peso aproximado	800 kg

Nota. LandPack, 2025

Como se puede observar, la máquina tiene una capacidad mínima de empaque de 20 bolsas por minuto, lo que equivale a 1200 bolsas por hora utilizando el menor recurso posible. Si se desea utilizar el 100 % de la capacidad de empaque de la máquina, esta puede alcanzar una velocidad de 120 bolsas por minuto, equivalente a 7200 bolsas por hora.

5.1.4 Scorpion BS RS Bottom Seal

Como segunda alternativa, se propone la máquina **Scorpion BS RS Bottom Seal**, también conocida como Scorpion Flow. Esta máquina es producida por la empresa IMA Ilapak, la cual forma parte del grupo IMA (Industria Macchine Automatiche S.p.A.), con sede en Italia.

Figura 27: Máquina Scorpion BS RS Bottom Seal.



Nota. IMA (2019).

Esta máquina es ideal para el empaque de productos como snacks, panecillos, productos de panadería, pan baguette, pan de hamburguesa, bocadillos, entre otros. El sistema con el que cuenta permite sellar los productos de forma eficiente, con mínima manipulación,

lo cual es ideal para procesos productivos que exigen altos estándares en materia de inocuidad alimentaria. Entre las principales características adicionales de la máquina se encuentran:

- Interfaz sencilla y mantenimiento fácil para una operación intuitiva con mínima intervención técnica
- Alimentación mediante cadena y bandeja ajustable facilita el posicionado de los productos.
- Sellado inferior y corte central por mordaza rotativa garantizan sellado consistente y separación limpia de paquetes.
- Amplia adaptabilidad de formato facilita el manejo de productos como pan, snacks, vegetales frescos, entre otros.
- Cinta transportadora superior.
- Fococélula anti colocación errónea.
- Función VBL para ajustar la longitud de las bolsas.
- Pliegue de aire para dar forma cuadrada.
- Transporte mediante barra accionada

Los parámetros técnicos de la máquina son los siguientes:

Tabla 19: Características técnicas SCORPION BS RS BOTTOM SEAL.

Modelo	SCORPION BS RS BOTTOM SEAL
Velocidad de producción	20-120 bolsas/minuto (High-speed opcional hasta 240 bolsas/min)
Dimensiones del producto aceptado	Largo: 27-50cm Ancho: 12-70 cm Altura: Hasta 13cm
Rollo de película	Anchura máxima 73 cm
Diámetro del rollo	Maximo 32 cm
Potencia nominal	-
Dimensiones de la maquina	(L x W x H) 405cm x 80-120cm x 187.5 cm
Peso aproximado	800 kg

Nota. IMA (2019).

5.1.5 MAYMA Ostippo

Como tercera alternativa, se propone la máquina empacadora horizontal MAYMA Ostippo, fabricada por la empresa Talleres Mayma, S. L., con sede en Estepa, Sevilla, España. Esta compañía cuenta con más de 35 años de experiencia en la fabricación de maquinaria para las industrias alimentaria, pastelera, panadera y de embalaje.

Figura 28: Máquina MAYMA Ostippo.



Nota. Talleres Mayma (2025).

Esta máquina permite empacar una amplia variedad de productos, entre los que destacan artículos de panadería, *snacks*, galletas, verduras y utensilios de cocina. A continuación, se detallan sus principales características adicionales:

- Versión inoxidable.
- Construcción en placa vertical para máxima higiene y fácil limpieza de la máquina.
- Accesibilidad a mecanismos por la parte trasera.
- Sentido de trabajo de derecha a izquierda.
- Mordazas rotativas de soldadura transversal.

- Tres pares de rodillos de arrastre longitudinal, soldadura y plegado del film.
- Portabobinas autocentrante con freno.
- Dispositivo de balacín para el control de la tensión del film.
- Carro de alimentación de 2.3 metros de longitud.
- Túnel formador universal o fijo.
- Ajuste de parámetros por medio de pantalla táctil.
- Pantalla táctil con teclado numérico para el ajuste de parámetros, diagnóstico e información del estado de esta.
- Cécula fotoeléctrica para el centrado de la impresión.
- Lubricación centralizada.

Opcional

- Doble portabobinas.
- Apertura automática de roldanas.
- Cuchillas *zig-zag* y *eurolock*.
- Sistema de rechazo de bolsas vacías o dobles.
- Arrastre motorizado.

Los parámetros técnicos se detallan seguidamente:

Tabla 20: Características técnicas MAYMA Ostippo.

Modelo	MAYMA Ostippo
Velocidad de producción	20-30 bolsas/minuto
Dimensiones del producto aceptado	Largo: 6-53 cm Ancho: 12-50 cm Altura: Hasta 13cm
Rollo de película	Anchura máxima 60 cm
Diámetro del rollo	30-60 cm
Potencia nominal	3.5 kW
Dimensiones de la maquina	No especificadas
Peso aproximado	500 kg

Nota. Talleres Mayma (2025).

5.1.6 Comparativas de capacidad de empaque entre el método manual y el automatizado

Una vez analizadas las tres alternativas de sistemas de empaque automatizado, resulta necesario establecer comparativas de productividad entre ellas y el proceso manual actualmente implementado en la empresa. Para ello, se requiere realizar un análisis de tiempos en el departamento de empaque, con el fin de visualizar de forma más clara la cantidad de paquetes alistados por minuto y por hora.

Productividad del departamento de empaque por tipo de producto

Para el producto 060, se tiene que, en un promedio de 50,5 minutos, se empaacan 93,8 paquetes. Para obtener la cantidad de paquetes alistados por minuto, se realiza el siguiente cálculo:

$$\frac{93,8 \text{ paquetes}}{50,5 \text{ minutos}} = 1,86 \text{ paquetes por minuto}$$

Al tener una tasa de empaque por minuto de 1,86 paquetes, se procede a calcular la tasa de empaque por hora para este producto:

$$1,86 \frac{\text{paquetes}}{\text{minuto}} \times 60 \text{ minutos} \approx 111,6 \text{ paquetes}$$

Por lo tanto, en promedio, se empacarían aproximadamente 111 paquetes por hora.

Tabla 21: Tabla resumen de capacidad de empaque producto 060.

PRODUCTO 060		
Cant. Empacadores	Productividad	
1 empacador	Paquetes/min	1,86
	Paquetes/hora	111,60

Nota. Elaboración propia (2025).

Para el producto 010, se tiene que, en un promedio de 17 minutos, se empacan 140,56 paquetes utilizando un equipo de tres empacadores. Para obtener la cantidad de paquetes alistados por minuto, se realiza el siguiente cálculo:

$$\frac{140,56 \text{ paquetes}}{17 \text{ minutos}} = 8,27 \text{ paquetes por minuto}$$

La tasa de empaque por minuto es de 8,27 paquetes con un promedio de tres colaboradores, lo que equivale a aproximadamente 2,75 paquetes por colaborador por minuto. Se procede a calcular la tasa de empaque por hora para este producto:

$$8,27 \frac{\text{paquetes}}{\text{minuto}} \times 60 \text{ minutos} \approx 496 \text{ paquetes}$$

Por lo tanto, en promedio, se empacarían aproximadamente 496 paquetes por hora con tres colaboradores, lo que equivale a 165 paquetes por colaborador.

Tabla 22: Tabla resumen de capacidad de empaque producto 010.

PRODUCTO 010		
Cant. Empacadores	Productividad	
3 empacadores	Paquetes/min	8,27
	Paquetes/hora	496,00
1 empacador	Paquetes/min	2,75
	Paquetes/hora	165,00

Nota. Elaboración propia (2025).

Para el producto 014, se tiene que, en un promedio de 22 minutos, tres colaboradores empacan 71,74 paquetes, lo que equivale a 23,91 paquetes por colaborador. Para obtener la cantidad de paquetes alistados por minuto, se realiza el siguiente cálculo:

$$\frac{71,74 \text{ paquetes}}{22 \text{ minutos}} = 3,26 \text{ paquetes por minuto}$$

La tasa de empaque por minuto es de 3,26 paquetes con tres colaboradores, equivalente a 1,08 paquetes por colaborador por minuto. Se procede a calcular la tasa de empaque por hora para este producto:

$$3,26 \frac{\text{paquetes}}{\text{minuto}} \times 60 \text{ minutos} \approx 195,6 \text{ paquetes}$$

Por lo tanto, en promedio, se empacarían aproximadamente 196 paquetes por hora con tres colaboradores (redondeando al número más cercano), y cada colaborador empacaría un promedio de 65,33 paquetes por hora.

Tabla 23: Tabla resumen de capacidad de empaque producto 010.

PRODUCTO 014		
Cant. Empacadores	Productividad	
3 empacadores	Paquetes/min	3,76
	Paquetes/hora	196,00
1 empacador	Paquetes/min	1,08
	Paquetes/hora	65,33

Nota. Elaboración propia (2025).

Según lo anteriormente analizado, se puede observar una variabilidad significativa en la capacidad de empaque, en función de la cantidad de empacadores que realicen la labor. En el contexto de la presente investigación, resulta relevante establecer comparaciones entre la capacidad de empaque manual por hora y la capacidad de empaque automatizado por hora. Por ello, a continuación, se estima un promedio de unidades empacadas por colaborador individual:

Tabla 24: Promedio de capacidad de empaque manual (individual).

Producto	Paquetes/hora (individual)
P 060	111,60
P 010	165,00
P 014	65,33
Promedio	113,98

Nota. Elaboración propia (2025).

Como se puede observar en la tabla anterior, un empacador alista, en promedio, 114 paquetes por hora. Además, se calcula el promedio de unidades empacadas por equipo de trabajo:

Tabla 25: Promedio de capacidad de empaque manual (individual).

Producto	Paquetes/hora (equipo)
P 060	111,60
P 010	496,00
P 014	196,00
Promedio	267,87

Nota. Elaboración propia (2025).

Según los cálculos anteriores, la capacidad de empaque por equipo presenta un aumento de productividad promedio aproximado de 154 paquetes por hora.

A continuación, se realiza el análisis de productividad para cada una de las máquinas, con el fin de establecer comparaciones:

Productividad de máquinas

La máquina LandPack LP-800B cuenta con una capacidad de empaque de 20 a 120 bolsas por minuto. Al calcular la capacidad mínima de empaque, con la menor utilización de los recursos disponibles, se tiene que:

$$20 \frac{\text{paquetes}}{\text{minuto}} \times 60 \text{ minutos} = 1200 \text{ paquetes por hora}$$

Por tanto, la máquina tiene una capacidad mínima de empaque de 1200 paquetes por hora. A continuación, se calcula la capacidad máxima de empaque por hora, es decir, utilizando todos los recursos disponibles:

$$120 \frac{\text{paquetes}}{\text{minuto}} \times 60 \text{ minutos} = 7200 \text{ paquetes por hora}$$

Con la máxima utilización de recursos, la máquina puede empaquetar 7200 paquetes por hora.

La máquina **Scorpion BS RS Bottom Seal** presenta una velocidad de empaque también de 20 a 120 paquetes por minuto, pero cuenta con la opción de alta velocidad, que permite alcanzar una tasa de 240 paquetes por minuto.

Capacidad mínima de empaque:

$$20 \frac{\text{paquetes}}{\text{minuto}} \times 60 \text{ minutos} = 1200 \text{ paquetes por hora}$$

La máquina es capaz de alistar 1200 paquetes por hora con la menor utilización de recursos. Utilizando su velocidad típica, según lo indica el fabricante, se obtiene lo siguiente:

$$120 \frac{\text{paquetes}}{\text{minuto}} \times 60 \text{ minutos} = 7200 \text{ paquetes por hora}$$

La máquina alista 7200 paquetes por hora a una velocidad típica, sin forzamiento ni operación bajo presión. Al hacer uso de su modo de alta velocidad, se tiene:

$$240 \frac{\text{paquetes}}{\text{minuto}} \times 60 \text{ minutos} = 14400 \text{ paquetes por hora}$$

En su máxima utilización de recursos, la máquina alcanza una capacidad de empaque de 14400 paquetes por hora, duplicando así la cantidad de paquetes que la máquina LP-800B puede alistar en condiciones de máximo esfuerzo.

La máquina MAYMA Ostippo cuenta con una velocidad de empaque de 20 a 30 paquetes por minuto. Al calcular su capacidad mínima de empaque, se obtiene:

$$20 \frac{\text{paquetes}}{\text{minuto}} \times 60 \text{ minutos} = 1200 \text{ paquetes por hora}$$

Esta máquina es capaz de empacar 1200 paquetes por hora con el mínimo uso de recursos. A su máxima capacidad, se tiene:

$$30 \frac{\text{paquetes}}{\text{minuto}} \times 60 \text{ minutos} = 1800 \text{ paquetes por hora}$$

A su rendimiento máximo, la máquina alcanza una capacidad de empaque de 1800 paquetes por hora.

Comparativa máquina versus método manual

Para realizar este análisis, se comparará la capacidad de empaque entre ambos métodos. En el caso del método manual, se establece como estándar la participación de tres colaboradores por cada tipo de producto. La comparación se realizará tomando como referencia una producción promedio diaria de 2200 paquetes. Las comparaciones se centrarán principalmente en la capacidad mínima del sistema automatizado.

Todas las observaciones corresponden a tiempos promedio acumulados a lo largo de la jornada laboral, por lo que los resultados obtenidos en relación con el tiempo de empaque y la cantidad de paquetes alistados por ambos métodos se distribuyen en el transcurso del día laboral de la empresa.

A continuación, se detallan los tiempos promedio acumulados de empaque y la cantidad promedio de paquetes alistados por tipo de producto:

Tabla 26: Tiempos promedio acumulados de tiempo de empaque y cantidad de paquetes.

Producto	Tiempo de empaque	Cantidad de paquetes
P 060	00:50:30	281,44
P 010	00:17:05	140,56
P 014	00:22:06	71,74
TOTAL (ACUMULADO)	01:29:41	493,73

Nota. Elaboración propia (2025).

Para efectos de cálculo, se utilizará un tiempo de empaque acumulado de 01:30:00 y una cantidad de paquetes acumulada de 494.

Con base en la información anterior, se procede a calcular el tiempo aproximado que tarda el sistema manual en empaquetar 2200 paquetes. Para ello:

$$\frac{90 \text{ minutos}}{494 \text{ paquetes}} \approx 0,1822 \text{ minutos por paquete}$$

El tiempo aproximado para empaquetar 2200 paquetes sería:

$$2200 \times 0,1822 \approx 400,8 \text{ minutos}$$

Estos 401 minutos equivalen aproximadamente a 6 horas y 41 minutos.

Por tanto, el sistema manual tarda cerca de 6 horas y 41 minutos en empaquetar 2200 paquetes.

- **Capacidad mínima de las tres máquinas**

Las tres máquinas cuentan con una capacidad mínima de empaque de 1200 paquetes por hora. A continuación, se calculará cuánto tiempo requieren para cubrir los 2200 paquetes acumulados. Se tiene lo siguiente:

$$\frac{2200 \text{ paquetes}}{1200 \text{ paquetes por hora}} \approx 1,8333 \text{ horas}$$

Convirtiendo al formato de horas y minutos:

$$0,8333 \text{ h} \times 60 \text{ min/horas} \approx 50 \text{ minutos}$$

Por lo tanto, los procesos automatizados empacarían los 2200 paquetes en aproximadamente 1 hora y 50 minutos.

Con los cálculos anteriormente realizados, se procede a comparar la productividad entre los dos procesos. A continuación, se detalla:

Proceso manual:

- Empaca 2200 paquetes en 6 horas y 41 minutos, equivalente a 6,6833 horas.
- Productividad:

$$\frac{2200}{6,6833} \approx 329,2 \text{ paquetes por hora}$$

Proceso automatizado:

- Empaca 2200 paquetes en 1 hora y 50 minutos, equivalente a 1,8333 horas.
- Productividad:

$$\frac{2200}{1,8333} \approx 1200 \text{ paquetes por hora}$$

Utilizando la fórmula estándar del crecimiento porcentual de productividad:

$$\frac{\text{Productividad actual} - \text{Productividad anterior}}{\text{Productividad anterior}} \times 100$$

Sustituyendo se tiene que:

$$\frac{1200 - 329,2}{329,2} \times 100 \approx \frac{870,8}{329,2} \times 100 \approx 264,6 \%$$

La productividad del proceso aumentó aproximadamente en un 265 %, con un incremento cercano a los 871 paquetes por hora.

A continuación, se presenta el cálculo y la comparativa de productividad con base en las capacidades máximas de empaque recomendadas de los tres sistemas automáticos.

En el contexto de una implementación a largo plazo, se establece el análisis comparativo de productividad en capacidades máximas como una etapa crítica para anticipar un crecimiento proyectado de la demanda del 300 %. Esto posiciona al sistema automatizado como elemento central de respuesta operativa en épocas pico o ante pedidos especiales. Al adoptar una estrategia de capacidad proactiva, se garantiza que la infraestructura esté preparada para absorber picos inusuales sin incurrir en pérdidas de producción ni retrasos.

Además, disponer de un margen operativo adicional permite que la empresa funcione bajo una lógica similar al enfoque “*just in time*”, conservando una reserva para mitigar la incertidumbre y amortiguar variaciones inesperadas en la demanda.

Este análisis no solo asegura la disponibilidad operativa continua durante períodos de alta demanda, sino que también optimiza el uso de recursos y reduce los riesgos de fallos en momentos críticos, garantizando que la demanda pueda atenderse sin comprometer la calidad ni los plazos de entrega.

Los fabricantes de las tres máquinas indican que la capacidad máxima real de los sistemas dependerá de las necesidades particulares de la empresa. En el caso de la Panadería Lee & Quirós S.A., se recomienda operar las máquinas al 50 % de su capacidad para los procesos de empaque.

Dado que la planta actualmente atiende una demanda diaria inferior a los 10 000 paquetes, se propone utilizar la empacadora al 50 % de su capacidad total. Esta medida busca optimizar el uso de los recursos disponibles, evitar el desgaste prematuro del equipo, reducir el consumo energético y ajustar la operación al volumen real de producción requerido. Así se asegura un proceso equilibrado y eficiente entre la capacidad instalada y la demanda efectiva, favoreciendo la sostenibilidad operativa y el control de costos.

Con base en lo anterior, a continuación, se detallan las capacidades recomendadas de las máquinas:

Tabla 27: Capacidad de empaque de los sistemas automatizados a un 50 % de su capacidad.

Máquina	Capacidad de empaque
LandPack LP-800B	3600 paquetes por hora
SCORPION BS RS BOTTOM SEAL	7200 paquetes por hora
MAYMA Ostippo	900 paquetes por hroa

Nota. Elaboración propia (2025).

Con el crecimiento esperado de la demanda, el proceso manual empacaría el equivalente a 6600 unidades (correspondiente a un crecimiento del 300 %) en aproximadamente 20 horas y 3 minutos, manteniendo una velocidad constante, sin pausas entre sesiones, sin tiempos muertos ni variaciones de ritmo.

Con las capacidades mostradas en la tabla anterior, se procede a realizar la comparativa entre cada una de las máquinas y el sistema manual.

- **LandPack LP-800B**

Esta máquina cuenta con una capacidad recomendada de empaque de 3600 paquetes por hora. A continuación, se calcula cuánto tiempo requiere para cubrir los 2200 paquetes acumulados:

$$\frac{2200 \text{ paquetes}}{3600 \text{ paquetes por hora}} \approx 0,6111 \text{ horas}$$

Convirtiéndolo al formato horas y minutos se tiene que:

$$0,6111 \text{ h} \times 60 \text{ min/horas} \approx 36,7 \text{ minutos}$$

Por lo tanto, el proceso automatizado empastraría los 2200 paquetes en aproximadamente 36 minutos y 42 segundos.

Con base en los cálculos anteriores, se procede a comparar la productividad entre los dos procesos. A continuación, se desarrolla:

Proceso manual:

- Empaca 2200 paquetes en 6 horas y 41 minutos, equivalente a 6,6833 horas.
- Productividad:

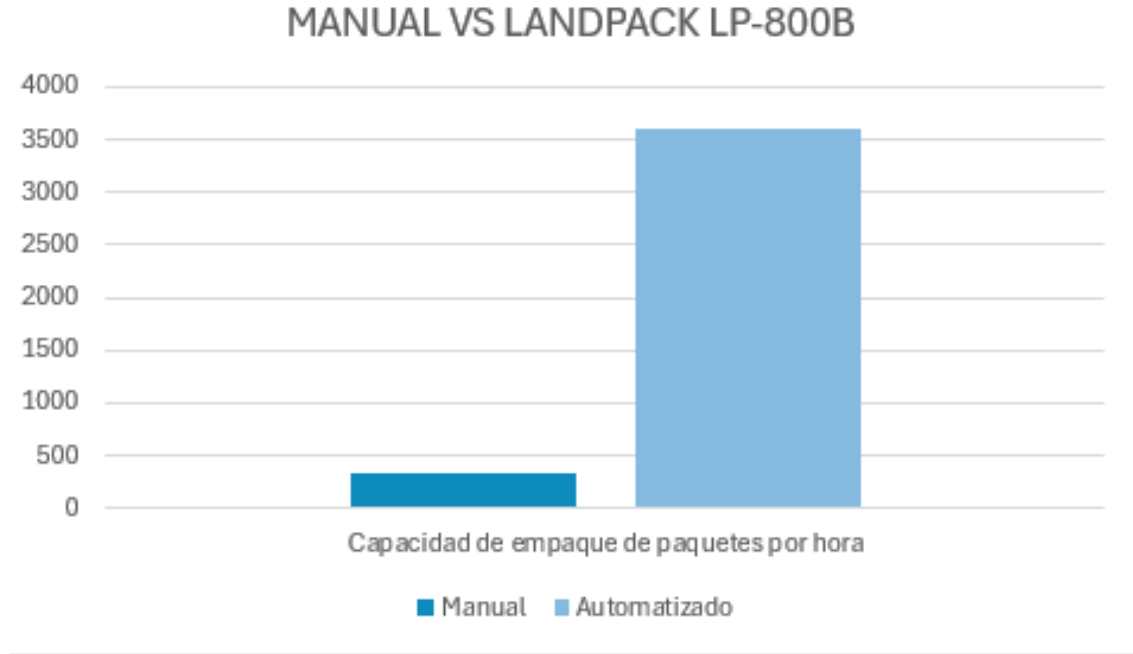
$$\frac{2200}{6,6833} \approx 329,2 \text{ paquetes por hora}$$

Proceso automatizado:

- Empaca 2200 paquetes en 36 minutos y 42 segundos, equivalente a 0,6116 horas.
- Productividad:

$$\frac{2200}{0,6117} \approx 3596,5 \text{ paquetes por hora}$$

Figura 29: Método manual vs Máquina LP-800B.



Nota. Elaboración propia (2025).

Utilizando la fórmula estándar del crecimiento porcentual de productividad:

$$\frac{\text{Productividad actual} - \text{Productividad anterior}}{\text{Productividad anterior}} \times 100$$

Sustituyendo se tiene que:

$$\frac{3596,5 - 329,2}{329,2} \times 100 \approx \frac{3267,3}{329,2} \times 100 \approx 993 \%$$

Por lo tanto, la productividad del proceso aumentó aproximadamente en un 993 % en comparación con la demanda actual. Utilizando el crecimiento de demanda proyectada, que corresponde a un total de 6600 paquetes diarios, se tiene lo siguiente

$$\frac{6600}{3600} = 1,833 \text{ horas}$$

$$0,8333 \text{ h} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 50 \text{ minutos}$$

Por lo tanto, la máquina LandPack empacaría los 6600 paquetes proyectados en aproximadamente 1 hora y 50 minutos.

- **SCORPION BS RS Bottom Seal**

Esta máquina cuenta con una capacidad recomendada de empaque de 7200 paquetes por hora. A continuación, se calcula cuánto tiempo requiere para cubrir los 2200 paquetes acumulados:

$$\frac{2200 \text{ paquetes}}{7200 \text{ paquetes por hora}} \approx 0,3056 \text{ horas}$$

Convirtiéndolo al formato horas y minutos se tiene que:

$$0,3056 \text{ h} \times 60 \text{ min/horas} \approx 18,34 \text{ minutos}$$

Por lo tanto, el proceso automatizado empacaría los 2200 paquetes en aproximadamente 18 minutos y 20 segundos.

Con base en los cálculos anteriores, se procede a comparar la productividad entre los dos procesos. A continuación, se desarrolla:

Proceso manual:

- Empaca 2200 paquetes en 6 horas y 41 minutos, equivalente a 6,6833 horas.
- Productividad:

$$\frac{2200}{6,6833} \approx 329,2 \text{ paquetes por hora}$$

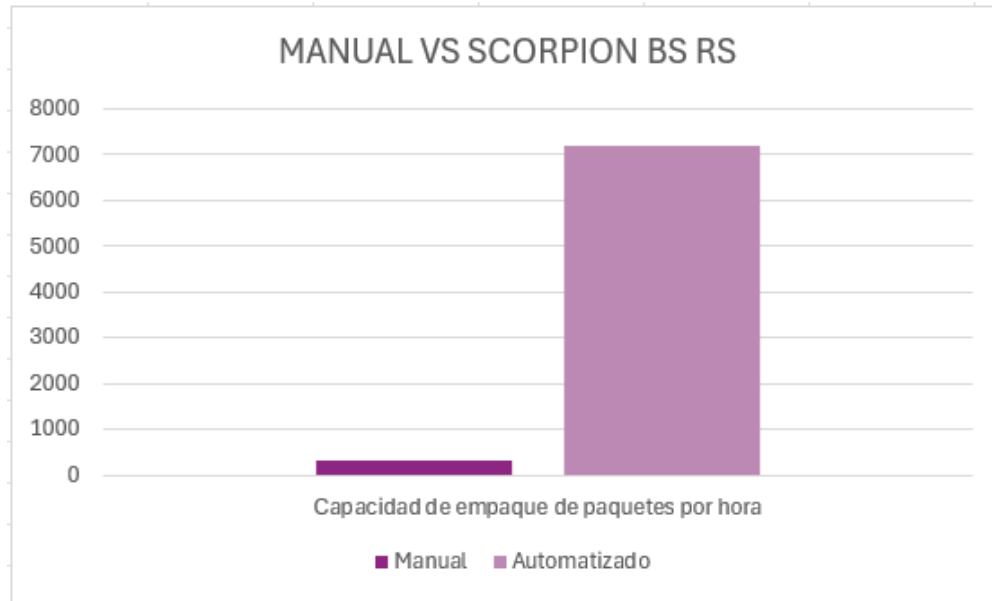
Proceso automatizado:

- Empaca 2200 paquetes en 18 minutos y 20 segundos, equivalente a 0,3056 horas.

- Productividad:

$$\frac{2200}{0,3056} \approx 7198,9 \text{ paquetes por hora}$$

Figura 30: Método manual vs SCORPION BS RS.



Nota. Elaboración propia (2025).

Utilizando la fórmula estándar del crecimiento porcentual de productividad:

$$\frac{\text{Productividad actual} - \text{Productividad anterior}}{\text{Productividad anterior}} \times 100$$

Sustituyendo se tiene que:

$$\frac{7198,9 - 329,2}{329,2} \times 100 \approx \frac{6869,7}{329,2} \times 100 \approx 2087 \%$$

Por lo tanto, la productividad del proceso aumentó aproximadamente en un 2087 % en comparación con la demanda actual, es decir, casi 21 veces más rápido que el proceso manual que se utiliza en la actualidad. Este incremento es sumamente elevado, por lo

que constituye un indicador de que, para el proceso actual, esta máquina estaría considerablemente subutilizada.

Con base en el crecimiento de la demanda proyectada, que corresponde a un total de 6600 paquetes diarios, se tiene que:

$$\frac{6600}{7200} = 0,9167 \text{ horas}$$

$$0,9167 \text{ h} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 55 \text{ minutos}$$

Por lo tanto, la máquina SCORPION BS RS empastraría 6600 paquetes acumulados proyectados en 55 minutos aproximadamente.

- **MAYMA Ostippo**

Esta máquina cuenta con una capacidad recomendada de empaque de 1800 paquetes por hora. A continuación, se calculará cuánto tiempo requiere la máquina para procesar los 2200 paquetes acumulados. Para ello, se tiene lo siguiente:

$$\frac{2200 \text{ paquetes}}{900 \text{ paquetes por hora}} \approx 2,444 \text{ horas}$$

Convirtiéndolo al formato horas y minutos se tiene que:

$$2,444 \text{ h} \times 60 = 146,64 \text{ minutos}$$

Por lo tanto, el proceso automatizado empastraría los 2200 paquetes en aproximadamente 2 horas y 27 minutos.

Con los cálculos anteriormente realizados, se compara la productividad entre ambos procesos. A continuación, se desarrolla:

Proceso manual:

- Empaca 2200 paquetes en 6 horas y 41 minutos, equivalente a 6.6833 horas.
- Productividad:

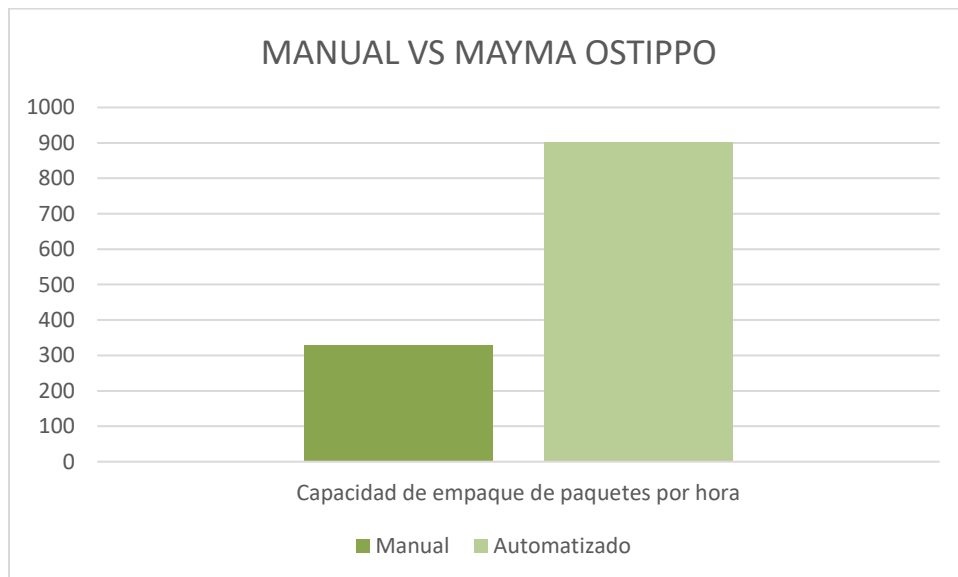
$$\frac{2200}{6,6833} \approx 329,2 \text{ paquetes por hora}$$

Proceso automatizado:

- Empaca 2200 paquetes en 2 horas y 27 minutos, equivalente a 2,4444 horas.
- Productividad:

$$\frac{2200}{2,4444} \approx 900,16 \text{ paquetes por hora}$$

Figura 31: Método manual vs Mayma Ostippo.



Nota. Elaboración propia (2025).

Utilizando la fórmula estándar del crecimiento porcentual de productividad:

$$\frac{\text{Productividad actual} - \text{Productividad anterior}}{\text{Productividad anterior}} \times 100$$

Sustituyendo se tiene que:

$$\frac{900,16 - 329,2}{329,2} \times 100 \approx \frac{570,96}{329,2} \times 100 \approx 173 \%$$

Por lo tanto, la productividad del proceso aumentó aproximadamente en un 173 % en comparación con la demanda actual. Considerando el crecimiento proyectado de la demanda, que corresponde a un total de 6600 paquetes diarios, se tiene que:

$$\frac{6600}{900} = 7,3333 \text{ horas}$$

$$0,3333 \text{ h} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 20 \text{ minutos}$$

Por lo tanto, la máquina **Mayma Ostippo** empaquetaría los 6600 paquetes acumulados proyectados en aproximadamente 7 horas y 20 minutos.

5.1.7 Comparativo de costos basado en el precio de las máquinas

A continuación, se presenta un análisis comparativo de los costos de adquisición de las máquinas propuestas.

Tabla 28: Comparativa de costos entre máquinas.

MAQUINA	PRECIO
LandPack LP-800B	\$ 17 000,00
SCORPION BS RS BOTTOM SEAL	\$ 40 000,00
MAYMA Ostippo	\$ 15 000,00

Nota. Elaboración propia (2025).

En la tabla anterior se observa el precio en dólares de cada una de las máquinas propuestas, con el fin de establecer comparativas en relación con los beneficios que brindan a la empresa. El precio de la máquina MAYMA Ostippo se estimó mediante un estudio y aproximación de mercado con modelos similares de la misma marca, debido a que el valor de ese modelo en específico no se encuentra disponible ni visible. Se contactó al proveedor, pero aún no se ha recibido respuesta sobre el precio actual.

Resumen técnico y operativo

A continuación, se presenta un resumen técnico y operativo de cada tipo de máquina. Se analizan aspectos como el costo unitario, la velocidad máxima de producción por máquina, sus niveles de productividad y el porcentaje de capacidad excedente disponible. Esta información es clave para la evaluación de la eficiencia de cada máquina y su potencial de crecimiento operativo.

Tabla 29: Resumen técnico y operativo.

Maquina	Costo (USD)	Velocidad Maxima (paquetes por hora)	Tiempo aprox. para 2200 paquetes	Capacidad exedente
LandPack LP-800B	\$ 17 000,00	7200	18,3 minutos	Alta (69% libre)
SCORPION BS RS	\$ 40 000,00	14400	9,2 minutos	Muy alta (84% libre)
Mayma Ostippo	\$ 15 000,00	1800	1 hora 13 minutos	Mínima (0% libre)

Nota. Elaboración propia (2025).

Esta tabla muestra la velocidad máxima de empaque de cada una de las máquinas, es decir, operando al 100 % de su capacidad, y el tiempo que tardan en empacar los 2200 paquetes diarios que requiere la empresa.

- **LandPack LP-800B** puede empacar 7200 paquetes por hora, lo que le permite completar la producción diaria en solamente 18 minutos. Esto representa una capacidad excedente del 69 %, lo cual resulta ideal ante la proyección de crecimiento de la demanda y la necesidad de contar con flexibilidad operativa.

- **SCORPION BS RS** tiene una velocidad máxima de 14 400 paquetes por hora, necesitando tan solo 9 minutos para cumplir con los 2200 paquetes diarios. Sin embargo, su capacidad excedente supera el 84 %, lo que implica una subutilización de una máquina de alta gama y un posible gasto innecesario en un rendimiento que no se requiere en la empresa analizada.
- **Mayma Ostippo** cuenta con una velocidad máxima de 1800 paquetes por hora, por lo que necesita más de una hora de operación continua para empacar los 2200 paquetes de producción. Esto indica que trabaja al límite de su capacidad, lo que la hace inadecuada si la empresa experimenta un crecimiento, ya que no está en condiciones de absorber picos de producción o aumentos en la demanda.

Costo operativo diario estimado

A continuación, se presenta una estimación de los costos diarios de operación de cada máquina, tomando en cuenta factores como el consumo energético y la mano de obra según el tiempo requerido para cumplir con la producción meta. Este cálculo permite comparar la eficiencia económica en el uso diario de cada sistema automatizado.

Tabla 30: Costo operativo diario estimado.

Maquina	Consumo aprox. por hora	Costo por hora (USD)	Tiempo de operación	Costo operativo por día
LandPack LP-800B	2.5 kWh	\$ 3,50	0,31	\$ 1,09
SCORPION BS RS	4.5 kWh	\$ 5,50	0,15	\$ 0,83
Mayma Ostippo	1.8 kWh	\$ 3,00	1,22	\$ 3,66

Nota. Elaboración propia (2025).

Según la tabla anteriormente mostrada, se tiene que:

- La máquina **SCORPION BS RS** tiene el menor costo operativo por día, esto se debe a su gran velocidad de empaque.

- **LandPack LP-800B** tiene un costo operativo ligeramente mayor, pero sigue manteniendo niveles de eficiencia similares, considerando que su costo es mucho mejor que el de la SCORPION BS RS.
- **Mayma Ostippo** tiene el costo operativo más alto, esto se debe a que es la que trabaja más tiempo para alcanzar la misma producción. Esto implica un mayor consumo energético y mayores costos de horas-hombre.

Costo por paquete (promedio estimado de 5 años, operando 300 días por año)

Se proyecta el costo total por paquete para cada máquina, tomando en consideración la inversión inicial junto con los costos operativos acumulados durante un periodo de cinco años, considerando 300 días laborables por año. Este indicador permite establecer evaluaciones de rentabilidad a largo plazo para cada opción de sistema automatizado.

Tabla 31: Costo por paquete proyectado a 5 años.

Maquina	Costo total 5 años (USD)	Total paquetes 5 años	Costo por paquete
LandPack LP-800B	$\$17\,000 + \$1,09 \times 300 \times 5 =$ \$18 620	3 300 000	\$ 0,0056
SCORPION BS RS	$\$40\,000 + \$0,83 \times 300 \times 5 =$ \$41 245	3 300 000	\$ 0,0125
Mayma Ostippo	$\$15\,000 + \$3,66 \times 300 \times 5 =$ \$20 490	3 300 000	\$ 0,0062

Nota. Elaboración propia (2025).

Este análisis proyecta el costo promedio por paquete proyectados a cinco años de operación, incluyendo la inversión inicial y operación.

- **LandPack LP-800B** es la más rentable, ya que su costo por paquete es de \$0,0056, lo que la convierte en la mejor opción en relación con la eficiencia económica a largo plazo.

- **SCORPION BS RS** tiene el costo por paquete más elevado, debido a su alto precio inicial, que no se justifica si se producen solo 2200 paquetes al día.
- **Mayma Ostippo** tiene un costo por paquete de \$0,0062, un poco más elevado que el de la LP-800B. Esto se debe a su mayor costo operativo por día. Aunque es la opción más económica, a largo plazo resultará menos eficiente.

Con los resultados obtenidos en relación con las capacidades de empaque de cada una de las máquinas, se establece lo siguiente:

Para un presupuesto limitado, la MAYMA Ostippo es la opción más recomendable, ya que tiene un precio de 15 000 dólares, lo que la convierte en la alternativa más accesible. Sin embargo, en un análisis a largo plazo, esta máquina no resulta ser la más óptima, dado que la diferencia entre su capacidad mínima y su capacidad máxima es de solamente 600 paquetes por hora. Esto limita su capacidad de adaptación frente al crecimiento proyectado de la demanda.

Por otro lado, se encuentra la LandPack LP-800B, una máquina que ofrece un balance entre precio y productividad, además de una notable adaptabilidad y alta velocidad, por una inversión moderada. En comparación con la alternativa anterior, la diferencia de inversión es de apenas 2000 dólares, una diferencia que se justifica ampliamente por el incremento en productividad. Según los resultados del análisis comparativo, esta máquina garantiza un funcionamiento eficiente en momentos de alta demanda o pedidos especiales y, además, ofrece un margen suficiente para operar al 100 % de su capacidad si así lo requiere la empresa.

Por último, la SCORPION BS RS es una máquina de máxima capacidad y velocidad, capaz de alcanzar hasta 240 paquetes por minuto, lo que equivale a un máximo de 14 400 paquetes por hora. No obstante, para demandas inferiores a 10 000 paquetes diarios, la inversión inicial de 40 000 dólares y los elevados costos operativos no se amortizan adecuadamente. A esto se suman los altos costos de operación relacionados con el

consumo energético, servicios y repuestos de alta gama, lo cual incrementa tanto los costos fijos como los variables, sin que se aproveche el rendimiento total de la máquina. Por ende, esta opción no es recomendable para empresas como Panadería Lee & Quirós S.A., ya que estaría constantemente subutilizada.

Por lo tanto, se propone como mejor alternativa la máquina LandPack LP-800B para la empresa Panadería Lee & Quirós S.A., ya que ofrece versatilidad, capacidad de respuesta ante el crecimiento proyectado y un bajo costo por paquete. A continuación, se detallan los principales puntos que hacen de esta máquina la mejor opción:

- **Relación inversión-rendimiento equilibrada**

Este sistema tiene un costo de 17 000 dólares, notablemente inferior al de la **SCORPION BS RS** (40 000 dólares) y ligeramente superior al de la **Mayma Ostippo** (15 000 dólares). Esta inversión resulta ideal para la empresa, ya que lo que se busca es optimizar el proceso de empaque sin comprometer el flujo de caja ni sobredimensionar la infraestructura existente.

Ofrece un rendimiento muy competitivo para su precio accesible, con una velocidad máxima de 7200 paquetes por hora, lo que permite cubrir la producción diaria en tan solo 18 minutos a su capacidad máxima y en 1 hora y 50 minutos a su capacidad mínima. Esta capacidad demuestra un equilibrio ideal entre costo y velocidad, algo que no se obtiene con las otras alternativas.

- **Bajo costo operativo y mantenimiento sostenible**

El costo operativo diario estimado de la máquina es de 1,08 dólares, ligeramente superior al de la **SCORPION BS RS**, pero con una inversión inicial que representa menos de la mitad de su costo. Presenta, además, una reducción significativa en el desgaste de sus componentes, lo que se traduce en menores costos de mantenimiento a largo plazo.

Esta eficiencia operativa implica también un menor consumo energético, una menor necesidad de horas-hombre y una mayor facilidad para integrar turnos adicionales sin sobrecargar el sistema.

- **Alta capacidad excedente sin sobreinversión**

Al tener una capacidad excedente del 69 %, implica que la máquina trabaja por debajo de su límite máximo y aun así puede cubrir cualquier aumento en la demanda, turnos extendidos o pedidos especiales, todo sin requerir una máquina de apoyo.

En comparación con la **SCORPION BS RS**, que presenta una capacidad excedente superior al 84 %, pero representa una inversión innecesariamente alta para el volumen de producción actual, la LP-800B se adapta perfectamente a la realidad de la empresa, con oportunidades de crecimiento sin incurrir en sobrecostos.

- **Costo por paquete más bajo en el horizonte de 5 años**

Al realizar la evaluación del costo por paquete proyectado a cinco años, la LP-800B alcanza un valor estimado de 0,0056 dólares por unidad, siendo el más bajo de las tres alternativas. Esto significa que, a largo plazo, no solo se recupera la inversión, sino que también se genera un mayor margen por cada producto empacado, mejorando la rentabilidad del proceso.

- **Flexibilidad y adaptabilidad**

Gracias a su rango ajustable de velocidad, entre 1200 y 7200 paquetes por hora, la LP-800B puede operar en función de la carga de trabajo, lo cual es especialmente útil en días con menor producción. En el caso de la empresa Panadería Lee & Quirós S.A. y su situación actual, se propone establecer este ajuste al 50 % de su capacidad.

Además, por su diseño compacto y facilidad de operación, no se requiere personal altamente capacitado ni un espacio industrial complejo, lo que facilita la implementación de la máquina en la planta de producción.

Esta alternativa maximiza el rendimiento en un 265 % operando a su capacidad mínima y en un 993 % funcionando al 50 % de su capacidad, según las recomendaciones del fabricante, sin incurrir en gastos innecesarios. Esto permite que la empresa obtenga un mayor retorno de inversión y un mejor control operativo, lo que la posiciona como la opción más viable.

5.1.8 Plan de capacitación

Como parte de las mejoras, se propone la implementación de un plan de capacitación de cuatro semanas, diseñado para preparar al personal de la planta de producción de la panadería para la adopción de sistemas automatizados de empaque. Cada semana estará enfocada en un tema clave que facilitará una transición efectiva del sistema manual al automatizado.

Plan de capacitación: Implementación de Sistemas Automatizados de Empaque

Duración total: 4 semanas

Modalidad sugerida: Teórico-práctico (70 % práctica / 30 % teoría)

Público objetivo: Operarios de empaque, supervisores, personal de mantenimiento.

Responsable principal: Técnico de proveedor

A continuación, se detalla el cronograma de actividades:

Tabla 32: Plan de capacitación implementación de sistemas automatizados de empaque.

Semana	Día	Actividad	Duración estimada	Responsable	Semana	Día	Actividad	Duración estimada	Responsable
Semana 1 <i>Fundamentos de Automatización</i>	Lunes	Charla introductora sobre automatización y sus beneficios	1 hora	Técnico de proveedor / Gestor de calidad / Dueño de la empresa	Semana 3 <i>Mantenimiento y Calidad</i>	Lunes	Taller de mantenimiento preventivo	1 hora	Técnico de proveedor
	Miercoles	Análisis comparativo (manual vs automático)	1 horas	Técnico de proveedor / Supervisor de empaque		Martes	Práctica con checklist de calidad de empaque	2 horas	Técnico de proveedor / Supervisores
	Viernes	Visita técnica y video demostrativo de máquina automatizada	1 hora	Técnico de proveedor		Miércoles	Evaluación práctica de mantenimiento y control de calidad	2 horas	Supervisores
Semana	Día	Actividad	Duración estimada	Responsable	Semana	Día	Actividad	Duración estimada	Responsable
Semana 2 <i>Operación de equipos</i>	Lunes	Explicación sobre funcionamiento de la máquina	1 hora	Técnico de proveedor	Semana 4 <i>Integración del sistema</i>	Lunes	Teoría sobre flujo de producción y coordinación interna	1 hora	Técnico de proveedor
	Miercoles	Práctica supervisada en máquina (encendido, paro, cambio de film)	2 horas	Técnico de proveedor / Supervisor de empaque		Martes	Práctica con nuevo flujo	2 horas	Técnico de proveedor / Supervisor
	Viernes	Prácticas de operación y resolución de fallas básicas	2 horas	Técnico de proveedor		Miércoles	Evaluación final y retroalimentación	1 horas	Técnico de proveedor / Gestor de Calidad / Dueño de la empresa

Nota. Elaboración propia (2025).

Resumen de carga horaria semanal:

Semana 1: 3 horas.

Semana 2: 5 horas.

Semana 3: 5 horas.

Semana 4: 4 horas.

Total: 17 horas de capacitación

El plan de capacitación, como se mencionó anteriormente, tendrá una modalidad teórico-práctico, siendo 70% práctico y 30% teórico. Por lo tanto, las actividades teóricas, se realizarán fuera de la jornada laboral en mutuo acuerdo en las partes interesadas, las cuales serán remuneradas con pago de extras. Esto se hace con la intención de destinar ese periodo, al aprendizaje de los conceptos y temas importantes relacionados a la implementación del sistema automatizado.

Por otro lado, las actividades prácticas, se llevarán a cabo en el transcurso de la jornada laboral, donde los colaboradores pondrán en práctica lo aprendido siendo supervisados por el técnico del proveedor y del supervisor encargado. Esto con la finalidad de que los colaboradores observen el funcionamiento de la máquina de forma real y vayan adaptándose a la transición del proceso manual al automático.

La finalidad del plan de capacitación anteriormente mostrado es preparar al personal para la correcta operación, adopción y mantenimiento del nuevo sistema automatizado de empaque. A través de un enfoque teórico-práctico, se busca el desarrollo de competencias necesarias para garantizar una transición eficiente de los procesos manuales, optimizando la productividad, reduciendo errores y asegurando la calidad del producto final. Este proceso de formación también promueve la cultura de mejora continua, colaboración y comunicación entre áreas y adaptación tecnológica dentro de la empresa.

5.2 CONTROLAR

En esta etapa se proponen las actividades de control que permitirán dar seguimiento a las mejoras planteadas anteriormente. Todo esto se realiza con el objetivo de establecer y ejecutar controles que aseguren que el proceso se mantenga en su nuevo rumbo. Además, para evitar que la mejora tenga beneficios significativos solo a corto plazo, se documenta el nuevo proceso junto con un plan de monitoreo, con el fin de garantizar la perdurabilidad de las mejoras a largo plazo.

Con el propósito de asegurar que las actividades relacionadas con las mejoras propuestas se lleven a cabo correctamente, a continuación, se detallan las actividades de control.

5.2.1 Reuniones Kaizen

Se propone realizar reuniones *Kaizen* periódicas con los equipos de Gerencia, Calidad y los supervisores de Producción y Empaque. Estas sesiones serán virtuales y se llevarán a cabo mediante la herramienta de videoconferencia Microsoft Teams, integrada al correo electrónico del personal, lo que facilita su programación y seguimiento. El objetivo de cada reunión será:

1. Revisar el estado y beneficios del proceso durante la semana anterior.
2. Definir y planificar la producción con relación a la demanda esperada para la semana entrante.

Las reuniones se llevarán a cabo todos los sábados a las 10:00 a. m.

El gestor de calidad de la empresa será el encargado de dirigir cada sesión, dando paso a los supervisores de cada departamento conforme avance la reunión. Todas las sesiones serán debidamente documentadas.

A continuación, se detalla el detalle operativo y estructural de las reuniones *kaizen*:

1. Objetivo y periodicidad

- Encuentros semanales los sábados a las 10:00 am vía Microsoft Teams
- Propósito:
 - Revisar el estado y beneficios del proceso durante la semana anterior
 - Definir y planificar la producción con relación a la demanda esperada para la semana entrante.
 - Alinear los equipos y departamentos involucrados con foco en mejoras continuas.

2. Estructura de la reunión

1. Pre-reunión (día anterior)

- Envío de agenda y métricas claves previas.
- Identificación de temas prioritarios de la semana anterior.

2. Inicio (10:00 am)

- Breve bienvenida y re-confirmación de objetivos.
- Revisión rápida del orden del día, tiempos y responsables.

3. Evaluación del estado actual

- Análisis de resultados frente a KPIs definidos
- Aplicación del método “5 *Whys*” para problemas detectados.

4. Generación de ideas

- Lluvia de ideas enfocada en mejoras simples.
- Registro de nuevas oportunidades, clasificando entre acciones inmediatas y de mediano plazo.

5. Plan de acción

- Asignación de tareas específicas
- Determinación del plan de producción, recursos necesarios, herramientas o soportes adicionales.

6. Cierre

- Recapitulación de decisiones.
- Registro en sistema de documentación compartida.
- Retroalimentación.

3. Beneficios esperados

- Mejora continua de calidad, eficiencia y motivación dentro del equipo.
- Eliminación de puntos de ineficiencia.
- Creación de una cultura de mejora en base a la documentación y estandarización.

5.2.2 Checklist

En el contexto actual, donde la competitividad y la excelencia operativa son fundamentales en la industria de la panificación, la integración de la máquina LandPack LP-800B representa una clara apuesta por la mejora continua y la automatización de procesos. La implementación de este sistema no solo implica una correcta instalación física, sino que también requiere una monitorización constante de indicadores clave, tales como la velocidad de empaquetado, la tasa de rechazos, la disponibilidad operativa, el mantenimiento, entre otros aspectos.

A continuación, se diseña un *checklist* para sistematizar este seguimiento, de manera que se asegure que cada métrica sea registrada, analizada y optimizada dentro de un ciclo de mejora continua, basado en prácticas de excelencia industrial y dispositivos de control automatizados.

Tabla 33: Checklist de seguimiento.

CHECKLIST PANADERÍA LEE & QUIRÓS S.A. (DEPARTAMENTO DE EMPAQUE)	
VELOCIDAD DE EMBALAJE	
Medir la velocidad real (bolsas/minuto) durante turnos productivos.	<input type="checkbox"/>
Comparar con los rangos nominales: 20-120 bolsas/min	<input type="checkbox"/>
Calcular porcentaje de eficiencia: velocidad real / velocidad nominal × 100.	<input type="checkbox"/>
TASA DE RECHAZO Y DESPERDICIO	
Registrar cantidad de empaques defectuosos o incompletos por turno.	<input type="checkbox"/>
Meta: rechazo < 2 % del total procesado.	<input type="checkbox"/>
Evaluar desperdicio de película por corte incorrecto o solapado no posicionado.	<input type="checkbox"/>
PARADAS Y DISPONIBILIDAD	
Registrar tiempo de paro por fallos o ajustes (alarma, film, corte).	<input type="checkbox"/>
Calcular OEE: Disponibilidad = (tiempo operativo / tiempo total programado) × 100.	<input type="checkbox"/>
Registrar frecuencia de activación de detección de bolsa vacía/paro posicionado	<input type="checkbox"/>
TIEMPO DE CAMBIO DE FORMATO	
Medir tiempo desde fin de producción de un producto hasta inicio del siguiente.	<input type="checkbox"/>
Automatismo: cambio entre recetas vía PLC/HMI sin intervención (gestión de recetas) .	<input type="checkbox"/>
Objetivo: reducción constante del tiempo de cambio.	<input type="checkbox"/>
CALIDAD DEL SELLADO Y CORTE	
Inspección visual de sellos y cortes correctos.	<input type="checkbox"/>
Utilizar sensor fotoeléctrico de alta precisión y posición numérica	<input type="checkbox"/>
Ajustes del PID de temperatura según tipo de film / condiciones ambientales.	<input type="checkbox"/>
CONSUMO DE MATERIA PRIMA	
Medir consumo de film por 1 000 bolsas	<input type="checkbox"/>
Comparar contra estándar y buscar reducciones ≥ 10 %.	<input type="checkbox"/>
MANTENIMIENTO Y CONFIABILIDAD	
Registrar intervalos entre fallas (MTBF) y tiempos de reparación (MTTR).	<input type="checkbox"/>
Confirmar funcionamiento de autodiagnóstico y registro de alarmas	<input type="checkbox"/>
Cumplir programa de mantenimiento preventivo (lubricación, limpieza, sensores...).	<input type="checkbox"/>
SEGURIDAD OPERATIVA	
Verificar estado de guardas, botones de emergencia y sistemas de alarma.	<input type="checkbox"/>
Comprobar limpieza total de zonas de sellado y transporte para evitar incendios o contaminaciones.	<input type="checkbox"/>
SOSTENIBILIDAD Y MEJORA CONTINUA	
Realizar reuniones semanales Kaizen para discutir los indicadores anteriores.	<input type="checkbox"/>
Documentar ajustes, resultados de mejoras y acciones pendientes.	<input type="checkbox"/>
Utilizar datos para análisis P-D-C-A (Plan-Do-Check-Act).	<input type="checkbox"/>

Nota. Elaboración propia (2025).

Además, se detalla un resumen de las métricas clave y objetivos a tomar en cuenta en el proceso de seguimiento de las mejoras.

Tabla 34: Resumen de métricas y objetivos.

Resumen de métricas y objetivos	
Métrica	Objetivo
Velocidad (p/m)	≥ 90 % de nominal
Rechazo (%)	< 2 %
Disponibilidad (%)	≥ 95 %
MTBF (Mean Time Between Failures)	> 100 h
MTTR (Mean Time to Repair)	< 30 min
Cambio de formato (min)	Minimizar, ideal < 15 min
Desperdicio de film	Reducir ≥ 10 %

Nota. Elaboración propia (2025).

Este *checklist* permite realizar una evaluación semanal precisa de la eficiencia operativa, detección de áreas de mejora y el impulso de acciones sistemáticas para optimizar la producción.

5.2.3 Auditorías

A través de la técnica *Gemba Walk*, se propone realizar auditorías aleatorias durante la semana, con el fin de verificar el correcto funcionamiento y uso del sistema automatizado de empaque. Estas auditorías estarán a cargo del gestor de calidad.

Durante las auditorías, se seguirá una ruta predefinida que incluye los siguientes aspectos:

- Comprobación de adherencia a los procedimientos operativos (uso correcto del *software*, cambio de rollo, ajustes de PID, corte, sellado, entre otros)
- Verificación de la velocidad de empaque, tasa de rechazos y paradas.
- Observación del estado de limpieza, guardas de seguridad y condiciones higiénicas.
- Interacción con los operarios mediante preguntas abiertas para obtener retroalimentación de campo.

Durante estas auditorías, el auditor deberá tomar notas, capturar fotografías relevantes y registrar cualquier hallazgo en un formato sistemático, el cual se detallará más adelante. Esto con el objetivo de facilitar el análisis posterior y la generación de acciones correctivas. Una vez concluida la auditoría, se revisarán los datos recopilados para identificar oportunidades de mejora, y se planificarán acciones correctivas que se implementen de forma inmediata o a corto plazo.

A continuación, se detalla la lista de verificación a utilizar durante las auditorías:

Tabla 35: Lista de verificación de auditorías.

Auditoría		Panadería Lee & Quirós S.A.	
Comprobación de procedimientos operativos			
Criterios	Condición observada		Observaciones
¿Se está configurando correctamente los parámetros del software?	PASA	RECHAZO	
¿Existen irregularidades en el corte o sellado del proceso?	PASA	RECHAZO	
¿Los componentes de la máquina se colocan en su correcta posición luego de ajustes?	PASA	RECHAZO	
Verificación de velocidad de empaque			
Criterios	Condición observada		Observaciones
¿Se detectan paradas menores o ralentizaciones?	PASA	RECHAZO	
¿Se están captando y registrando automáticamente las velocidades en tiempo real?	PASA	RECHAZO	
¿Se está ajustando la velocidad de la máquina correctamente en relación a la demanda?	PASA	RECHAZO	
Estado de limpieza			
Criterios	Condición observada		Observaciones
¿La máquina se encuentra limpia y desinfectada durante el proceso?	PASA	RECHAZO	
¿Se limpia y desinfecta la máquina después de cada sesión de empaquetado?	PASA	RECHAZO	
¿La máquina cuenta con todas las guardas de seguridad en condiciones óptimas?	PASA	RECHAZO	
Retroalimentación de campo (preguntas abiertas)			
Observaciones			
Supervisor del área: _____		Firma: _____	
		Fecha: _____	

Nota. Elaboración propia (2025).

La lista de verificación anterior supervisa las actividades de cumplimiento relacionadas con la implementación del sistema automatizado LandPack LP-800B y el seguimiento de

las instrucciones de operación establecidas. Dicha lista deberá ser debidamente firmada por la persona encargada, en este caso, el gestor de calidad.

Esta técnica fomenta un entorno de mejora continua mediante la validación del correcto funcionamiento y uso del sistema automatizado, promoviendo una cultura de responsabilidad y excelencia operativa en la empresa.

5.2.4 Plan de contingencia

Se especifica el proceso a seguir enfocado en afrontar posibles fallas relacionadas con el mantenimiento, los repuestos o el *software* de la LandPack LP-800B:

1. Soporte técnico y actualización de *software*

- Comunicarse directamente con el servicio directo de LandPack vía teléfono, correo, soporte remoto y opción de asistencia por parte del técnico especializado más cercano.
- Utilizar el *software* de respaldo con el que cuenta la máquina que protege las configuraciones establecidas y conserva los parámetros que se han configurado.

Como recomendaciones para aprovechar este *software* de respaldo se tiene:

- Realizar copias de seguridad periódicas de las configuraciones
- Documentar versiones de *software* y registrar las actualizaciones anteriores.
- Mantener soporte técnico activo con LandPack para acceder con facilidad a actualizaciones o parches oficiales.

2. Repuestos críticos

- Solicitar la cotización de los repuestos requeridos. Considerar al fabricante como principal suplidor de repuestos. De ser necesario contactar al Teléfono y WhatsApp (+86 173 8860 2385)

- Generar la orden de compra.
- Cuando se tengan los repuestos en la empresa, registrar el ingreso de la cantidad y tipo de pieza en caso de comprar más para tener en inventario.

3. Procedimientos de actuación ante fallas

- Falla mecánica o eléctrica: ejecutar parada de emergencia y LOTO, inspección inicial, diagnosticar si es reparación interna y contactar a servicio técnico.
- Cambio de repuesto: usar repuesto del inventario; seguir procedimiento de reemplazo y verificación funcional.
- Falla *software*: reinicio controlado, restauración de parámetros de respaldo, contacto con soporte remoto.

4. Entrenamiento y formación del personal

- Capacitar a operarios y técnicos en mantenimiento en el cambio de repuestos y protocolos de emergencia.
- Realizar prácticas periódicas de simulacros: paradas de emergencia, cambio rápido de film, restauración de *software*.

5.2.5 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo corresponde a las acciones destinadas a la conservación de equipos o instalaciones mediante prácticas periódicas de revisión y limpieza, que garanticen el buen funcionamiento de los procesos. Además, un mantenimiento adecuado contribuye a minimizar los costos operativos.

A continuación, se detalla el plan de mantenimiento preventivo para la empresa Panadería Lee & Quirós S.A.:

Tabla 36: Plan de mantenimiento para LandPack LP-800B.

Plan de Mantenimiento Preventivo Panadería Lee & Quirós S.A.	
Intervalo	Actividades principales
Diario	Limpieza de transportadores, selladoras y áreas expuestas. Inspección visual de cuchillas, sensores y cables.
Semanal	Lubricación de guías, rodamientos y cadenas. Verificación de tensión en correas y alineación de cinta.
Mensual	Revisión minuciosa de sensores, ajuste de parámetros y calibración. Inspección de películas térmicas, rayos, cuchillas y homogeneidad de sellado.
Trimestral	Comprobación eléctrica: terminales, puestas a tierra, conexiones PLC. Limpieza a fondo con aire comprimido y revisión del software. Documentación de actualizaciones.
Anual	Reemplazo de componentes críticos (barras de calor, cuchillas, cintas, rodamientos), auditoría de software y backup completo de parámetros.

Nota. Elaboración propia (2025).

Para garantizar que el sistema automatizado opere en óptimas condiciones, el plan de mantenimiento se establece con una frecuencia escalonada según la criticidad de cada tarea.

En primer lugar, se realiza una inspección y limpieza diaria, en la que se retira cualquier residuo de material de empaque y de producto, se limpian los transportadores, cuchillas y rodillos, y se verifica el estado general de la máquina mediante una revisión visual. Esta rutina permite detectar y corregir el desgaste superficial o la acumulación de residuos antes de que comprometan el correcto funcionamiento del equipo.

Semanalmente, se profundiza el mantenimiento mediante la lubricación de los componentes móviles, como rodamientos y cadenas. Además, se revisan la tensión y la alineación de las correas. Estas acciones prolongan la vida útil de los elementos mecánicos, al prevenir desgastes por fricción o desalineaciones.

Una vez al mes, se lleva a cabo una verificación técnica más exhaustiva, que incluye la comprobación y calibración de sensores, así como el ajuste de parámetros que aseguren la calidad del sellado. Estas revisiones funcionales previenen inconsistencias en el desempeño del sistema y garantizan la uniformidad en el proceso de empaque.

Al tener una frecuencia escalonada, el plan de mantenimiento se ajusta a las prácticas de mantenimiento preventivo, estableciendo un equilibrio entre la agilidad operativa y el cuidado profundo del sistema, de modo que la máquina conserve sus niveles de eficiencia y productividad.

5.2.6 Diagrama de Gantt

A continuación, se muestra un diagrama de Gantt con el detalle del tiempo de ejecución del proceso de compra, de la puesta en marcha y de los controles y mantenimiento.

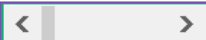
Tabla 37: Tiempo requerido para actividades de implementación del sistema automatizado.

Panadería Lee & Quirós S.A.

Samuel Carvajal Chacón

Fecha de inicio del proyecto: 1/10/2025

#jREF!



de

Descripción del hito	Asignado a	Progreso	Inicio	Días	octubre														noviembre																																	
					1	2	3	4	5	6	7	8	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24								
					m	j	v	s	d	l	m	m	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l								
Proceso de compra																																																				
Contacto con los fabricantes	Autor	100%	1/6/2025	1																																																
Cotización de sistemas	Autor	100%	2/6/2025	3																																																
Análisis de alternativas	Autor	100%	6/6/2025	10																																																
Selección de propuestas	Autor	100%	20/6/2025	2																																																
Orden de compra	Gerencia	0%	1/10/2025	6	[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 6]																																															
Puesta en marcha																																																				
Ensamble del sistema en planta	Gerencia, equipo especializado	0%	25/10/2025	3	[Bar chart showing activity from Oct 25 to Oct 27]																																															
Capacitación del personal	Técnico de proveedor	0%	26/10/2025	12	[Bar chart showing activity from Oct 26 to Nov 7]																																															
Prácticas supervisadas	Técnico de proveedor	0%	4/11/2025	12	[Bar chart showing activity from Nov 4 to Nov 16]																																															
Retroalimentación	Personal involucrado	0%	19/11/2025	1	[Bar chart showing activity on Nov 19]																																															
Análisis de productividad	Gestor de calidad	0%	22/11/2025	2	[Bar chart showing activity on Nov 22 and 23]																																															
Controles y mantenimiento																																																				
Reuniones Kaizen (recurrentes)	Gerencia, Calidad y supervisores	0%	25/10/2025	1	[Bar chart showing activity on Oct 25]																																															
Auditorías	Gestor de calidad	0%	1/12/2025	5																																																
Mantenimiento preventivo	Equipo de mantenimiento	0%	1/1/2026	3																																																

Nota. Elaboración propia (2025).

Según la tabla 37, el proceso de implementación del sistema automatizado inicia el 1.º de junio de 2025 y se mantiene a lo largo del tiempo con la ejecución de los controles y el plan de mantenimiento establecidos.

En este diagrama se detalla la realización de las tareas de compra del sistema de empaquetado, desde el contacto con los fabricantes hasta la posible emisión de la orden de compra. Se omiten las fechas del 9 al 23 de octubre, ya que corresponden a un periodo de espera para la llegada del sistema automatizado a las instalaciones de la panadería, durante el cual no se ejecutan actividades relacionadas.

Seguidamente, con la aprobación de la propuesta, se inicia el proceso de ensamblaje del sistema y, de forma paralela, el plan de capacitación del personal, que se extiende por cuatro semanas junto con las prácticas supervisadas. Finalmente, se lleva a cabo la sesión de retroalimentación y análisis de resultados.

Posteriormente, se plantean las tareas relacionadas con los controles, entre las que se incluyen reuniones *kaizen* recurrentes, auditorías y la ejecución del plan de mantenimiento. Estas actividades se desarrollarán periódicamente para preservar el buen funcionamiento de las mejoras propuestas.

5.2.7 Estimación de costos

Según todo lo anteriormente propuesto como mejora para la Panadería Lee & Quirós S.A., resulta sumamente importante estimar los costos que representa la implementación de dichas mejoras. A continuación, se detallan las mejoras propuestas:

- **LandPack LP-800B**

La compra de esta máquina empaquetadora tiene un costo aproximado de \$17 000.

- **Scorpion BS RS Bottom Seal**

El costo de adquisición de esta máquina empaquetadora ronda los \$40 000.

- **Mayma Ostippo**

Su costo total aproximado es de \$15 000.

- **Capacitación del personal**

Para la capacitación del personal, es necesario calcular el costo en función de las horas extra remuneradas a los colaboradores involucrados, ya que los gastos del técnico especializado están contemplados en la compra del equipo y se negocian directamente con la empresa. Tomando como base el salario mínimo del puesto de Trabajador en Ocupación Calificada, según el Ministerio de Trabajo, con un monto de ₡414 023,64, se procede al cálculo de las horas extra:

$$\frac{₡414\,023,64}{30\text{ días}} = ₡13\,800,788 \text{ por día}$$

$$\frac{₡13\,800,788}{8\text{ horas}} = ₡1\,725,10 \text{ por hora}$$

$$1\,725,10 \text{ por hora} \times 1.5 \approx ₡2\,580 \text{ por hora extra}$$

Por lo tanto, con un monto de ₡2 580 por hora extra, se procede a calcular el costo incurrido para el plan de capacitación.

El plan de capacitación contempla un total de siete actividades teóricas, dirigidas a los siete colaboradores del área de empaque y a los dos colaboradores del área de mantenimiento. Por consiguiente, se calcula el costo total en concepto de horas extra:

$$9\text{ colaboradores} \times ₡2\,580 = ₡23\,220 \text{ por día}$$

$$₡23\,220 \times 7\text{ días} = ₡162\,540$$

El plan de capacitación tiene un costo de horas extra de ¢162 540

5.2.8 Análisis Costo-Beneficio (C/B)

Por medio de este análisis se mostrará la rentabilidad y viabilidad de la máquina LandPack LP-800B en comparación con el proceso actual y con las otras máquinas evaluadas. Este análisis considera los costos totales frente a los beneficios económicos directos esperados.

A continuación, se detallan los parámetros necesarios para el análisis:

Tabla 38: Parámetros Análisis C/B.

Concepto	Valor
Costo de la máquina	\$ 17 000,00
Costo operativo diario estimado	\$ 1,08
Costo actual de empacar manualmente	\$ 0,02
Costo por paquete con LandPack	\$ 0,01
Velocidad máxima	7200 p/h
Producción diaria	2200 paquetes
Días de operación anual	300 días
Proyección	5 años

Nota. Elaboración propia (2025).

Cálculo de costos totales

- **Proceso manual**

Costo actual proyectado en 5 años:

$$2200 \frac{\text{paquetes}}{\text{día}} \times 300 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 5 \text{ años} \times \$0,02 = \$66 000$$

- **Proceso automatizado**

Costo operativo proyectado a 5 años:

$$\$1,08 \times 300 \times 5 = \$1\,620$$

Inversión inicial: \$17 000

Costo total proyectado a 5 años:

$$\$17\,000 + \$1\,620 = \$18\,620$$

Beneficio económico neto

Se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{Ahorro total} = \text{Costo Actual} - \text{Costo Nuevo}$$

Sustituyendo se tiene que:

$$\$66\,000 - \$18\,620 = \$47\,380$$

Cálculo del índice Costo-Beneficio (C/B)

Para este cálculo, se precisa de la siguiente fórmula:

$$CB = \frac{\text{Beneficio total proyectado}}{\text{Costo de inversión}} = \frac{\$47\,380}{\$17\,000} = 2,79$$

El resultado obtenido, indica que por cada dólar invertido en la máquina LP-800B, la empresa obtiene \$2,79 de beneficio económico neto, lo que representa una inversión altamente rentable.

Tiempo estimado de recuperación (*Payback Period*)

Para calcular el tiempo estimado de recuperación se tiene que:

$$\text{Ahorro anual} = \frac{\$66\,000}{5} = \$13\,200$$

$$\text{Payback} = \frac{\$17\,000}{\$13\,200} = 1,29 \text{ años}$$

La inversión en la máquina LandPack LP-800B permite un ahorro superior a los \$47 000 en un periodo de cinco años, en comparación con el sistema manual actualmente utilizado por la Panadería Lee & Quirós S.A. La empresa recupera la inversión en menos de un año y medio, y se obtiene un índice de costo-beneficio de 2,79, lo que indica una excelente rentabilidad.

Además de los beneficios económicos para la empresa, la implementación de este sistema reduce los tiempos operativos, mejora la eficiencia energética, disminuye la carga laboral y ofrece un importante potencial de crecimiento productivo.

5.2.9 Retorno de Inversión

Para realizar el cálculo del retorno de la inversión para la empresa, es necesario considerar tanto el total invertido en las mejoras como el beneficio neto que estas generan. A continuación, se detallan ambos factores:

- **Costo total de la inversión:** Precio de la máquina + ₡162 540
- **Beneficio neto:** Tomando como base el salario mínimo para el puesto de Trabajador en Ocupación Calificada, establecido por el Ministerio de Trabajo en ₡414 023,64, se estima un beneficio económico aproximado de ₡1 208 947,16 mensuales. Este cálculo se basa en que, actualmente, la empresa realiza las labores de empaque con tres colaboradores por turno, mientras que el sistema automatizado solo requerirá de uno, lo que representa el ahorro de dos salarios completos, más un 1,46 % aproximado por concepto de cargas sociales.

Con los datos anteriormente detallados, se procede a obtener el ROI con la siguiente fórmula:

$$ROI = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo de la inversión}} \times 100$$

ROI – LandPack LP-800B

Costo total de la inversión:

\$17 000 (aproximadamente ₡8 400 000) + ₡162 540 = **₡8 562 540**

Sustituyendo los valores en la fórmula se tiene que:

$$ROI = \frac{₡1\,208\,947,16}{₡8\,562\,540} \times 100$$

$$ROI = 14,11\%$$

Como se puede observar, se tiene un retorno de inversión para la máquina LandPack LP-800B y su plan de capacitación del 14,11 %. Resulta importante obtener el periodo de recuperación, por lo que se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\text{Costo de la inversión}}{\text{Ingresos Netos Anuales}}$$

Se tiene como ingresos netos anuales para la Panadería Lee & Quirós S.A. el monto de ₡150 000 000, por lo que se tiene:

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{₡8\,562\,540}{₡150\,000\,000} = 0,057 \text{ años}$$

Convirtiendo ese periodo a meses se tiene:

$$0,057 \text{ años} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 0,684 \text{ meses}$$

Por lo que el periodo de recuperación es de aproximadamente 20,5 días, lo que significa que la empresa recuperará la inversión en un poco más de medio mes.

ROI – SCORPION BS RS Bottom Seal

Costo total de la inversión:

$$\$40\,000 \text{ (aproximadamente } \text{€}20\,200\,000) + \text{€}162\,540 = \text{€}20\,362\,540$$

Sustituyendo los valores en la fórmula se tiene que:

$$ROI = \frac{\text{€}1\,208\,947,16}{\text{€}20\,362\,540} \times 100$$

$$ROI = 5,94\%$$

Como se puede observar, se tiene un retorno de inversión para la máquina SCORPION BS RS Bottom Seal y su plan de capacitación del 5,94 %. Resulta importante obtener el periodo de recuperación, por lo que se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\textit{Periodo de recuperación} = \frac{\textit{Costo de la inversión}}{\textit{Ingresos Netos Anuales}}$$

Se tiene como ingresos netos anuales para la Panadería Lee & Quirós S.A. el monto de €150 000 000, por lo que se tiene:

$$\textit{Periodo de recuperación} = \frac{\text{€}20\,362\,540}{\text{€}150\,000\,000} = 0,136 \text{ años}$$

Convirtiendo ese periodo a meses se tiene:

$$0,136 \text{ años} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 1,632 \text{ meses}$$

Por lo que el periodo de recuperación es de aproximadamente 1,6 meses, lo que significa que la empresa recuperará la inversión en un poco más de un mes y medio.

ROI – MAYMA Ostippo

Costo total de la inversión:

$$\$15\,000 \text{ (aproximadamente } \text{€}7\,500\,000) + \text{€}162\,540 = \text{€}7\,662\,540$$

Sustituyendo los valores en la fórmula se tiene que:

$$ROI = \frac{\text{€}1\,208\,947,16}{\text{€}7\,662\,540} \times 100$$

$$ROI = 15,78\%$$

Como se puede observar, se tiene un retorno de inversión para la máquina MAYMA Ostippo y su plan de capacitación del 15,78 %. Resulta importante obtener el periodo de recuperación, por lo que se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\text{Costo de la inversión}}{\text{Ingresos Netos Anuales}}$$

Se tiene como ingresos netos anuales para la Panadería Lee & Quirós S.A. el monto de €150 000 000, por lo que se tiene:

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\text{€}7\,662\,540}{\text{€}150\,000\,000} = 0,051 \text{ años}$$

Convirtiendo ese periodo a meses se tiene:

$$0,051 \text{ años} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 0,612 \text{ meses}$$

Por lo que el periodo de recuperación es de aproximadamente 18,36 días, lo que significa que la empresa recuperará la inversión en poco más de medio mes.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente estudio.

Conclusiones

- En relación con la utilización de la metodología DMAIC, específicamente en la etapa de medir, se concluye que el departamento de empaque presenta los índices de eficiencia más bajos, debido a un proceso inconsistente y con alta variabilidad en los tiempos de ejecución y en la cantidad de paquetes alistados por sesión. Además, se evidencia que la eficiencia del departamento depende de la habilidad individual de cada empacador, lo que genera tiempos muertos durante las sesiones de empaque y provoca variaciones en el índice de productividad entre sesiones.
- Entre las herramientas ingenieriles utilizadas para el análisis de las principales causas que afectan la eficiencia de la línea operativa, se empleó la técnica de lluvia de ideas, a partir de la cual se identificaron dieciséis causas potenciales. Mediante el uso del diagrama de Ishikawa y el multivoto, se determinaron ocho factores principales: desorganización en el departamento de empaque, método manual, exceso de producto en espera para ser empacado, cuellos de botella en el área de empaque, falta de estandarización en los tiempos de empaque, habilidad y ritmo del personal, rotación del personal y equipo disponible. Estas causas corresponden al 80 % de los factores críticos, según el diagrama de Pareto.
- Con la implementación del sistema automatizado LandPack LP-800B en el departamento de empaque, se logra aumentar significativamente la eficiencia del proceso de empaquetado de productos, alcanzando un incremento en la productividad del 265 % respecto al proceso manual con el que actualmente cuenta la empresa.

- El costo total de las alternativas de mejora, que incluyen el sistema automatizado de empaque y el plan de capacitación al personal, asciende aproximadamente a ₡8 562 540. Esta inversión se recupera en un plazo estimado de 20,5 días de trabajo.
- El beneficio económico mensual para la empresa, derivado de la implementación del sistema automatizado, se estima en aproximadamente ₡1 208 947,16, gracias a la reducción en la cantidad de colaboradores necesarios para las labores de empaque.
- Se concluye que, con la implementación del sistema automatizado de empaque, se optimiza la línea de producción de la Panadería Lee & Quirós S.A., al establecer mejoras en los procesos que permiten una mayor productividad y garantizan la calidad e inocuidad del producto final.
- El sistema automatizado propuesto tiene la capacidad de atender el incremento proyectado de la demanda, estimado en aproximadamente un 300 % con respecto a la demanda diaria actual. Este sistema permitirá empaquetar los 6600 paquetes en un tiempo aproximado de una hora y 50 minutos.

Recomendaciones

- Realizar modificaciones en las hojas de control del departamento de producción, de manera que se establezcan controles diarios por producto más detallados y se estandarice el uso de unidades de medición. El uso inconsistente de unidades como peso, temperatura, tiempo o cantidad dificulta el análisis de la productividad del departamento y genera retrasos, ya que se requieren consultas adicionales para interpretar la información. Se recomienda organizar los productos en la hoja de control mediante códigos de color y establecer espacios predeterminados con

las unidades de medición correspondientes, de modo que el colaborador únicamente deba registrar el valor numérico.

- Implementar capacitaciones mensuales con el fin de mantener al personal actualizado respecto a las mejoras del *software* de la máquina LandPack LP-800B. Estas capacitaciones pueden incluir: revisión de las mejoras implementadas en las actualizaciones, para que el personal comprenda su relevancia; demostraciones operativas de las nuevas funciones del *software*; instrucción para la identificación y respuesta ante nuevas alertas o mensajes de diagnóstico; formación en nuevas prácticas de mantenimiento; y espacios para consultas y retroalimentación, con el fin de recopilar sugerencias que mejoren el uso del equipo y orienten futuras versiones del *software*.
- Establecer una frecuencia de mantenimiento preventivo para la máquina LandPack LP-800B con el objetivo de mantenerla en óptimas condiciones de operación y asegurar un proceso de empaque ágil y seguro. Estas sesiones pueden incluir inspecciones visuales diarias para detectar signos de desgaste, suciedad o componentes sueltos. Con base en dichas inspecciones, se deberán ejecutar las labores de mantenimiento que correspondan.
- Aplicar los controles de higiene establecidos por la empresa al nuevo proceso automatizado, específicamente en la etapa de alimentación de la máquina. Esto permitirá asegurar una correcta manipulación del producto durante su traslado desde las mesas de corte hasta la empacadora, y garantizar así la inocuidad alimentaria.

REFERENCIAS

Libros

Barrantes, R. (2014). *Investigación: un camino al conocimiento. Un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto*. San José, Costa Rica: EUNED.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.

Proyectos de investigación

Barragan, A. (2024). *Diseño y simulación de un envasador automático para diferentes frutas deshidratadas*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27081/1/TTS1655.pdf>

Bernal, C. y Higinio, L. (2020). *Propuesta de mejora en el proceso de empaque y embalaje de banano en la finca Aeródromo La Fe pretendiendo la entrega óptima del producto*. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/3993d4a5-bcd9-4f51-94ca-17c4785bac2d/content>

Jaramillo, C. y Galeano, M. (2022). *Propuesta de mejora para proceso de packing en empresa distribuidora Juan de Hoyos*. Obtenido de <https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/cfb1cee0-ab94-4670-ba56-625631876fcf/content>

Jiménez, M. (2019). *Propuestas de mejora de la línea dos de empaque del Focus Factory Diálisis para la reducción de tiempos de cambio de lote*. Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/14554/TFSC1562_BIB296434_TFG_PI_Jim%c3%a9nez-Badilla%2c%20Michelle%20Fernanda_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Jiménez, M. y López, K. (2021). *Propuesta de un sistema automatizado para la dosificación, sellado y empaque de sobres de agua purificada con monitoreo controlado mediante un PLC conectado a la red*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/17295/1/17295.pdf>

Mendoza, A. y Cortés, M. (2016). *Diseño del sistema de producción y operaciones en la manufactura de dispositivos médicos fabricados en plástico para la línea de terapia respiratoria en la empresa Bioplast S.A. (Trabajo para optar por el título de Ingeniería en Especialización en Gerencia de Producción y Operaciones)*. Universidad Sergio Arboleda. Colombia. Recuperado de <https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/11116/Dise%C3%B1o%20del%20sistema%20de%20Producci%C3%B3n%20y%20Operaciones%20en%20la%20manufactura%20de%20dispositivos%20m%C3%A9dicos.%20Bioplast%20S.A..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Navarro, L. (2011). *Recomendaciones para el diseño de infraestructura para plantas de acondicionamiento y empaque de productos hortifrutícolas de acuerdo con las principales normas nacionales y estadounidenses*. Obtenido de <https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/3RECOMENDACIONESINFRAESTRUCTURA.pdf>

Quintero, N., Wandurraga, K., Garzón, S. y Osorio, J. (2018). *Propuesta de mejora en los procesos de empaque y embalaje en los cuatro formatos de baldosas para una empresa de revestimiento cerámico*. Obtenido de <https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/1f1d1ce6-9d19-4c0c-a1a0-113675f6614f/content>

Rodríguez, D. (2017). *Diseño de máquina Alimentadora automática de patch cord en empaque para Panduit Costa Rica*. Obtenido de file:///C:/Users/Samu/Downloads/TF9594_BIB310242_Daniel_Rodriguez_Mora.pdf

Salas, M. J. (2022). *Análisis del funcionamiento de la planta empackadora Chayotes de Altura S.A* . Obtenido de <https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/TFG-MariaJoseSalas.pdf>

Zürcher. (2021). *Evaluación de una propuesta de mejora del proceso de sellado térmico en las estaciones finales de empaque de tres líneas de producción de un dispositivo médico* . Obtenido de <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/items/ae69ba2c-9dca-488e-a1cb-d5c0b6b03b12/full>

Fuentes de Internet

Asana. (2025). *¿Qué es un diagrama SIPOC? 7 pasos para trazar y comprender los procesos de negocios*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/sipoc-diagram>

Association, G. T. (2019). *El Árbol CTQ (Critical to Quality)*. <https://rubenmanez.com/como-hacer-analisis-dafo-empresa/>

C&C. (2024). *C&C Food Packaging Technical Characteristics*. <https://ccfoodpack.ro/en/machinery-equipment/flow-pack-wrapper/flow-pack-wrapper-ostippo/>

Consultores, A. (2019). *Multivotación: Instrumento para Seleccionar las Mejores Ideas*. <https://www.aiteco.com/multivotacion-seleccionando-las-mejores-ideas/>

Coworkingfy. (2025). *Lluvia de Ideas Qué es, cómo hacerla, técnicas de brainstorming, ejemplos y más*. <https://coworkingfy.com/lluvia-de-ideas/>

Dinngo. (s.f.). *¿Qué es la Matriz FODA?* <https://designthinking.es/matriz-dafo-o-matriz-foda/?srsltid=AfmBOopZ6N29JKkCtgDAK0DRIW3EMomzt6TpLsxm0Eyhse7UpN8S4gNc>

Fundación Wikimedia, I. (Junio de 2015). *Diagrama de Ishikawa*.
https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa

Geo Tutoriales. (2017). Qué es el diagrama de Ishikawa o diagrama de causa efecto.
<https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>

Hamui-Sutton, A. (2013). *Hamui-Sutton*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2007505713727145>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*.
México: McGraw Hill.

Herrera, K. (2024). *Los costarricenses amamos el pan: Cada tico consume en promedio 27 kilos por año*. La Nación. <https://www.nacion.com/revista-dominical/los-costarricenses-amamos-el-pan-cada-tico-consume/XRPAQ7BQRZDJ5KZJMZMOYZWVG34/story/>

Holland, F. M. (2025). *Food Machinery Holland*.
<https://www.foodmachineryholland.com/product/record-scorpion-bs-rs-small-horizontal-flow-pack-machine/>

HubSpot. (2023). *Qué es el stakeholder mapping o mapeo de stakeholders*.
<https://rubenmanez.com/como-hacer-analisis-dafo-empresa/>

HubSpot. (2024). *Diagrama de Ishikawa: qué es, cómo hacerlo y ejemplos*.
<https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>

HubSpot. (2025). *Diagrama de flujo de proceso: cómo hacerlo y ejemplos.*
<https://blog.hubspot.es/sales/que-es-diagrama-flujo-procesos>

HubSpot. (2025). *Diagrama de Pareto: ¿cómo hacerlo?*
<https://blog.hubspot.es/sales/tecnicas-de-organización>

HubSpot. (2025). *Qué es un análisis FODA y cómo hacerlo en tu empresa.*
<https://blog.hubspot.es/marketing/analisis-foda>

HubSpot. (2025). *Qué son las técnicas de organización (y por qué usarlas en la empresa).*
<https://blog.hubspot.es/sales/tecnicas-de-organización>

Slid Share. (2014). *Calidad.* <https://es.slideshare.net/lesatecVirtual/calidadpptx-clase-5>

IMA. (2019). *SCORPION BS RS.* Obtenido de IMA.IT:
<https://ima.it/foodanddairy/machine/scorpion-bs-rs/>

IngenieriaOnline. (2022). *Diagrama de Recorrido.*
<https://www.ingenieriaonline.com/diagrama-de-recorrido/>

Ingrande, T. (s.f.). *Gemba Walk. Mira, escucha, pregunta y aprenderás.*
<http://kailean.es/gemba-lugar-de-trabajo/>

LandPack. (s.f.). *Automatic Bread FLOW Wrap Packing Machine.*
<https://www.landpack.com/flow-wrap-machine/automatic-horizontal-bread-bun-burger-flow-wrapping-packing-machine.html>

LandPack. (s.f.). *Perfil de la empresa.* <https://www.landpackes.com/about-us/>

Machineryline. (2025). *Landpack Lp-800b Automatic Loaf Bread Hamburger Packaging Packing Machinery Machine.* Obtenido de <https://machineryline.my/-/packaging-machinery--c2436>

MadeinChina. (2025). *Packaging Machinery*. https://landpack.en.made-in-china.com/product/kOnGDSKbAXcx/China-Landpack-Lp-800b-Automatic-Loaf-Bread-Hamburger-Packaging-Packing-Machinery-Machine.html?pv_id=1itt7a7bc196&faw_id=1itt7a918837&bv_id=1itt7a91ac15&pv_id=1itt7a0rtc85

Mañez, R. (2018). *Cómo hacer el Análisis DAFO de una empresa paso a paso*. <https://rubenmanez.com/como-hacer-analisis-dafo-empresa/>

Mayma. (2025). *Envolvedora flow pack horizontal (Mod. Ostippo)*. <https://www.talleresmaysma.com/productos/envase-y-embalaje/mod-ostippo>

Mazza. (s.f.). *Mayma*. <https://www.mazzamundiequipo.net/empacadoras.html>

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (2025). *Ministerio de Trabajo y Seguridad Social*. https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2025.pdf

Niebel, B. W. (2022). *IngenieriaOnline*. <https://www.ingenieriaonline.com/diagrama-de-recorrido/>

Sánchez, I. (2021). *Formato para formular un Project Charter*. <https://es.scribd.com/doc/126626909/Formato-Para-Formular-Un-Project-Charter>

School, O. B. (2025). *¿Qué es un diagrama de Gantt y para qué sirve?* <https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve>

APÉNDICES Y ANEXOS

APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Retorno de inversión ROI:** Por sus siglas en inglés Return On Investment, traducido al español RSI (Retorno Sobre la Inversión), es una de las métricas de costos que debe ser abordada dentro del análisis, ya que, mediante este, se ven reflejadas las ganancias financieras obtenidas con las medidas implementadas.
- **Layout:** El *layout* de una empresa, corresponde a la distribución física de espacios, equipos, departamentos y áreas de trabajo con el fin de optimizar el flujo de materiales, personas e información y que se mejore la eficiencia operativa y generar reducción de costos.

APÉNDICE 2: Toma de tiempos de producción del producto 060

HORA DE INICIO	HORA ENTRADA A CÁMARA DE FERMENTACIÓN	TIEMPO TOTAL DE CICLO
31 DE MARZO		
06:18:00	06:40:00	00:22:00
06:22:00	06:57:00	00:35:00
07:13:00	07:56:00	00:43:00
08:16:00	08:53:00	00:37:00
09:22:00	09:56:00	00:34:00
09:50:00	10:22:00	00:32:00
1 DE ABRIL		
06:20:00	06:57:00	00:37:00
07:57:00	08:24:00	00:27:00
09:55:00	10:50:00	00:55:00
2 DE ABRIL		
07:18:00	07:40:00	00:22:00
07:50:00	08:10:00	00:20:00
08:36:00	09:08:00	00:32:00
3 DE ABRIL		
06:18:00	06:45:00	00:27:00
07:30:00	07:50:00	00:20:00
08:00:00	08:40:00	00:40:00
09:00:00	09:30:00	00:30:00
09:45:00	10:40:00	00:55:00
09:50:00	10:36:00	00:46:00
10:40:00	11:10:00	00:30:00
11:48:00	12:22:00	00:34:00
4 DE ABRIL		
06:16:00	06:46:00	00:30:00
07:00:00	07:38:00	00:38:00
07:45:00	08:14:00	00:29:00
08:02:00	08:31:00	00:29:00
10:40:00	11:13:00	00:33:00
5 DE ABRIL		
06:20:00	06:53:00	00:33:00
06:50:00	07:20:00	00:30:00
	Promedio	00:33:20

APÉNDICE 3: Toma de tiempos de horneado del producto 060

HORA SALIDA DEL FERMENTADOR	HORA INGRESO AL HORNO	HORA SALIDA DEL HORNO	TIEMPO DE HORNEADO
31 de marzo			
09:34:00	09:34:00	09:51:00	00:17:00
10:15:00	10:18:00	10:35:00	00:17:00
11:29:00	11:41:00	12:02:00	00:21:00
11:29:00	12:02:00	12:24:00	00:22:00
11:29:00	12:27:00	12:50:00	00:23:00
11:29:00	12:08:00	12:24:00	00:16:00
12:09:00	12:30:00	12:50:00	00:20:00
12:35:00	12:51:00	13:09:00	00:18:00
12:35:00	12:56:00	13:15:00	00:19:00
12:35:00	13:08:00	13:29:00	00:21:00
12:51:00	13:30:00	13:50:00	00:20:00
13:31:00	13:35:00	13:56:00	00:21:00
13:33:00	13:51:00	14:10:00	00:19:00
13:37:00	13:43:00	14:01:00	00:18:00
13:43:00	14:07:00	14:22:00	00:15:00
1 de abril			
09:43:00	09:43:00	10:00:00	00:17:00
10:21:00	10:34:00	10:58:00	00:24:00
10:34:00	10:40:00	10:58:00	00:18:00
10:40:00	10:44:00	10:58:00	00:14:00
11:04:00	11:04:00	11:23:00	00:19:00
11:06:00	11:06:00	11:23:00	00:17:00
11:25:00	11:46:00	12:00:00	00:14:00
11:27:00	11:27:00	11:48:00	00:21:00
11:43:00	11:43:00	12:00:00	00:17:00
12:04:00	12:04:00	12:21:00	00:17:00
12:10:00	12:15:00	12:34:00	00:19:00
12:18:00	12:19:00	12:36:00	00:17:00
12:37:00	12:52:00	13:13:00	00:21:00
13:40:00	14:00:00	14:24:00	00:24:00

2 de abril			
09:31:00	10:05:00	10:22:00	00:17:00
09:36:00	09:48:00	10:03:00	00:15:00
09:48:00	10:22:00	10:41:00	00:19:00
10:36:00	11:01:00	11:24:00	00:23:00
11:03:00	11:38:00	11:55:00	00:17:00
11:03:00	12:17:00	12:34:00	00:17:00
11:25:00	11:25:00	11:44:00	00:19:00
11:25:00	11:39:00	11:55:00	00:16:00
11:29:00	11:56:00	12:07:00	00:11:00
12:00:00	12:00:00	12:19:00	00:19:00
12:31:00	12:40:00	12:58:00	00:18:00
12:31:00	12:59:00	13:16:00	00:17:00
12:31:00	13:01:00	13:19:00	00:18:00
12:31:00	13:20:00	13:39:00	00:19:00
12:35:00	13:21:00	13:33:00	00:12:00
3 de abril			
09:34:00	09:34:00	09:51:00	00:17:00
09:34:00	09:56:00	10:09:00	00:13:00
09:44:00	09:59:00	10:11:00	00:12:00
10:15:00	10:15:00	10:35:00	00:20:00
10:25:00	10:36:00	10:55:00	00:19:00
10:25:00	10:40:00	10:57:00	00:17:00
10:57:00	10:59:00	11:17:00	00:18:00
11:00:00	12:00:00	12:18:00	00:18:00
11:14:00	11:14:00	11:33:00	00:19:00
11:24:00	12:04:00	12:27:00	00:23:00
11:37:00	11:37:00	11:53:00	00:16:00
12:51:00	13:20:00	13:34:00	00:14:00
13:55:00	14:26:00	14:46:00	00:20:00
4 de abril			
09:24:00	09:24:00	09:45:00	00:21:00
10:46:00	11:04:00	11:22:00	00:18:00
11:38:00	11:58:00	12:15:00	00:17:00
11:38:00	11:55:00	12:13:00	00:18:00
12:22:00	12:22:00	12:40:00	00:18:00
12:42:00	13:08:00	13:26:00	00:18:00
13:19:00	13:52:00	14:12:00	00:20:00
13:52:00	14:04:00	14:22:00	00:18:00
14:13:00	14:26:00	14:43:00	00:17:00
14:13:00	14:26:00	14:43:00	00:17:00

5 de abril			
09:16:00	09:19:00	09:31:00	00:12:00
09:27:00	10:05:00	10:24:00	00:19:00
09:58:00	10:04:00	10:25:00	00:21:00
09:58:00	10:26:00	10:44:00	00:18:00
09:58:00	10:31:00	10:48:00	00:17:00
10:28:00	11:10:00	11:29:00	00:19:00
10:40:00	11:26:00	11:44:00	00:18:00
10:40:00	11:30:00	11:48:00	00:18:00
11:00:00	11:38:00	11:57:00	00:19:00
Promedio			00:18:03

APÉNDICE 4: Toma de tiempos de empaque del producto 060

CANTIDAD EMPACADORES	HORA INICIO EMPAQUE	HORA FINALIZACIÓN EMPAQUE	TOTAL TIEMPO DE EMPAQUE	UNIDADES DAÑADAS	TOTAL PAQUETES
31 de marzo					
1	08:20:00	09:02:00	00:42:00	1	99
1	11:42:00	12:33:00	00:51:00	1	98
1	13:10:00	14:04:00	00:54:00	2	99
1	13:57:00	14:47:00	00:50:00	1	99
1 de abril					
1	12:05:00	13:00:00	00:55:00	1	99
2 de abril					
1	13:50:00	14:50:00	01:00:00	4	85
1	08:30:00	09:23:00	00:53:00	0	97
3 de abril					
1	11:57:00	12:50:00	00:53:00	1	99
1	13:41:00	14:30:00	00:49:00	2	98
1	08:22:00	09:01:00	00:39:00	0	55
4 de abril					
1	11:33:00	12:32:00	00:59:00	0	100
1	12:45:00	13:35:00	00:50:00	1	99
1	15:19:00	15:56:00	00:37:00	0	80
5 de abril					
1	12:17:00	13:13:00	00:56:00	1	99
1	13:20:00	14:08:00	00:48:00	1	99
1	14:13:00	15:05:00	00:52:00	4	96
Promedio			00:50:30		93,81

APÉNDICE 5: Toma de tiempos de producción del producto 010

HORA DE INICIO	HORA ENTRADA A CÁMARA DE FERMENTACIÓN	TIEMPO TOTAL DE CICLO
31 DE MARZO		
09:45:00	10:16:00	00:31:00
10:32:00	10:57:00	00:25:00
10:50:00	11:25:00	00:35:00
11:12:00	11:51:00	00:39:00
11:34:00	12:18:00	00:44:00
12:00:00	12:47:00	00:47:00
12:28:00	13:00:00	00:32:00
12:52:00	13:20:00	00:28:00
13:10:00	13:39:00	00:29:00
1 DE ABRIL		
08:45:00	09:10:00	00:25:00
09:00:00	09:41:00	00:41:00
09:24:00	10:06:00	00:42:00
10:00:00	10:40:00	00:40:00
2 DE ABRIL		
09:28:00	09:47:00	00:19:00
09:47:00	10:20:00	00:33:00
10:06:00	10:37:00	00:31:00
10:26:00	10:51:00	00:25:00
3 DE ABRIL		
08:39:00	09:28:00	00:49:00
09:00:00	09:56:00	00:56:00
09:33:00	10:20:00	00:47:00
10:00:00	10:47:00	00:47:00
4 DE ABRIL		
08:00:00	08:36:00	00:36:00
08:23:00	09:00:00	00:37:00
08:57:00	09:24:00	00:27:00
09:20:00	09:38:00	00:18:00
09:50:00	10:06:00	00:16:00
10:17:00	10:41:00	00:24:00
10:40:00	10:57:00	00:17:00
11:10:00	11:33:00	00:23:00
11:39:00	12:06:00	00:27:00

5 DE ABRIL		
07:33:00	08:10:00	00:37:00
07:50:00	08:30:00	00:40:00
08:20:00	09:01:00	00:41:00
08:43:00	09:22:00	00:39:00
09:11:00	09:50:00	00:39:00
09:50:00	10:13:00	00:23:00
10:20:00	10:45:00	00:25:00
	Promedio	00:33:21

APÉNDICE 6: Toma de tiempos de horneado del producto 010

HORA SALIDA DEL FERMENTADOR	HORA INGRESO AL HORNO	HORA SALIDA DEL HORNO	TIEMPO DE HORNEADO
31 de marzo			
13:09:00	13:15:00	13:39:00	00:24:00
14:32:00	14:32:00	14:52:00	00:20:00
14:44:00	14:51:00	15:04:00	00:13:00
15:13:00	15:13:00	15:31:00	00:18:00
15:21:00	15:32:00	15:52:00	00:20:00
15:48:00	15:48:00	16:04:00	00:16:00
15:54:00	15:54:00	16:14:00	00:20:00
16:04:00	16:04:00	16:37:00	00:33:00
16:20:00	16:20:00	16:48:00	00:28:00
1 de abril			
12:30:00	12:32:00	12:50:00	00:18:00
12:49:00	12:49:00	13:06:00	00:17:00
13:09:00	13:14:00	13:32:00	00:18:00
13:40:00	13:40:00	14:23:00	00:43:00
14:21:00	14:25:00	14:43:00	00:18:00
14:21:00	14:35:00	14:53:00	00:18:00
14:44:00	14:44:00	15:03:00	00:19:00
14:44:00	14:54:00	15:12:00	00:18:00
2 de abril			
13:31:00	13:34:00	13:52:00	00:18:00
13:53:00	13:55:00	14:16:00	00:21:00
13:53:00	13:56:00	14:16:00	00:20:00
13:53:00	13:58:00	14:16:00	00:18:00
14:02:00	14:21:00	14:34:00	00:13:00
14:30:00	14:30:00	14:46:00	00:16:00
14:40:00	14:41:00	14:58:00	00:17:00
15:41:00	15:42:00	16:04:00	00:22:00
15:41:00	15:44:00	16:07:00	00:23:00
3 de abril			
12:10:00	12:20:00	12:34:00	00:14:00
12:35:00	12:45:00	13:03:00	00:18:00
12:35:00	12:48:00	13:01:00	00:13:00
13:37:00	13:37:00	13:55:00	00:18:00
13:55:00	14:23:00	14:41:00	00:18:00
14:29:00	14:48:00	15:08:00	00:20:00
14:29:00	14:41:00	14:59:00	00:18:00
14:29:00	15:00:00	15:20:00	00:20:00

4 de abril			
11:15:00	11:15:00	11:31:00	00:16:00
11:37:00	11:37:00	11:53:00	00:16:00
12:18:00	12:18:00	12:26:00	00:08:00
12:20:00	12:20:00	12:28:00	00:08:00
13:30:00	13:30:00	13:46:00	00:16:00
14:43:00	14:51:00	15:09:00	00:18:00
14:43:00	15:10:00	15:27:00	00:17:00
15:30:00	15:33:00	15:52:00	00:19:00
15:30:00	15:35:00	15:52:00	00:17:00
5 de abril			
10:40:00	11:46:00	12:03:00	00:17:00
10:40:00	11:49:00	12:05:00	00:16:00
01:50:00	11:57:00	12:11:00	00:14:00
12:00:00	12:04:00	12:21:00	00:17:00
12:50:00	12:50:00	13:04:00	00:14:00
12:50:00	12:55:00	13:11:00	00:16:00
Promedio			00:18:18

APÉNDICE 7: Toma de tiempos de empaque del producto 010

CANTIDAD EMPACADORES	HORA INICIO EMPAQUE	HORA FINALIZACIÓN EMPAQUE	TOTAL TIEMPO DE EMPAQUE	UNIDADES DAÑADAS	TOTAL PAQUETES
31 de marzo					
3	08:08	08:25	00:17	0	143
3	08:26	08:42	00:16	0	141
3	08:43	08:57	00:14	0	139
3	09:01	09:17	00:16	0	142
3	09:18	09:32	00:14	0	140
3	09:30	09:44	00:14	0	138
3	14:30	14:45	00:15	0	140
3	15:50	16:05	00:15	0	143
3	16:06	16:20	00:14	0	129
1 de abril					
3	08:09	08:24	00:15	3	142
3	08:17	09:30	01:13	5	171
3	08:25	08:40	00:15	2	143
3	08:41	08:57	00:16	4	152
3	13:59	14:09	00:10	0	139
3	14:10	14:28	00:18	0	142
3	14:29	14:45	00:16	0	129
3	14:49	15:07	00:18	0	137
3	15:36	15:48	00:12	0	138
2 de abril					
3	08:05	08:18	00:13	0	146
3	08:19	08:34	00:15	0	155
3	08:36	08:50	00:14	0	136
3	08:54	09:10	00:16	0	141
3	14:55	15:13	00:18	0	140
3	15:15	15:31	00:16	0	142
3	15:33	15:46	00:13	0	125
3	15:47	16:00	00:13	0	162
3	16:01	16:14	00:13	0	142

3 de abril					
3	08:11	08:25	00:14	0	124
3	08:27	08:40	00:13	0	140
3	08:38	08:52	00:14	0	137
3	14:00	14:14	00:14	0	134
3	14:15	14:25	00:10	0	131
3	14:27	14:39	00:12	0	126
2	15:03	15:30	00:27	0	144
2	15:42	16:05	00:23	0	137
4 de abril					
3	08:10	08:27	00:17	0	143
3	08:30	08:49	00:19	0	141
3	08:50	09:05	00:15	0	142
3	09:02	09:17	00:15	0	143
2	12:45	13:12	00:27	0	143
3	13:13	13:28	00:15	0	140
2	14:09	14:27	00:18	0	129
3	14:28	14:43	00:15	0	141
3	14:45	15:01	00:16	0	139
5 de abril					
2	13:19	13:36	00:17	0	141
2	13:37	13:55	00:18	0	140
2	13:56	14:27	00:31	0	151
2	14:28	14:49	00:21	0	141
3	14:50	15:01	00:11	0	140
3	15:02	15:15	00:13	0	144
		Promedio	00:17		140,56

APÉNDICE 8: Toma de tiempos de producción del producto 014

HORA DE INICIO	HORA ENTRADA A CÁMARA DE FERMENTACIÓN	TIEMPO TOTAL DE CICLO
31 DE MARZO		
06:16:00	06:55:00	00:39:00
06:43:00	07:18:00	00:35:00
07:16:00	08:01:00	00:45:00
07:40:00	08:43:00	01:03:00
1 DE ABRIL		
06:16:00	07:20:00	01:04:00
06:43:00	07:50:00	01:07:00
07:30:00	08:10:00	00:40:00
07:50:00	08:20:00	00:30:00
09:00:00	09:56:00	00:56:00
09:57:00	10:40:00	00:43:00
10:43:00	11:22:00	00:39:00
2 DE ABRIL		
06:17:00	07:06:00	00:49:00
07:00:00	07:41:00	00:41:00
07:28:00	08:10:00	00:42:00
07:45:00	08:57:00	01:12:00
08:18:00	09:01:00	00:43:00
3 DE ABRIL		
06:11:00	07:00:00	00:49:00
06:38:00	07:32:00	00:54:00
07:14:00	07:56:00	00:42:00
07:47:00	08:45:00	00:58:00
08:10:00	09:15:00	01:05:00
4 DE ABRIL		
06:14:00	06:57:00	00:43:00
06:57:00	07:33:00	00:36:00
07:24:00	08:10:00	00:46:00
10:00:00	10:41:00	00:41:00
5 DE ABRIL		
06:14:00	06:53:00	00:39:00
06:43:00	07:18:00	00:35:00
07:05:00	07:40:00	00:35:00
07:28:00	08:02:00	00:34:00
	Promedio	00:46:23

APÉNDICE 9: Toma de tiempos de horneado del producto 014

HORA SALIDA DEL FERMENTADOR	HORA INGRESO AL HORNO	HORA SALIDA DEL HORNO	TIEMPO DE HORNEADO
31 de marzo			
08:43:00	09:00:00	09:49:00	00:49:00
10:15:00	10:34:00	11:32:00	00:58:00
11:11:00	11:18:00	12:07:00	00:49:00
11:11:00	11:38:00	12:24:00	00:46:00
1 de abril			
08:36:00	09:04:00	09:57:00	00:53:00
2 de abril			
10:13:00	10:42:00	11:31:00	00:49:00
11:53:00	12:13:00	13:01:00	00:48:00
11:53:00	12:22:00	13:11:00	00:49:00
3 de abril			
08:45:00	09:15:00	10:04:00	00:49:00
09:58:00	10:14:00	11:02:00	00:48:00
11:37:00	12:02:00	12:34:00	00:32:00
4 de abril			
08:12:00	08:47:00	09:34:00	00:47:00
09:35:00	09:51:00	10:34:00	00:43:00
11:18:00	11:33:00	12:21:00	00:48:00
5 de abril			
09:16:00	09:33:00	10:20:00	00:47:00
09:55:00	10:21:00	11:04:00	00:43:00
10:28:00	10:44:00	11:37:00	00:53:00
Promedio			00:47:42

APÉNDICE 10: Toma de tiempos de empaque del producto 014

CANTIDAD EMPACADORES	HORA INICIO EMPAQUE	HORA FINALIZACIÓN EMPAQUE	TOTAL TIEMPO DE EMPAQUE	UNIDADES DAÑADAS	TOTAL PAQUETES
31 de marzo					
3	11:22	11:50	00:28	0	94
3	13:42	13:47	00:05	0	33
3	13:48	13:54	00:06	0	27
3	14:32	15:08	00:36	2	130
3	14:51	15:08	00:17	0	56
3	15:09	15:27	00:18	0	48
3	15:09	15:43	00:34	6	128
3	15:29	15:50	00:21	0	58
3	15:44	16:00	00:16	0	53
1 de abril					
3	12:20	12:59	00:39	12	132
3	13:00	13:34	00:34	7	120
3	13:41	14:13	00:32	14	128
3	14:14	14:28	00:14	5	64
3	14:29	14:49	00:20	4	61
3	14:50	15:06	00:16	3	42
3	15:14	15:32	00:18	7	50
2 de abril					
3	11:45	11:56	00:11	3	53
3	12:51	13:33	00:42	6	133
3	13:34	14:16	00:42	4	129
3	13:55	14:00	00:05	0	26
3	14:17	14:33	00:16	9	73
3	14:37	14:51	00:14	18	64

3 de abril					
3	11:09	11:20	00:11	14	43
3	14:10	14:24	00:14	11	49
3	14:25	14:28	00:03	3	42
3	14:43	15:01	00:18	6	51
3	14:28	14:42	00:14	0	50
3	15:47	16:05	00:18	5	46
4 de abril					
3	13:04	13:54	00:50	3	136
3	13:55	14:23	00:28	5	59
3	14:24	14:48	00:24	0	75
3	15:04	15:10	00:06	0	15
3	15:34	16:03	00:29	0	63
3	16:03	16:30	00:27	0	60
5 de abril					
3	10:55	10:57	00:02	0	7
3	11:19	11:51	00:32	1	129
3	13:16	14:10	00:54	19	127
3	14:11	14:37	00:26	4	72
		Promedio	00:22		71,74

APÉNDICE 11: Bitácora de Actividades

Bitácora de Actividades

Panadería Lee & Quirós S.A.

Estudiante: Samuel E. Carvajal Chacón

Universidad Central

Bitácora de Actividades		
Día	Actividad	Observaciones
23 de enero	Observación del proceso	-
24 de enero	Observación del proceso	-
25 de enero	Observación del proceso	-
5 de febrero	Reunión con el dueño de la empresa	Anotaciones digitales
17 de febrero	Gemba walk	Producción
18 de febrero	Gemba walk	Horneado
19 de febrero	Gemba walk	Empaque
31 de marzo	Toma de tiempos	Prod, Horn, Emp
1 de abril	Toma de tiempos	Prod, Horn, Emp
2 de abril	Toma de tiempos	Prod, Horn, Emp
3 de abril	Toma de tiempos	Prod, Horn, Emp
4 de abril	Toma de tiempos	Prod, Horn, Emp
5 de abril	Toma de tiempos	Prod, Horn, Emp
12 de abril	Reunión con el gestor de calidad	Anotaciones digitales
24 de mayo	Revisión de documentos	-

Bitácora de actividades realizadas para el desarrollo de la investigación titulada "Propuesta de Mejora del Proceso Productivo de la Panadería Lee & Quirós S.A. para aumentar la Productividad de la línea de Producción por medio de la Implementación de Tecnologías Automatizadas, utilizando La Metodología DMAIC".


Firma estudiante



Firma supervisor



ANEXO 1: Cotización LandPack LP-800B




Products

Post My RFQ Sign in / Join Messages Inquiry Basket

All Categories Video Channel Secured Trading Service Top-ranking Products Supplier Buyer Help Apps English

Home > Packaging & Printing > Packing Machinery > Multi-Function Packing Machine > Filling Packing Machine




Landpack Lp-800b Automatic Loaf Bread Hamburger Packaging Packing Machinery Machine

US\$17,001.00
1 Set

Product Details

Customization: **Available**
After-sales Service: **Online Support**
Warranty: **3 Years**

[Contact Supplier](#) [Chat](#)



[Add Inquiry Basket to Compare](#)

ANEXO 2: Cotización SCORPION BS RS

\$40,000

≈765,110.94 MXN

1/1

Machineryline

Contacte con el vendedor

Tipo:	envasadora horizontal
Año de fabricación:	2020
Ubicación:	Polonia  Belchatów 10060 km to "Costa Rica/San José"
Id. de stock del vendedor:	776240823
Fecha de publicación:	25 may 2025



Información adicional — Record Scorpion BS RS Medium envasadora horizontal

Inglés

For sale is a SACMI Scorpion BS RS Medium machine in excellent condition. The machine has been used for only 3 months, so it is practically like new. It has been kept in great technical and visual condition, ready for further use.

Technical Specifications:

Model: SACMI Scorpion BS RS Medium
Condition: Like new, used for only 3 months
Performance: High, according to the manufacturer's specifications
Application: Ideal for production in [insert industry, e.g. ceramics, food, etc.]
Year of Manufacture: [insert year]

The machine has been regularly serviced and is fully operational. A great opportunity to purchase a nearly new device at an attractive price.

Additional information and photos of the machine available upon request. Please contact me at 730893053 or via email at bartosz.bak01@gmail.com.

I look forward to your inquiry!

Contactos del vendedor

 **Kennedy Machines**
Polonia
3 años en Machineryline

 Vendedor verificado

 Suscribirse al vendedor

+48 600 72... [Mostrar](#)

+48 42 288... [Mostrar](#)

[Más información](#)

Pregunte al vendedor

Su nombre

Empresa

Tfno.

Correo electrónico

Mensaje

Por ejemplo: Hola:

Estoy interesado en su anuncio.
Le agradecería que se pusiera en contacto conmigo.

Código de verificación 

Enviar

Al hacer clic aquí, muestra su conformidad con nuestra [política de privacidad](#) y nuestro

ANEXO 3: Ficha técnica LandPack LP-800B

LANDPACK LP-800B



- Control de conversión de doble frecuencia. La longitud de la bolsa se puede ajustar y cortar en un solo paso, ahorrando tiempo y película.
- La interfaz ofrece una configuración y operación fáciles y rápidas.
- Autodiagnóstico de fallos, visualización clara de fallos.
- Rastreo de color de ojo fotoeléctrico de alta sensibilidad, entrada numérica de la posición de corte y sellado para mayor precisión.
- Control PID independiente de la temperatura, ideal para envasar diferentes materiales.
- Función de parada posicionada, sin atascamiento de cuchilla ni desperdicio de película.
- Sistema de accionamiento sencillo, funcionamiento fiable y fácil mantenimiento.
- Todo el control se realiza mediante software, lo que facilita el ajuste de funciones y la actualización técnica.

ANEXO 4: Ficha técnica SCORPION BS RS

SCORPION BS RS



IMA RECORD

- Sellado inferior (Bottom Seal): Ideal para productos regulares pequeños y medianos, con fácil movilidad y transporte
- Alta velocidad de producción: hasta 240 paquetes por minuto (velocidad nominal 120 ppm, max 240 ppm).
- Fabricación 100 % italiana: confiabilidad y materiales de alta calidad, sello característico de todas las máquinas.
- Diseño compacto y móvil: estructura pequeña que permite ser empujada o trasladada fácilmente.
- Fácil uso y mantenimiento: accesibilidad directa a los componentes clave para una operación sencilla.
- Rendimiento estable y consistente: conducción fiable en producción continua, incluso a velocidad máxima .
- Versatilidad y adaptabilidad: apta para distintas configuraciones de producto y tamaños de empaque.
- Materiales aptos para la industria alimentaria: cumple requisitos higiénicos para alimento y productos no alimentarios .

Lo más destacado de SCORPION BS RS

1.

Fácil de usar y de fácil mantenimiento.

2.

Adecuado para una amplia gama de productos y tamaños de paquetes.

3.

Soluciones personalizables para satisfacer cualquier requisito específico.

4.

Materiales básicos de grado alimenticio.

ANEXO 5: Ficha técnica Mayma Ostippo

■ Envolvedora flow pack

Flow pack wrapper (Ostippo)
(Ostippo)

**envase y
embalaje
packaging**



■ características técnicas

1. Versión inoxidable.
2. Construcción en placa vertical para la máxima higiene y limpieza de la máquina.
3. Accesibilidad a mecanismos por la parte trasera.
4. Sentido de trabajo de derecha a izquierda.
5. Mordazas rotativas de soldadura transversal.
6. Tres pares de rodillos de arrastre longitudinal, soldadura y plegado del film.
7. Portabobinas autocentrante con freno.
8. Dispositivo de balancín para el control de la tensión del film.
9. Carro de alimentación de 2 mts de longitud.
10. Túnel formador universal o fijo.
11. Ajuste de parámetros (longitud de formato, velocidad...) desde pantalla táctil.
12. Pantalla táctil con teclado numérico para el ajuste de parámetros de la máquina, diagnóstico e información del estado de la misma.
13. Célula fotoeléctrica para el centraje de la impresión.
14. Lubricación centralizada.
15. Doble portabobinas (opcional).
16. Apertura automática de roldanas (opcional).
17. Cuchillas zig-zag y eurolock (opcional).
18. Sistema rechazo bolsas vacías o dobles (opcional).


■ technical specifications

1. Stainless steel version.
2. Cantilever construction, maximum easy of cleaning.
3. Accessibility to the internal workings from the rear of the machine.
4. Right to Left operating direction.
5. Rotary cross sealing jaws.
6. 3 Pairs of rollers for longitudinal film pulling and sealing.
7. Self centring reel holder with a brake system.
8. Balancing device for controlling the tension of the film.
9. Infeed conveyor 2.1 m / 7' long.
10. Fixed or variable forming box.
11. Machine parameter settings (bag length, speed...) via control touch screen.
12. Touch screen setting of machine parameters, visible operational status and error messages.
13. Photocell for print centering.
14. Centralized lubrication.
15. Double reel holder (optional).
16. Automatic opening of sealing rollers (optional).
17. Zig-zag blades and eurolock (optional).
18. Ejector for empty/double packages (optional).






ANEXO 6: Hojas de control dpto. de producción Producto Pan Cuadrado

 Depto. PANADERIA	PANADERIA LEE CONTROL Y REGISTRO DE LA PRODUCCIÓN									
							Producto Pan Cuadrado Jumbo Blanco			
Amasado #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora de Inicio										
Kilos de harina por tanda										
Peso total de Ingredientes										
Reproceso										
Observación										
Carro N°										
Cantidad (g) de levadura										
Temperatura de la Masa al salir de amasadora										
Hora entrada a Cámara de Fermentación										

Depto. PANADERIA	Anotaciones y Observaciones			Fecha: _____			Producto Pan Cuadrado Jumbo Integral				
							1	2	3	4	5
Amasado #											
Observación											
Reproceso											
Hora de Inicio											
Peso total de Ingredientes											
Kilos de harina por tanda											
Carro N°											
Cantidad (g) de levadura											
Temperatura de la Masa al salir de amasadora											
Hora entrada a Cámara de Fermentación											

ANEXO 7: Hojas de control dpto. de producción Producto Pan Cuadrado y Pan Buffet

 Depto. PANADERIA	PANADERIA LEE CONTROL Y REGISTRO DE LA PRODUCCIÓN									
	PAN CUADRADO FAMILIAR BLANCO					PAN CUADRADO PEQUEÑO BLANCO				
Amasado #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Observación										
Reproceso										
Hora de Inicio										
Peso total de Ingredientes										
Kilos de harina por tanda										
Carro N°										
Cantidad (g) de levadura										
Temperatura de la Masa al salir de amasadora										
Hora entrada a Cámara de Fermentación										

Depto. PANADERIA	Anotaciones y Observaciones	 PAN TIPO BUFFET								
		1	2	3	4	5	(6)	7	8	9
Amasado #										
Observación										
Reproceso										
Hora de Inicio										
Peso total de Ingredientes										
Kilos de harina por tanda										
Carro N°										
Cantidad (g) de levadura										
Temperatura de la Masa al salir de amasadora										
Hora entrada a Cámara de Fermentación										

ANEXO 8: Hojas de control dpto. de producción Producto Pan Hamburguesa y Cena Brioché

	PANADERIA LEE CONTROL Y REGISTRO DE LA PRODUCCIÓN									
	Anotaciones y observaciones:									
Depto. PANADERIA Amasado #:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora de Inicio										
Peso total de ingredientes										
Kilos de harina por tanda										
Nº Tanque de Agua Fría usada en la tanda										
Minutos de amasado										
Carro Nº										
Cantidad (g) de levadura										
Temperatura de la Masa al salir de la amasadora										
Hora entrada a Camara de Fermentación										

Depto. PANADERIA	Fecha: _____	PAN TIPO CENA									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Amasado #:											
Hora de Inicio											
Peso total de ingredientes											
Kilos de harina por tanda											
Nº Tanque de Agua Fría usada en la tanda											
Minutos de amasado											
Carro Nº											
Cantidad (g) de levadura											
Temperatura de la Masa al salir de la amasadora											
Hora entrada a Camara de Fermentación											

ANEXO 9: Hojas de control dpto. de producción Producto Pan Hamburguesa y Cena Europeo

 PANADERIA LE CONTROL Y REGISTRO DE LA PRODUCCIÓN										
Anotaciones y observaciones:										
Depto. PANADERIA	Anotaciones y Observaciones:						Producto: Pan para Hamburguesa Grande			
Amasado #:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora de Inicio										
Peso total de ingredientes										
Kilos de harina por tanda										
N°Tanque de Agua Fria usada en la tanda										
Minutos de amasado										
Carro N°										
Cantidad (g) de levadura										
Temperatura de la Masa al salir de la amasadora										
Hora entrada a Camara de Fermentación										

Depto. PANADERIA Fecha: _____										
PAN TIPO CENA										
Amasado #:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora de Inicio										
Peso total de ingredientes										
Kilos de harina por tanda										
N°Tanque de Agua Fria usada en la tanda										
Minutos de amasado										
Carro N°										
Cantidad (g) de levadura										
Temperatura de la Masa al salir de la amasadora										
Hora entrada a Camara de Fermentación										

ANEXO 10: Registro fotográfico de la planta de producción de la Panadería Lee & Quirós S. A para el año 2025

