



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Evaluación y mejora de la línea de preparación de pastas
de la marca “Sazonadores Teresita”: Un enfoque en la
mejora de eficiencia y productividad**

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Industrial y de Sistemas

**Daniela Alejandra Bayona Seminario
Jose Gonzalo Silva Feria**

**Asesor:
Dr. Ing. Francisco Martín Palma Lama**

Piura, marzo de 2024

Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Daniela Alejandra Bayona Seminario, egresado del **Programa Académico** de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI N° 71902681.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo final titulado:
“Evaluación y mejora de la línea de preparación de pastas de la marca “Sazonadores Teresita”: Un enfoque en la mejora de eficiencia y productividad”
El mismo que presento bajo la modalidad de **Tesis**¹ para optar el Título profesional² de Ingeniero Industrial y de Sistemas.
2. Que el trabajo se realizó en coautoría con los siguientes alumnos de la Universidad de Piura.
 - Jose Gonzalo Silva Feria, identificado con DNI N° 72561149
3. La asesoría del trabajo estuvo a cargo de:
 - Dr. Ing. Francisco Martín Palma Lama, identificado con DNI N° 02686315
4. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros o de ser el caso derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
5. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
6. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
7. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad de Piura.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: 16/03/2024.



.....
*Firma del autor optante*³

¹ Indicar si es tesis, trabajo de investigación, trabajo académico o trabajo de suficiencia profesional.

² Grado de Bachiller, Título profesional, Grado de Maestro o Grado de Doctor.

³ Idéntica al DNI; no se admite digital, salvo certificado.

Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Jose Gonzalo Silva Feria, egresado del **Programa Académico** de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI N° 72561149.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo final titulado:
“Evaluación y mejora de la línea de preparación de pastas de la marca “Sazonadores Teresita”: Un enfoque en la mejora de eficiencia y productividad”
El mismo que presento bajo la modalidad de **Tesis**⁴ para optar el Título profesional⁵ de Ingeniero Industrial y de Sistemas.
2. Que el trabajo se realizó en coautoría con los siguientes alumnos de la Universidad de Piura.
 - Daniela Alejandra Bayona Seminario, identificado con DNI N° 71902681
3. La asesoría del trabajo estuvo a cargo de:
 - Dr. Ing. Francisco Martín Palma Lama, identificado con DNI N° 02686315
4. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros o de ser el caso derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
5. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
6. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
7. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad de Piura.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: 16/03/2024.



Firma del autor optante⁶

⁴ Indicar si es tesis, trabajo de investigación, trabajo académico o trabajo de suficiencia profesional.

⁵ Grado de Bachiller, Título profesional, Grado de Maestro o Grado de Doctor.

⁶ Idéntica al DNI; no se admite digital, salvo certificado.



Dedicatoria:

*A nuestros abuelos, padres y
mascotas*

Agradecimientos

A mis padres, quienes con su ejemplo me han enseñado el valor de la educación, la perseverancia y la capacidad de aprender de cada momento, positivo o negativo. Agradezco infinitamente su amor y apoyo incondicional. – Daniela Bayona

A mis papas y mi hermanita, gracias por su constante apoyo y guía en este viaje académico. Su amor incondicional y sacrificio han sido mi mayor motivación. Este logro es tanto suyo como mío. – Gonzalo Silva

A mi amado Carbonello, mi fiel compañero, cuya presencia iluminó largas noches de estudio durante mi etapa universitaria. Aunque ya no esté físicamente, su amor y compañía perdurarán eternamente en mi corazón. – Daniela Bayona

Al estimado Dr. Ing. Martín Palma, por el tiempo dedicado, el invaluable conocimiento compartido y los sabios consejos brindados.

A la empresa Vital S.A.C por su apoyo y confianza.



Resumen

El presente trabajo de investigación inicia con un vistazo general del área de pastas de la marca "Sazonadores Teresita", área principal de la empresa. A pesar del transcurso del tiempo, se observa que no se han implementado mejoras significativas en esta línea, lo que ha dado como resultado un sistema ineficiente y anticuado. Se calculan indicadores generales como la capacidad ociosa y el cumplimiento de la demanda, obteniendo como resultado: capacidad subutilizada, pérdidas de demanda y altos costos de oportunidad, evidenciando la presencia de un problema y la existencia de oportunidades de mejora.

En el segundo capítulo, se profundiza en las herramientas pertinentes para abordar la problemática, en este caso se incide en la mejora de métodos y mecanismos de *lean management*, ya sea correctivos como ocho disciplinas o de mejora como 5S's de *kaizen* y siete desperdicios.

Durante el capítulo subsiguiente, bajo el uso de las herramientas investigadas, se procede a la identificación del problema más recurrente relacionado con la producción de pastas utilizando Pareto, para establecer un punto de causa y finalmente llegar hasta la causa raíz: métodos actuales ineficientes y tediosos.

El cuarto capítulo se basa en el levantamiento de la información necesaria para reflejar la situación actual e identificar cuellos de botella, usando diagramas de operaciones, de bloques y balance de materiales. Además, se plasma el tiempo de ciclo a grandes rasgos, bajo una adaptación de los diagramas hombre-máquina para poder calcular indicadores operativos de eficiencia y productividad. Los datos se recopilan a través de visitas a la planta durante un mes y herramientas como entrevistas a expertos.

La fase de evaluación y mejoras implica la elaboración de una matriz de impacto y esfuerzo para proponer tres opciones de mejora, cada una con un enfoque diferente (conservador, neutro y disruptivo), seleccionando la alternativa que más se ajusta a las necesidades y objetivos de la empresa: mecanizar las operaciones de alto flujo y aplicar 5S's a aquellas que no. Se inicia con la proyección de la demanda en los siguientes cinco años, el cálculo del nuevo tamaño de lote, la investigación de maquinaria, la representación de los diagramas mejorados, la estimación de los nuevos tiempos de ciclo, para culminar con los nuevos indicadores operativos, los cuales buscan contrastar la situación actual.

Finalmente, en el último capítulo, se opta por reflejar el impacto financiero de la mejora propuesta. Se examina detalladamente la proyección de costos, flujos de caja anuales y se compara las situaciones actual y mejorada, obtenido el beneficio neto de la inversión, al igual que los indicadores de VAN, TIR y el factor costo beneficio; proporcionando así una visión clara de la viabilidad económica de la propuesta.

Tabla de contenido

Introducción	14
Capítulo 1 Antecedentes y contexto de la empresa	15
1.1 Descripción de la empresa	15
1.1.1 Ubicación	15
1.1.2 Distribución de planta	16
1.2 Análisis de mercado.....	18
1.2.1 Análisis de cinco fuerzas de Porter	18
1.3 Análisis interno de la empresa	19
1.3.1 Organigrama de Vital S.A.C	19
1.3.2 Mapa global	21
1.3.3 Producción por línea	21
1.3.4 Proceso general de la producción de pastas.....	22
1.3.5 Indicadores generales	23
Capítulo 2 Marco teórico.....	25
2.1 Modelo de las ocho disciplinas (8D).....	25
2.1.1 Definir el problema.....	25
2.1.2 Formar el equipo	26
2.1.3 Describir el problema	26
2.1.4 Desarrollar acciones de contención.....	26
2.1.5 Definir la causa raíz	26
2.1.6 Desarrollar acciones correctivas	27
2.1.7 Desarrollar acciones preventivas	27
2.1.8 Reconocer el trabajo en equipo	27
2.2 5S's de <i>kaizen</i>	28
2.2.1 Seiri (整理).....	28
2.2.2 Seiton (整頓)	28
2.2.3 Seiso (清掃)	28

2.2.4 Seiketsu (清潔)	29
2.2.5 Shitsuke (躰)	29
2.3 Siete desperdicios o mudas	29
2.3.1 Muda de sobreproducción	29
2.3.2 Muda de sobreinventario o existencias	29
2.3.3 Muda de productos defectuosos	30
2.3.4 Muda de transporte	30
2.3.5 Muda de procesos inapropiados	30
2.3.6 Muda de espera.....	30
2.3.7 Muda de movimientos innecesarios	30
2.4 <i>Takt time</i>	30
Capítulo 3 Diagnóstico del problema	32
3.1 Análisis de causas	32
3.1.1 Diagrama de Ishikawa	33
3.1.2 Análisis de mudas.....	38
3.1.3 Análisis de los cinco ¿por qué?.....	38
Capítulo 4 Levantamiento de información.....	40
4.1 Situación actual	40
4.2 Proceso de preparación de aderezo.....	41
4.3 Proceso de preparación de panca	45
4.4 Proceso de preparación de ajo.....	49
4.5 Puntos críticos de control.....	54
4.6 Indicadores operativos de proceso actual	56
4.6.1 Eficiencia.....	56
4.6.2 Productividad	57
Capítulo 5 Propuesta de mejora.....	59
5.1 Propuestas de mejora	59
5.2 Justificación de mejora seleccionada	60

5.3 Estimación de demanda futura	61
5.4 Investigación de maquinaria	62
5.4.1 Operación de acondicionado	62
5.4.2 Operación de remojo	63
5.4.3 Operación de cocción	63
5.4.4 Operación de mezclado y refinado	64
5.4.5 Operaciones de transporte	64
5.5 Detalle de propuesta de mejora.....	65
5.5.1 5S's en operación de pesado.....	66
5.5.2 Diagramas mejorados.....	67
5.5.3 Distribución del área mejorada.....	73
5.5.4 Estimación de tiempos	75
5.6 Impacto.....	81
5.6.1 Disminución de desperdicios.....	81
5.6.2 Reducción de tiempo de ciclo	81
5.6.3 Eficiencia mejorada	82
5.6.4 Productividad mejorada.....	82
Capítulo 6 Análisis financiero	84
6.1 Proyección de demanda	84
6.2 Costos de producción	86
6.3 Flujo de caja.....	86
6.4 Maquinaria y equipo de producción	87
6.5 Presupuesto de inversión	87
6.6 Flujo de efectivo anual	87
6.7 Comparación de flujos de caja	88
Conclusiones.....	89
Referencias	90

Lista de tablas

Tabla 1 Distribución socioeconómica de hogares en el Perú (2019-2021).....	18
Tabla 2 <i>Eventos presentados</i>	32
Tabla 3 <i>Costo de producción en soles por tonelada de los principales productos de pastas</i> ... 35	
Tabla 4 <i>Indicadores del proceso de aderezo</i>	45
Tabla 5 <i>Indicadores del proceso de panca</i>	49
Tabla 6 <i>Indicadores del proceso de ajo</i>	54
Tabla 7 <i>Identificación de los PCC</i>	55
Tabla 8 <i>Cálculo de tiempo destinado por producto en días y horas</i>	56
Tabla 9 <i>Cálculo de takt time</i>	56
Tabla 10 <i>Detalle de cálculo de ritmo de producción</i>	57
Tabla 11 <i>Detalle de cálculo de margen</i>	57
Tabla 12 <i>Propuestas de mejora</i>	59
Tabla 13 <i>Proyección de la demanda de los principales productos de pastas</i>	61
Tabla 14 <i>Producción mínima diaria</i>	61
Tabla 15 <i>Especificaciones de cepilladora</i>	62
Tabla 16 <i>Especificaciones de lavadora por inmersión</i>	63
Tabla 17 <i>Especificaciones de túnel de cocción</i>	63
Tabla 18 <i>Especificaciones de tanque de mezclado de alto cizallamiento</i>	64
Tabla 19 <i>Especificaciones de cinta transportadora elevada</i>	64
Tabla 20 <i>Especificaciones de cinta transportadora</i>	65
Tabla 21 <i>Flujos de entrada por operación</i>	76
Tabla 22 <i>Tiempos estimados por operación</i>	77
Tabla 23 <i>Mudas eliminadas</i>	81
Tabla 24 <i>Comparativa de tiempos de ciclo</i>	82
Tabla 25 <i>Cálculo de takt time mejorado</i>	82
Tabla 26 <i>Ritmo de producción mejorado</i>	82
Tabla 27 <i>Detalle de cálculo de margen mejorado</i>	83
Tabla 28 <i>Proyección de demanda</i>	85
Tabla 29 <i>Nuevos costos de producción</i>	86
Tabla 30 <i>Flujo de caja anual</i>	86

Tabla 31 <i>Activos de inversión (Precios de maquinaria y equipos de producción)</i>	87
Tabla 32 <i>Presupuesto de inversión</i>	87
Tabla 33 <i>Prueba de rentabilidad</i>	88
Tabla 34 <i>Comparación de escenarios</i>	88



Lista de figuras

Figura 1 <i>Portafolio de principales productos de Sazonadores Teresita</i>	15
Figura 2 <i>Ubicación de Vital S.A.C en Google Maps</i>	16
Figura 3 <i>Distribución de planta</i>	17
Figura 4 <i>Organigrama</i>	20
Figura 5 <i>Mapa global de VITAL S.A.C.</i>	21
Figura 6 <i>Producción por línea</i>	21
Figura 7 <i>Participación por producto</i>	22
Figura 8 <i>Diagrama de flujo de producción de pastas</i>	23
Figura 9 <i>Producción vs capacidad</i>	24
Figura 10 <i>Producción vs demanda</i>	24
Figura 11 <i>Investigación de la causa</i>	27
Figura 12 <i>Pareto de incidencias</i>	33
Figura 13 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	34
Figura 14 <i>Distribución de planta del área de pastas</i>	37
Figura 15 <i>Análisis de los cinco ¿por qué?</i>	39
Figura 16 <i>Diagrama de operaciones de preparación de aderezo</i>	42
Figura 17 <i>Diagrama de bloques y balance de materia de la preparación de aderezo</i>	43
Figura 18 <i>Diagrama de cálculo de tiempo de ciclo de aderezo</i>	44
Figura 19 <i>Diagrama de operaciones de preparación de panca</i>	46
Figura 20 <i>Diagrama de bloques y balance de materia de preparación de panca</i>	47
Figura 21 <i>Diagrama de cálculo de tiempo de ciclo de panca</i>	48
Figura 22 <i>Diagrama de operaciones de preparación de ajo</i>	51
Figura 23 <i>Diagrama de bloques y balance de materia de preparación de ajo</i>	52
Figura 24 <i>Diagrama de cálculo de tiempo de ciclo ajo</i>	53
Figura 25 <i>Diagrama de operaciones mejorado para aderezo</i>	68
Figura 26 <i>Diagrama de operaciones mejorado para panca</i>	69
Figura 27 <i>Diagrama de operaciones mejorado para ajo</i>	70
Figura 28 <i>Diagrama de bloques y balance de materiales mejorado para aderezo</i>	71
Figura 29 <i>Diagrama de bloques y balance de materiales mejorado para panca</i>	72
Figura 30 <i>Diagrama de bloques y balance de materiales mejorado para ajo</i>	73

Figura 31 <i>Distribución del área de pastas mejorada</i>	74
Figura 32 <i>Diagrama hombre-máquina propuesto para aderezo</i>	78
Figura 33 <i>Diagrama hombre-máquina propuesto para panca</i>	79
Figura 34 <i>Diagrama hombre-máquina propuesto para ajo</i>	80



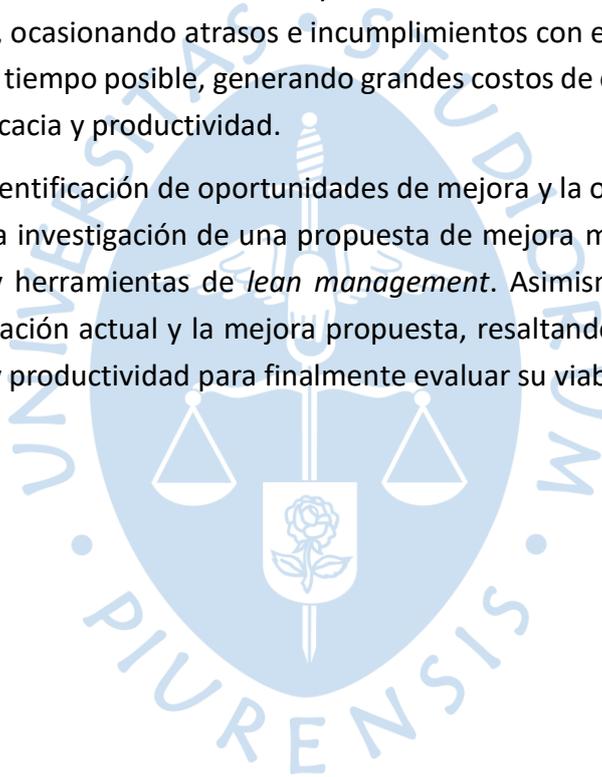
Introducción

Sazonadores Teresita es una marca piurana de condimentos, con más de 30 años de funcionamiento, perteneciente a la empresa matriz VITAL SAC, dedicada a la producción de alimentos y bebidas.

Sus condimentos se clasifican en cuatro categorías: sólidos, pastas, emulsificados y líquidos. Cada categoría cuenta con una línea de producción en batch y es considerada un macroproceso conformado por tres procesos: preparación, envasado y encajado. Conocidos como proceso 1, proceso 2 y proceso 3 respectivamente.

La categoría de condimentos que representa más del 50% de las ventas totales de la empresa es la de pastas. Sin embargo, pese a ser la línea estrella de la marca, no se le han aplicado mejoras, originando una línea costosa y anticuada. En la actualidad, la línea no logra abastecer la demanda, ocasionando atrasos e incumplimientos con el área de ventas, a pesar de producir el máximo tiempo posible, generando grandes costos de oportunidad y reflejando una baja eficiencia, eficacia y productividad.

En aras de la identificación de oportunidades de mejora y la optimización del proceso, la tesis se enfoca en la investigación de una propuesta de mejora mediante la aplicación de estudio de métodos y herramientas de *lean management*. Asimismo, busca establecer un contraste entre la situación actual y la mejora propuesta, resaltando indicadores operativos tales como eficiencia y productividad para finalmente evaluar su viabilidad económica.



Capítulo 1

Antecedentes y contexto de la empresa

1.1 Descripción de la empresa

Sazonadores Teresita, es una marca piurana de condimentos dirigida al sector socioeconómico C con una fuerte presencia tanto en el norte como en el oriente del Perú. Actualmente cuenta con una cartera de 20 productos entre sólidos, pastas, emulsificados y líquidos. En la **Figura 1** se pueden observar los productos estrella de la marca.

Figura 1

Portafolio de principales productos de Sazonadores Teresita



Nota: Imagen proporcionada por Vital S.A.C.

1.1.1 Ubicación

La fábrica de Vital S.A.C se encuentra en Mz. U Lote. 17 Z.I, atrás de Tottus Veintiséis de Octubre. En la **Figura 2** se puede observar la ubicación en el mapa.

Figura 2

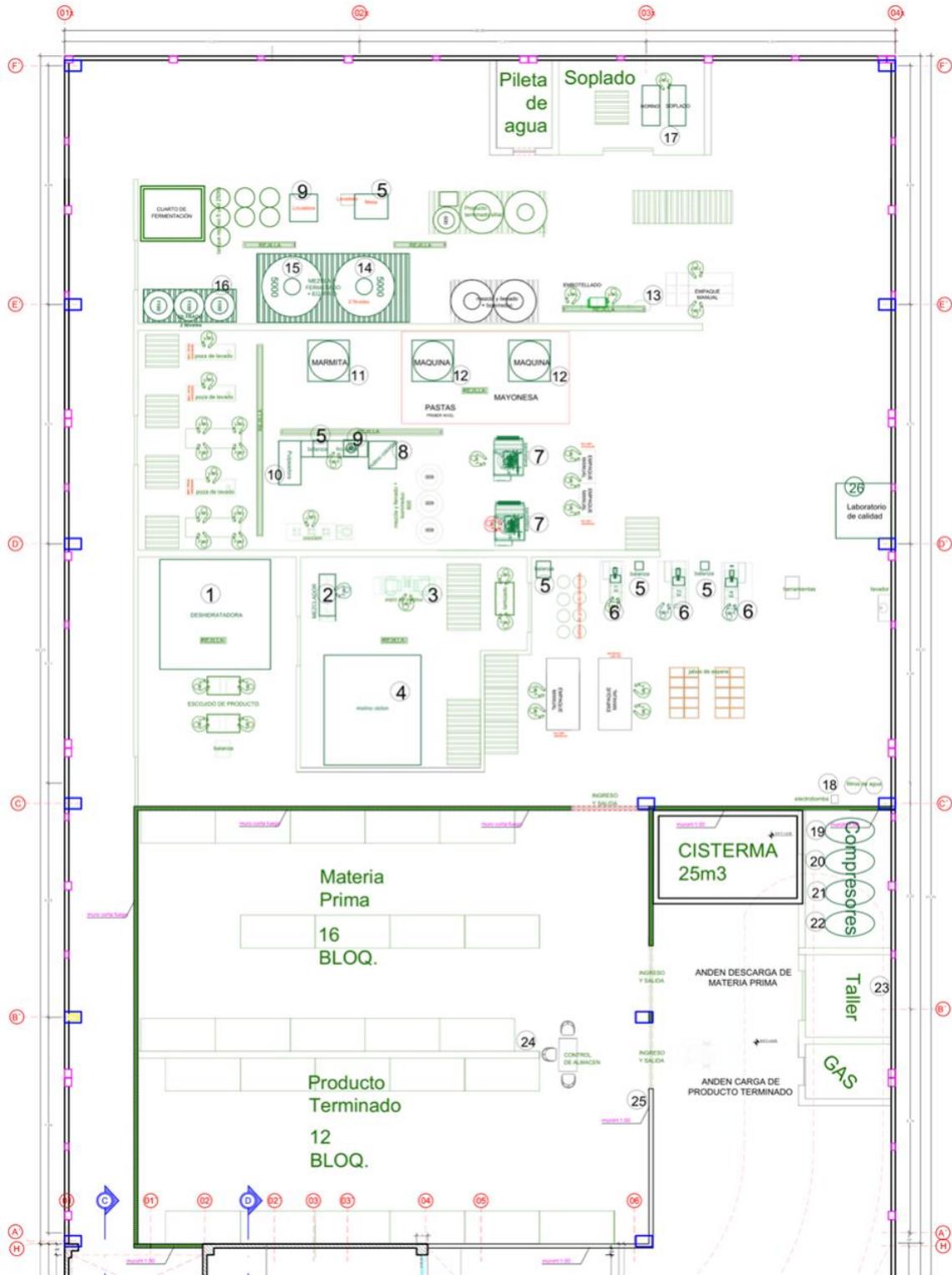
Ubicación de Vital S.A.C en Google Maps



1.1.2 Distribución de planta

La nave de producción se encuentra dividida en las áreas de pastas, líquidos, emulsificados, almacén, soplado y el patio de maniobras. En la **Figura 3** se aprecia a detalle la distribución de cada área en la planta de producción.

Figura 3
Distribución de planta



Nota: Plano proporcionado por Vital S.A.C.

1.2 Análisis de mercado

Sazonadores Teresita tiene como mercado objetivo a las amas de casa de los sectores socioeconómicos C. Según IPSOS (2021), multinacional de investigación de mercado, en el estudio nacional *Perfiles Socioeconómicos del Perú 2021*, el sector C supone al 2021 el 28.5% de la población nacional como se especifica en la **Tabla 1**.

Tabla 1
Distribución socioeconómica de hogares en el Perú (2019-2021)

	2019	2020	2021
NSE A	1.8%	1.6%	1.0%
NSE B	10.5%	10.8%	9.0%
NSE C	26.7%	27.7%	28.5%
NSE D	26.8%	24.8%	26.2%
NSE E	34.2%	35.1%	35.3%

Nota: Basado en la tabla "DISTRIBUCIÓN SOCIECONÓMICA DE HOGARES" (IPSOS, 2021)

1.2.1 Análisis de cinco fuerzas de Porter

Con el fin de visualizar la estructura competitiva, se llevó a cabo el mencionado análisis.

1.2.1.1 Poder de negociación de los proveedores. La cartera de proveedores de Vital S.A.C son acopiadores mayoristas en un mercado en el cual hay una extensa oferta, salvo excepciones puntuales, por lo que los productos se pueden conseguir de distintos proveedores si es que los principales llegaran a subir sus costos. Es decir, hay un bajo poder de negociación por parte de los proveedores.

1.2.1.2 Poder de los clientes. Dado que el mercado objetivo son las amas de casa del sector socioeconómico C, la empresa tiene un bajo poder de negociación ya que es un mercado muy sensible al precio y pueden cambiar fácilmente a otras marcas si encuentran opciones más económicas si se asemejan a sus necesidades de calidad.

1.2.1.3 Amenaza de productos sustitutos.

Dada la rica diversidad culinaria del Perú, existen distintos productos que pueden cumplir con la función de dar sabor a la comida ya sea como productos genéricos en los mercados o también pueden optar por usar productos caseros en vez de comprarlos.

1.2.1.4 Amenaza de nuevos competidores. La barrera de entrada para posicionar una marca económica de condimentos es baja ya que no se requiere una cuantiosa inversión para empezar a producir, esto se ejemplifica con la gran variedad de marcas de condimentos que compiten en el mercado.

1.2.1.5 Rivalidad entre competidores existentes. Condimentos Teresita es una marca distribuida en la región norte y oriente del Perú y se enfoca en el sector C; dentro de ese mercado compiten marcas como Sibarita, Lopesa, Meri, Walibí, Ricasa entre otros por lo que la competencia es muy alta y todos compiten con productos económicos que cumplen con la calidad de la ama de casa del sector.

1.3 Análisis interno de la empresa

A continuación, se brindarán detalles de la estructura de la organización y sus procesos internos.

1.3.1 Organigrama de Vital S.A.C

Con el objetivo de ofrecer una visión clara y estructurada de la jerarquía y funciones dentro de Sazonadores Teresita, se presenta su organigrama en la **Figura 4**. Como se puede apreciar, la empresa está dividida en cinco departamentos fundamentales: comercial, producción, marketing y publicidad, logística y mantenimiento.

1.3.1.1 Departamento comercial. Se encarga de realizar las ventas y generar ingresos económicos para la empresa. Dentro del departamento se dividen las funciones ya sea por zonas de distribución externas a Piura o por canales mayoristas dentro de Piura.

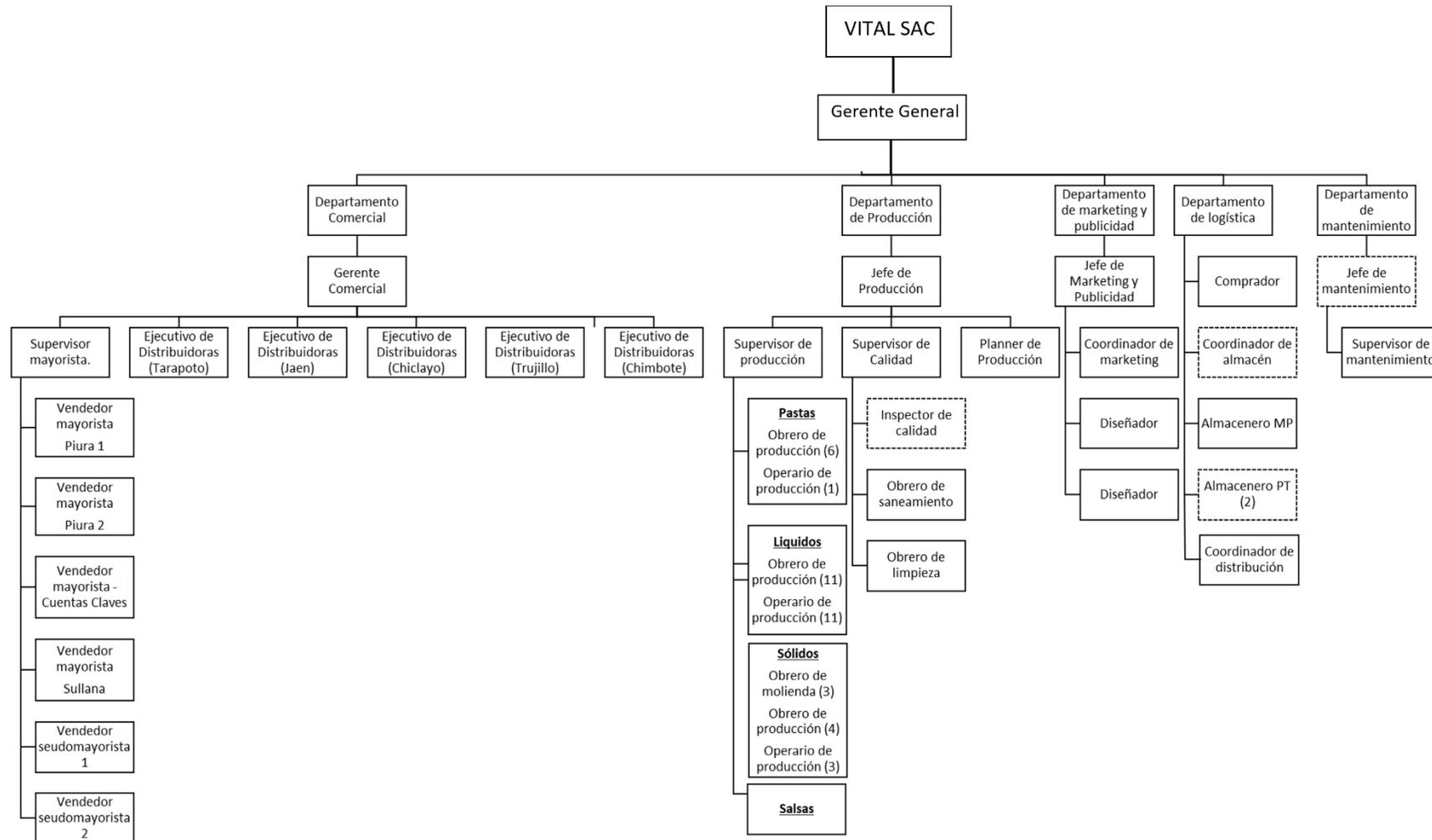
1.3.1.2 Departamento de producción. Responsable de producir a bajo costo y con la calidad parametrada, los productos del portafolio. En este departamento se encuentran las áreas de planificación, producción y calidad.

1.3.1.3 Departamento de marketing y publicidad. Encargado de realizar las investigaciones de mercado, desarrollo de imagen, promoción y posicionamiento de la marca en el mercado.

1.3.1.4 Departamento de logística. Engloba las áreas de compras, encargada de las adquisiciones y servicios, área de almacén, encargada de la administración y almacenamiento de materias primas, insumos y producto terminado, área de distribución, encargada de coordinar la entrega de pedidos a los clientes.

1.3.1.5 Departamento de mantenimiento. Encargado de velar por el buen estado de las instalaciones y realizando el mantenimiento requerido a los equipos y maquinaria de la empresa para prolongar su vida útil.

Figura 4
Organigrama



1.3.2 Mapa global

Los procesos de VITAL S.A.C empiezan desde la planificación en ventas hasta la entrega de pedidos a los clientes; en la **Figura 5** se muestra la estructura de sus procesos estratégicos, operativos y de soporte, mediante un mapa global.

Figura 5

Mapa global de VITAL S.A.C.



1.3.3 Producción por línea

Tal como se mencionó en la introducción, existen cuatro líneas. En la **Figura 6**, se puede apreciar la participación de cada una de ellas en el año 2023. La línea de pastas supuso el 54% del total de la producción; en esta línea se manejan seis productos: aderezo, aderezo de pavo, ajo, panca, culantro, ají amarillo y ají pollero. Siendo el 84% de esta línea representada por tres productos, como se muestra en la **Figura 7**: aderezo, panca y ajo.

Figura 6

Producción por línea

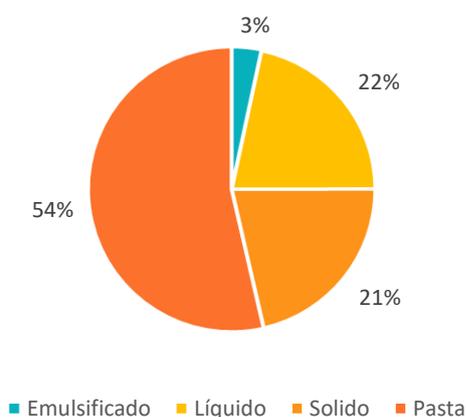
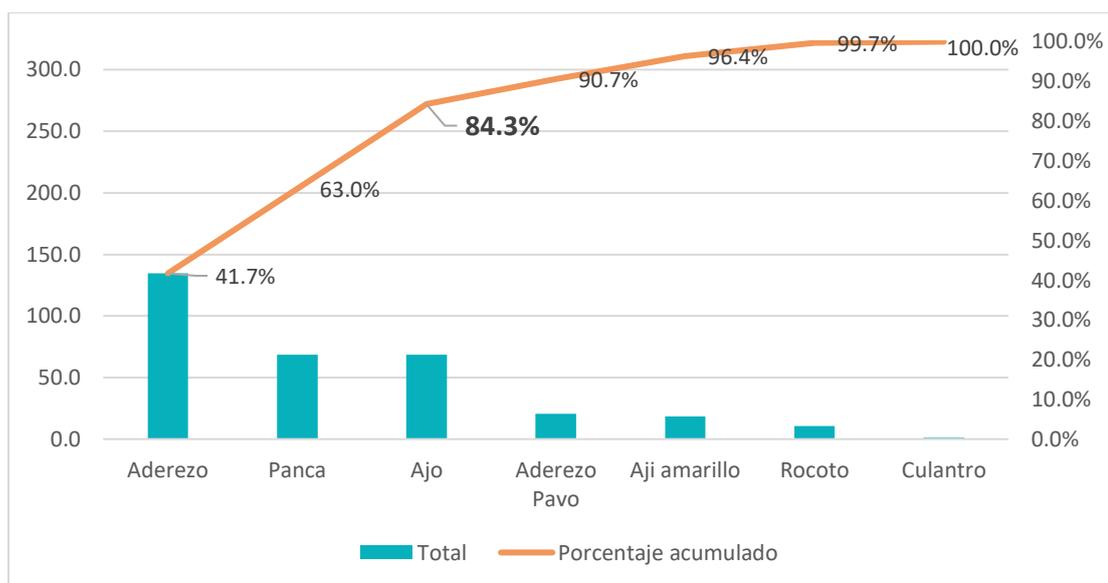


Figura 7
Participación por producto



La producción de pastas durante el 2023 fue de 333.6 toneladas y según la información comercial de Vital S.A.C, se espera un crecimiento proyectado en esta línea del 10% en ventas; este dato se utilizará para la proyección de la capacidad necesaria de esta línea.

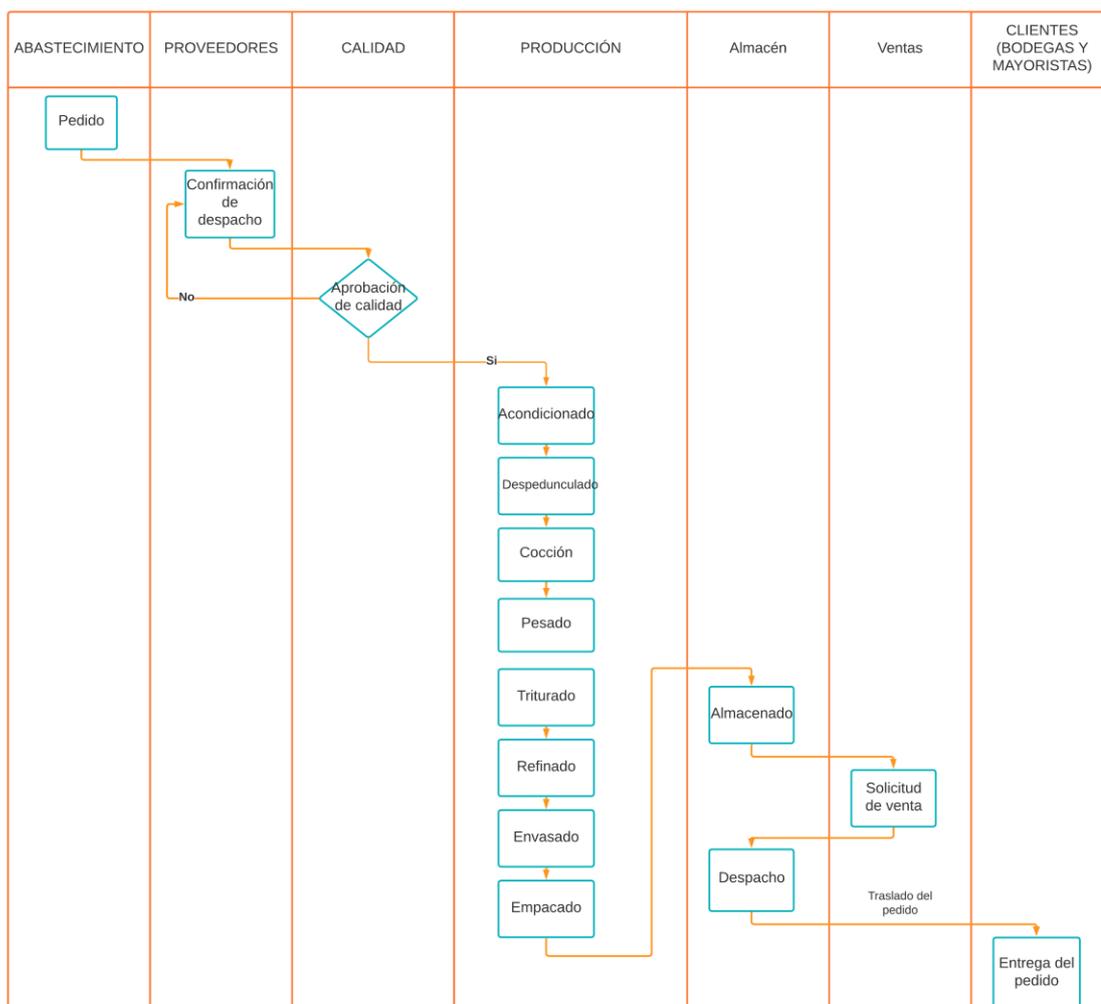
Dado que más del 80% de la producción de pastas se centra en tres productos principales, la presente tesis se enfocará en mejorar la producción de dichos productos: aderezo, panca y ajo.

1.3.4 Proceso general de la producción de pastas

Todas las semanas se realizan pedidos de materias primas e insumos a los proveedores según la planificación de producción realizada, esta planificación sigue a la planificación de ventas y al stock en almacén. El pedido se receptiona y es aprobado o no por el área de calidad, de no cumplir con los estándares de calidad el pedido es rechazado. La materia prima aceptada se procesa dentro de planta, se empaca, embala y almacena para su posterior venta. Cuando el área de ventas tiene pedidos, se solicita a almacén el despacho y se distribuye con la flota vehicular de la empresa por zonas. En la **Figura 8** se puede apreciar el proceso general de los principales productos de la línea de pastas mediante un diagrama de flujo horizontal.

Figura 8

Diagrama de flujo de producción de pastas



1.3.5 Indicadores generales

Se presentan indicadores generales para tener una visión panorámica de la situación actual del área de producción de la empresa:

1.3.5.1 Nivel de uso de la capacidad de planta. La intención de este indicador es reflejar el porcentaje de uso de la capacidad de la planta; para construirlo se ha usado información de la producción del año 2023, y la capacidad se ha estimado en base a la cantidad de lotes de cada producto que puede producirse por día⁷ y el promedio del número de días destinado a la producción de cada producto mensualmente. La producción mensual versus la capacidad de producción se plasma en la **Figura 9**.

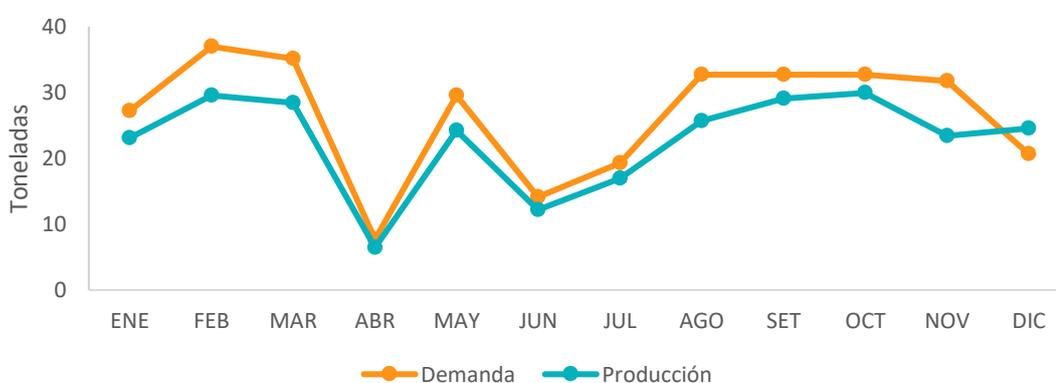
⁷ Información recopilada en "Diagrama de cálculo de tiempo de ciclo de aderezo", "Diagrama de cálculo de tiempo de ciclo de panca" y "Diagrama de cálculo de tiempo de ciclo de ajo" en el Capítulo 4.

Figura 9*Producción vs capacidad*

Se observa que la producción mensual de las principales pastas está en promedio un 44% debajo de la capacidad teórica de planta, reflejando una alta capacidad ociosa.

1.3.5.2 Costo de oportunidad. Con el fin de plasmar en términos tangibles la demanda no cubierta, se compara la demanda y la producción del año 2023 en la **Figura 10**, donde se observa la tendencia que sigue la producción tratando de abastecer la demanda promedio mensual, mostrando una brecha de producción del 13.8%, originando así un costo de oportunidad de S/ 763 724.2 en ventas.

Considerando que la empresa tiene una política de 0 horas extras, si la producción se ve retrasada, en raras ocasiones se aprobarán turnos extras para satisfacer la demanda, lo que significa que se pierde la demanda.

Figura 10*Producción vs demanda*

El elevado nivel de capacidad ociosa y el alto porcentaje de pérdida de demanda, indicadores relacionados entre sí, son síntomas de un problema en el área de producción de pastas, cuyo análisis se profundizará en el Capítulo 3.

Capítulo 2

Marco teórico

En este capítulo se desarrollará un contexto conceptual de metodologías de optimización de procesos que permitan atacar el problema identificado, como lo son estudio de métodos y *lean management*. En aras de informar al lector y simplificar la lectura, se profundizará en aquellas metodologías más innovadoras, pero no menos importantes, las cuales serán definidas de manera teórica a continuación y de manera práctica en los siguientes capítulos.

Primero, es importante mencionar que las metodologías detalladas son parte del pensamiento de *lean management*. "Es una forma de pensar en crear el valor necesario con menos recursos y menos desperdicio. Es una práctica que consiste en la experimentación continua para lograr el valor perfecto sin desperdicio. El pensamiento Lean y la práctica ocurren juntos" (Lean Enterprise Institute, 2020).

Frente a desviaciones o problemas, propone mecanismos de acción correctivos como el modelo de las ocho disciplinas, mecanismos de mejora como 5S's de *kaizen* y siete desperdicios e indicadores de medición de eficiencia como el *takt time*.

2.1 Modelo de las ocho disciplinas (8D)

Es una metodología con un enfoque de resolución de problemas, orientada a encontrar la causa raíz, idear una solución a corto plazo y efectuarla de manera integral a largo plazo de manera estructurada y documentada.

Fue desarrollada por la "Ford Motor Company" alrededor de 1980 y se convirtió en el método de trabajo principal para la documentación de la empresa. Actualmente no solo es aplicada en la industria automotriz, sino que ha logrado expandirse a diversas industrias, convirtiéndose en uno de los modelos más poderosos para resolver problemas. Consta de ocho pasos desarrollados por un equipo multidisciplinario.

" El objetivo 8D es definir el problema, implementar contención, corregir y eliminar la preocupación, mejorar los sistemas de control de calidad y documentar e informar los hallazgos " (Zarghami & Benbow, 2017).

Los pasos generales para implementar las ocho disciplinas varían levemente la secuencia según el autor, principalmente porque algunos reconocen un paso cero con la documentación del problema, y otros parten desde ahí. A continuación, se detallarán de manera genérica:

2.1.1 Definir el problema

En esta fase se identifica el problema que se abordará y se trata de aislar de los clientes, aplicando soluciones de emergencia puntuales.

2.1.2 Formar el equipo

Los miembros y líder del equipo deben ser designados por la dirección, ya que necesitan tener conocimientos relevantes y relacionados con el área del problema, para Zarghami & Benbow (2017) esta etapa requiere paciencia porque los miembros del equipo pasarán por las etapas de formación, normatividad y tormenta para poder llegar al desempeño. El líder del equipo requiere un mayor conocimiento de la metodología 8D que del tema a tratar en sí.

2.1.3 Describir el problema

El problema necesita ser medible para poder ser mejorado, ya que no se puede mejorar aquello que no se puede medir.

2.1.4 Desarrollar acciones de contención

Provisionalmente, como se mencionó en el primer paso, se ejecutan medidas para proteger al cliente, esta medida es temporal y suele eliminarse cuando se implementa la solución permanente. “Se busca contener el problema desde una perspectiva de costo, calidad y tiempo, así como ganar tiempo mientras se encuentra la causa raíz” (Socconini, 2019).

2.1.5 Definir la causa raíz

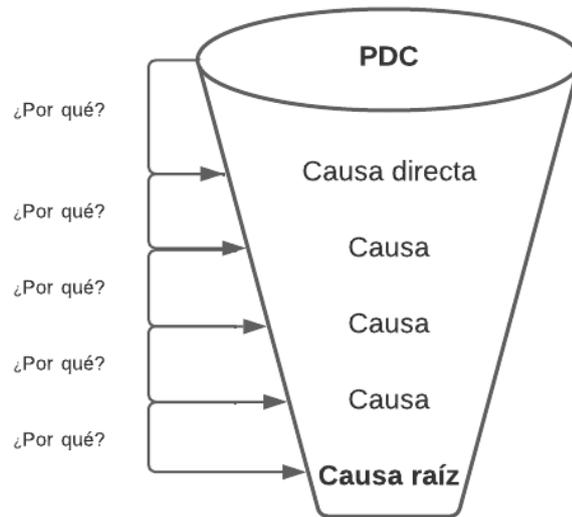
Este es el punto más importante, la búsqueda de la causa raíz. Liker (2004) en su libro “Las claves del éxito de Toyota” menciona que Taiichi Ohno, cocreador del *Toyota Production System* (TPS), sostenía en que la solución real del problema precisaba identificar la causas raíz en vez de la fuente, ya que la causa raíz muchas veces, se encuentra muchos eslabones atrás de la fuente. Se utilizan como herramientas el diagrama de Ishikawa y el análisis de los cinco ¿por qué?

El diagrama de Ishikawa, también conocido como espina de pescado o diagrama causa efecto, es una herramienta de pensamiento divergente que permite analizar la causa raíz desde distintas dimensiones como: método, medición, maquinaria, entorno, material y personal. Estas categorías varían según el autor, pero suelen usarse sinónimos.

El análisis de los cinco ¿por qué? es una herramienta integral del *kaizen*, para Liker (2004) es una de las bases del éxito de Toyota porque es está orientada al proceso y a la mejora continua, lo que permite alcanzar los resultados financieros esperados.

Se inicia con la identificación de la causa más probable (es decir, el punto de causa [PDC]) lo cual direcciona aguas arriba hacia la causa raíz, a través de la estrategia de preguntar por qué cinco veces, con el fin de identificar causas cada vez más profundas. Proponer soluciones a los síntomas y causas superficiales proporciona soluciones temporales, ahondar en las causas que preceden a dichas causas superficiales proporciona soluciones a un plazo más extenso. Ver **Figura 11**.

Figura 11
Investigación de la causa



Nota: Basado en la imagen “Proceso práctico de resolución de problemas en Toyota” (Liker, 2004)

2.1.6 Desarrollar acciones correctivas

En esta fase se idean posibles correcciones a través del método científico para evitar incurrir en consecuencias no deseadas. Debe ser pragmática y rentable. Una vez implementada es necesario un control constante para verificar su efectividad.

2.1.7 Desarrollar acciones preventivas

En esta etapa se plantean acciones que evadan la reincidencia o efectos negativos indeseados de la solución.

2.1.8 Reconocer el trabajo en equipo

La retroalimentación permite reconocer el valor aportado por cada integrante y solidificar el valor del proceso 8D. Quality-One International (2016) recomienda documentar las acciones aprendidas y hacer una comparativa sobre el antes y después del problema.

2.2 5S's de *kaizen*

Primero, es importante resaltar que la palabra *kaizen* es una palabra de origen japonés cuyo significado es mejora continua. Una de sus disciplinas es las 5S's, que tienen como objetivo garantizar el orden y la limpieza, a través de cinco pasos, cuyos nombres provienen de sus vocablos japoneses: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* y *shitsuke*; que significan, respectivamente: clasificar, ordenar, limpiar, sistematizar y autodisciplina.

Es importante mencionar que en la filosofía *kaizen*, la palabra *gemba* hace referencia al lugar de trabajo o donde ocurren las actividades que añaden valor para la satisfacción de las necesidades del cliente.

2.2.1 *Seiri* (整理)

Esta filosofía contempla la existencia de solo dos categorías: lo necesario y lo innecesario. Este paso pone en evidencia los despilfarros existentes y es aplicable a maquinaria, herramientas, útiles, materia prima, trabajo incompleto y defectuoso, entre otros.

Imai (2012) recalca que se debe iniciar con una campaña de etiquetado de lo innecesario y lo necesario a mediano plazo, para proceder con su eliminación y su asignación de lugar, respectivamente. Se debe decidir la cantidad de cosas que pueden permanecer en el *gemba* y cuáles deben ser enviadas a un punto cercano para cuando sean requeridas.

Cuatrecasas (2017) menciona que si bien se debe adherir etiquetas rojas a los elementos que se sospeche son innecesarios, se debe esperar un tiempo prudencial realizando las actividades normales para deducir cuáles se han utilizado y cuáles no.

2.2.2 *Seiton* (整頓)

Este paso se centra en el ordenamiento de los elementos identificados como útiles o necesarios en el paso anterior.

Imai (2012) recomienda que una vez que se tengan las cosas mínimamente necesarias, se categoricen según su frecuencia de uso y se acomoden en un punto cercano y de fácil ubicación, es decir, en una ubicación óptima donde el tiempo de búsqueda sea mínimo. Además, recomienda inventariar dichos elementos con su nombre, cantidad y posición asignada, y especificar cuál es la cantidad máxima permitida de cada una en el *gemba*, con el objetivo de garantizar un flujo continuo con la menor cantidad de artículos en el lugar de trabajo.

2.2.3 *Seiso* (清掃)

Se basa en limpiar todo relacionado con el trabajo, como maquinaria y herramientas, la estación de trabajo en general.

2.2.4 Seiketsu (清潔)

Este paso plantea mantener los pasos anteriores de manera adecuada, es decir, utilizando los métodos, instrumentos, indumentaria y equipos de protección personal adecuados. Para luego establecer sistemas y procedimientos y garantizar la continuidad de los tres pasos anteriores, detallándose frecuencia, encargados y fechas programadas. Con el fin de que pueda implantarse de la manera más sencilla posible.

2.2.5 Shitsuke (躰)

Este paso final garantiza la autodisciplina por medio de la práctica constante. "No solo cuando la motivación y el tiempo lo permitan" (Cuatrecasas, 2017).

2.3 Siete desperdicios o mudas

La palabra muda o desperdicio en el ámbito empresarial hace referencia a actividades que no aportan valor para el cliente. "Cualquier otro esfuerzo realizado en la empresa que no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio tal como lo requiere el cliente" (Socconini, 2019).

Imai (2012) sostiene que son actividades innecesarias, por las que no está pagando el cliente, ya que no aportan valor al producto final y su aplicación obtiene como resultado instalaciones limpias y ordenadas, lo que está estrechamente relacionado con la disciplina de las 5S's.

A continuación, se mencionarán brevemente las mudas responsables de reducir la productividad del proceso:

2.3.1 Muda de sobreproducción

"Producir más allá de la cantidad solicitada de producto o antes de que sea solicitada" (Cuatrecasas, 2017).

Este exceso se produce cuando se incurre en un gasto de recursos innecesario o anticipado, ya sea que no tiene un cliente o se adelanta al tiempo de entrega.

2.3.2 Muda de sobreinventario o existencias

"El sobreinventario es cualquier material, producto en proceso o productos terminados que exceden a lo que se necesita para satisfacer la demanda del cliente" (Socconini, 2019).

Se refiere a los materiales o productos estacionados, está relacionado directamente con el desperdicio de sobreproducción ya que preside de recursos para cuando se necesiten, existiendo la posibilidad de que no lo llegue a hacer y se desperdicie.

2.3.3 Muda de productos defectuosos

Indirectamente relacionada con las mudas previamente mencionadas, supone un malgasto de recursos empleados para la producción, desde insumos materiales hasta tiempo, que finalmente no agregará valor al cliente.

2.3.4 Muda de transporte

Mover materiales, herramientas, producto en proceso o terminado sigue siendo un desperdicio no solo porque no representa un cambio de valor para el cliente, pero sí un costo y una amenaza a la integridad del producto para la empresa. Sin embargo, es una pérdida de tiempo que a veces es inevitable como el transporte hasta el cliente, siendo fundamental identificar los transportes evitables para poder eliminarlos.

2.3.5 Muda de procesos inapropiados

En la misma línea de los productos defectuosos, un trabajo mal realizado implicar realizar una o más tareas adicionales, significados mayor gasto de recursos, pérdida de tiempo, disponibilidad, retrasos, entre otros.

2.3.6 Muda de espera

Las esperas están relacionadas al personal que espera que una máquina termine su trabajo o viceversa para continuar con el proceso productivo, ya sea por los tiempos de preparación, falta de suministro de insumos, ajustes. Las esperas o paradas son un desperdicio porque no significan un valor adicional para el cliente, pero sí un costo.

2.3.7 Muda de movimientos innecesarios

Este exceso hace referencia al traslado que realizan los operarios para cumplir con sus actividades sin ser crucial para agregar valor al producto y está relacionado con una distribución de planta deficiente y desorganizada, ya que las tareas deben realizarse a su alcance y de manera secuencial.

2.4 Takt time

Se trata de una tasa de producción definida por las necesidades de los clientes, estableciendo así una velocidad mínima necesaria y representando un indicador clave de eficiencia en la gestión operativa. Tiene como objetivo ajustar la producción a la demanda, pero, a diferencia de otros indicadores de eficiencia que simplemente consideran el nivel de producción, el *takt time* también incorpora el tiempo necesario para cumplirla.

Es uno de los indicadores operativos claves en *lean management*, ya que su enfoque se alinea con la filosofía de eliminar desperdicios y optimizar procesos. Se calcula de la siguiente forma:

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda} \dots \quad (1)$$

En la práctica, el ritmo de producción real debe acercarse lo más posible al valor establecido por el *takt time*. Si la tasa de producción real es mayor, indica que la demanda prevista no se está cumpliendo, lo que podría resultar en pérdida de oportunidades de mercado o insatisfacción del cliente. Por otro lado, si la tasa de producción es muy menor, sugiere la generación de sobreproducción, llevando a un exceso de inventario y posiblemente a costos innecesarios.

“Para que una empresa pueda satisfacer a su demanda, requiere de un tiempo de ciclo menor al Takt Time, de modo que no tenga que recurrir al uso de horas o turnos extra para completar el trabajo” (ESAN, 2015).



Capítulo 3

Diagnóstico del problema

En el Capítulo 1 se descubrieron síntomas de un problema mayor: un elevado nivel de capacidad ociosa y un alto porcentaje de pérdida de demanda. En términos operativos, el problema se perfila a una producción ineficaz.

Para desglosar el impase, es indispensable empezar identificando los sucesos más frecuentes que impactan en la producción mediante un análisis de Pareto, con esto, se seleccionará el problema a tratar y se identificará un potencial punto de causa, y valiéndose del diagrama de Ishikawa y el análisis de mudas se hallarán las posibles causas antecesoras. Finalmente se profundizará hasta encontrar la causa raíz mediante la aplicación de los cinco ¿por qué?

3.1 Análisis de causas

Después de un mes de visitas a la planta, se recopiló información de un total de 40 eventos que afectaron a la producción, promediando dos eventos diarios. En la

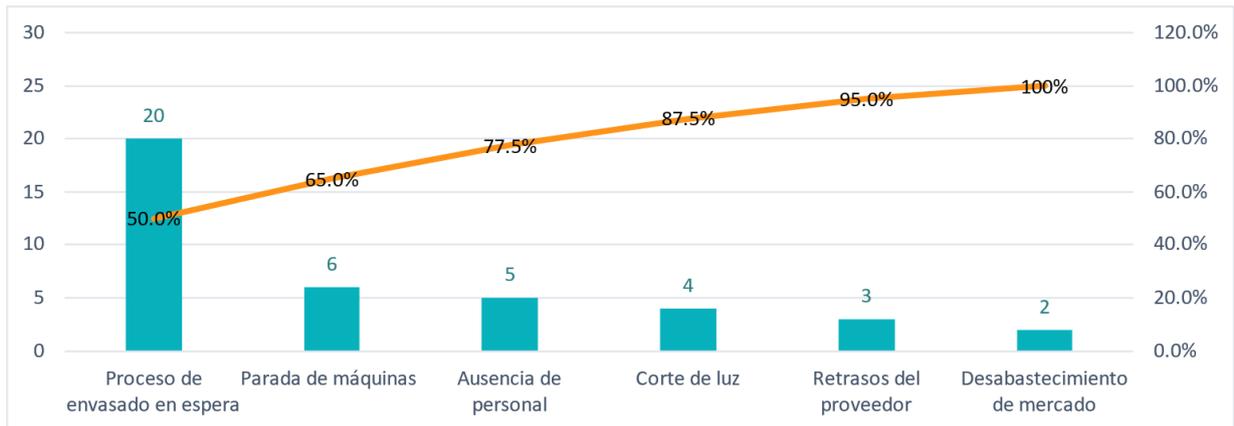
Tabla 2 se plasman los eventos más recurrentes, destacando aquellos que afectan directamente la eficacia de la producción, en orden descendente, según la frecuencia de los incidentes.

De los problemas presentados, el proceso de envasado en espera de suministro representó la mitad de los incidentes totales teniendo una incidencia diaria del 100%, lo que representa un cuello de botella. Abordar la primera problemática conllevaría a la resolución del 50% de los desafíos identificados, su importancia se puede apreciar en la **Figura 12**.

Tabla 2

Eventos presentados

Problemas	Frecuencia	Incidencia diaria	Incidencia total
Proceso de envasado en espera de suministro	20	100%	50%
Parada de máquinas por fallas técnicas	6	30%	15%
Ausencia de personal	5	25%	12.5%
Corte de luz	4	20%	10%
Proveedor no entrega pedido a tiempo	3	15%	7.5%
Desabastecimiento de insumos en el mercado	2	10%	5%

Figura 12*Pareto de incidencias*

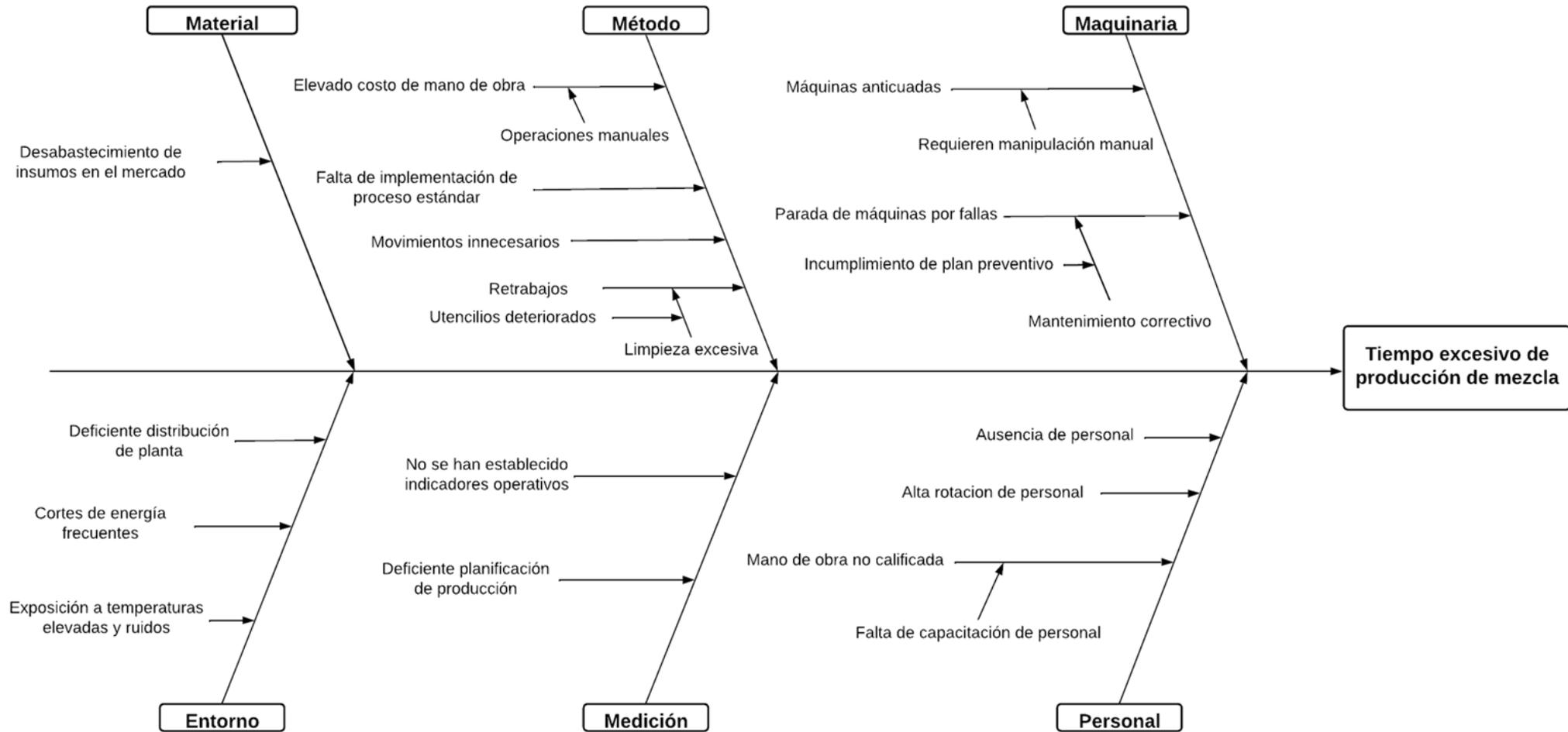
Antes de buscar un posible punto de causa es importante enfatizar que la línea de pastas es un macroproceso conformado por tres procesos: preparación, envasado y empacado. Lo que quiere decir que, si se presenta un problema por falta de suministro para envasar, se trata en realidad de un problema inherente al proceso de preparación. Un punto de causa directo, **PDC** de aquí en adelante, sería que el proceso de producción de mezcla excede el tiempo estimado. Se referirá al proceso de producción de mezcla como **proceso** de aquí en adelante, en aras de simplificar la lectura.

3.1.1 Diagrama de Ishikawa

Se utilizó un diagrama de *Ishikawa*, como una de las herramientas para identificar las causas del PDC. Ver **Figura 13**.

Figura 13

Diagrama de Ishikawa



El diagrama de Ishikawa elaborado consta de las seis dimensiones existentes: maquinaria, método, personal, medición, entorno y material. Las cuales tienen un efecto en el problema identificado y guardan una estrecha relación entre sí.

3.1.1.1 Maquinaria. Se trata de un proceso anticuado, el cual experimenta interrupciones recurrentes debido a fallos en las máquinas, originadas como consecuencia de la exclusiva aplicación de mantenimiento correctivo, derivado de la falta de adhesión al plan preventivo establecido.

3.1.1.2 Método y personal. La dimensión de método tiene una estrecha relación con la dimensión de personal o mano de obra.

Cuatro de seis operaciones son manuales, sin embargo, las dos operaciones maquinizadas requieren manipulación manual también, comprometiendo un elevado costo de mano de obra y supervisión, el cual representa, en promedio, un 28% del costo total de producción según la **Tabla 3**. A su vez, la materia prima y el empaque suponen en promedio un 52%, y 20% respectivamente del total de producción. Se afirma así que, el principal responsable del alto costo de producción es pastas es la mano de obra directa.

Tabla 3

Costo de producción en soles por tonelada de los principales productos de pastas

Costos	Pasta de aderezo	Pasta de panca	Pasta de ajo
Costo de materia prima	2 048	2 299	2 503
Costo de mano de obra directa	406	457	457
Costo gas	7	17	18
Costo de energía	8	9	5
Costos de material de empaque	861	915	827
Costo de supervisión	657	843	844
Costo total de producción	3 987	4 540	4 653

Nota: Esta tabla ha sido creada a partir de la información recopilada de costos unitarios de: insumos, materia prima, personal y consumo energético en el área de producción de Vital S.A.C

Sobre el segundo punto, si bien se trata de un proceso manual que ha sido estandarizado y plasmado en un documento, debido a la falta de capacitaciones, el personal no sigue una secuencia de tareas estrictamente que ayude a reducir y controlar los tiempos muertos, sino que realiza las actividades de acuerdo con las necesidades que se presentan para cumplir con cada operación, incrementando el tiempo de producción. A su vez, la ausencia y alta rotación de personal ocasionada por falta de equipos de protección personal y altas temperaturas. Los desplazamientos innecesarios, por una deficiente distribución de planta, y los retrabajos de limpieza provocados por el uso de utensilios deteriorados causan que la secuencia de operaciones y los tiempos para ejecutarlas varíen de manera constante, ralentizando considerablemente el proceso.

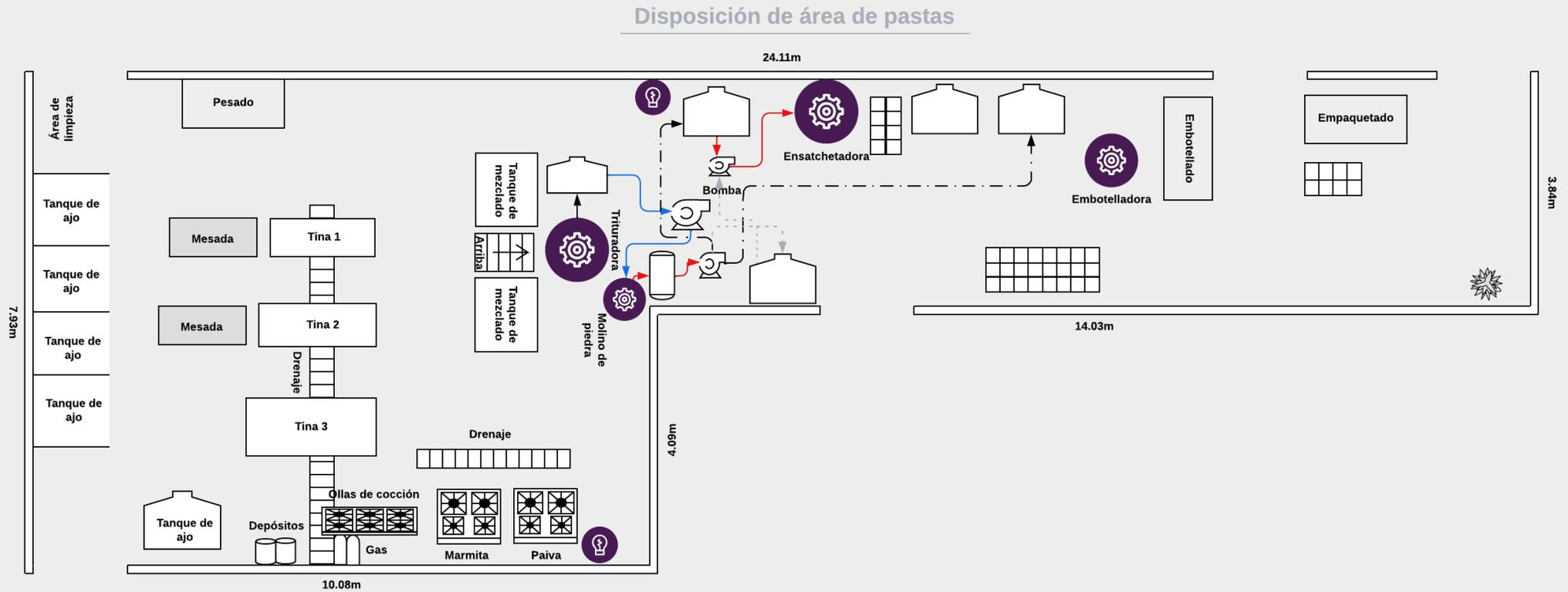
3.1.1.3 Medición. Se constató una planificación deficiente de la producción por parte del equipo encargado, incidiendo en la incapacidad para cumplir con la demanda prevista. Igualmente, la ausencia de indicadores operativos durante el proceso dificulta la supervisión y el control efectivo de la producción.

3.1.1.4 Entorno. Se presentan factores externos como cortes de energía, que, si bien no son problemas recurrentes, han llegado a afectar la producción.

En la distribución de planta, se revela una deficiencia palpable. A pesar de que cada uno de los procesos sigue la misma secuencia de operaciones, la distribución no es armónica. Surgiendo así un desorden persistente, generando transportes innecesarios. En el área de trabajo se encuentran numerosos utensilios y máquinas en desuso contribuyendo a la dificultad del desplazamiento, generando grandes pérdidas de tiempo. Ver **Figura 14** .

3.1.1.5 Material. En este aspecto también se presentan factores externos como desabastecimiento de insumos en el mercado de manera puntual, retrasando el proceso.

Figura 14
Distribución de planta del área de pastas



3.1.2 Análisis de mudas

En las visitas a fábrica se identificaron las siguientes mudas:

3.1.2.1 Muda de procesos inapropiados. Entre las operaciones de acondicionado, cocción y pesado se ha observado que los utensilios utilizados por el personal son inadecuados para el proceso, incluso están bastante deteriorados, ocasionando que el espacio de trabajo se ensucie constantemente y necesite ser limpiado constantemente durante el proceso de producción para poder continuar con las actividades, ocasionando retrabajos.

3.1.2.2 Muda de espera. En la producción de panca y aderezo, la cual será detallada en el siguiente capítulo, la operación de mezclado depende del remojo, la cocción y el pesado seco, son actividades que se realizan en paralelo que preceden a la operación del pesado húmedo para el posterior mezclado. Sin embargo, el proceso se realiza de una forma muy desordenada y esto repercute en la limpieza y orden del área, por lo que la operación de pesado seco constantemente se retrasa, retrasando así toda la línea de producción y tratándose de un posible cuello de botella. A su vez, la operación de trituración espera al mezclado de cada lote.

3.1.2.3 Muda de transporte. Entre las operaciones de cocción, remojo, pesado y mezclado se observa como todo el tiempo el producto está siendo trasladado entre áreas de manera manual con la ayuda de baldes. La disposición en planta no es la adecuada debido a que todas las unidades de trabajo están desordenadas y hay un exceso de baldes y jabas acumuladas en distintos puntos, lo cual es subóptimo e incluso es riesgoso para los operarios.

3.1.2.4 Muda de movimientos innecesario. En el proceso de pesado, el operario se desplaza frecuentemente entre distintas áreas en busca de insumos o utensilios, generando significativas pérdidas de tiempo y cuellos de botella, dado que las operaciones subsiguientes, que dependen de esta etapa, quedan en estado de espera.

Las mudas mencionadas generan que el proceso tenga una gran cantidad de tiempo utilizado en actividades improductivas; correspondiendo al 30% del tiempo total. Igualmente hay productos no contemplados en este estudio que requieren la contratación de personal externo, debido a la falta de máquinas y el exceso de movimiento del proceso manual.

3.1.3 Análisis de los cinco ¿por qué?

Los análisis utilizados en los dos puntos anteriores representan una lluvia de ideas de las posibles causas, con esta herramienta se busca canalizar los esfuerzos hacia la identificación de la causa raíz, descartando las causas más alejadas. En la **Figura 15**, se partió del problema de mayor incidencia identificado al inicio de este capítulo. Donde tras plantear una serie de incógnitas consecutivas se llegó a la conclusión de que la causa raíz reside en la ineficiencia y tediosidad del proceso actual, el cual está sometido a condiciones incómodas y se desarrolla en una distribución de planta inadecuada.

Figura 15*Análisis de los cinco ¿por qué?*

	¿Por qué el proceso de envasado se encuentra en espera recurrentemente?	¿Por qué la preparación de mezcla es lenta?	¿Por qué se realizan movimientos innecesarios y retrabajos?	¿Por qué el personal no sigue una secuencia de tareas?	¿Por qué el proceso no está estandarizado?	Soluciones
Proceso de envasado en espera de mezcla	Porque la preparación de mezcla es un cuello de botella	Porque es un proceso manual	Personal ejecuta sus tareas en un orden distinto cada día	Porque el proceso no está estandarizado	Condiciones inestables	Modernizar el proceso, reduciendo al máximo posible la intervención manual
		Porque se realizan movimientos innecesarios y retrabajos de limpieza	Porque las unidades de trabajo de las operaciones se encuentran en desorden	Porque la distribución de planta no se ajusta a la secuencia de operaciones	Diseño de métodos deficientes Proceso tedioso con exposición a ruido y altas temperaturas	

Capítulo 4

Levantamiento de información

En este capítulo se levanta información de tiempos y balance de materiales de los métodos actuales. Se plasman las operaciones que conforman el proceso actual mediante flujogramas sinópticos, balances de materiales entre cada una de sus operaciones a través de diagramas de bloques y tiempos de ejecución de dichas operaciones haciendo uso de diagramas⁸ para el cálculo de tiempo de ciclo.

4.1 Situación actual

Se hicieron visitas continuas a la planta, con el fin de conocer detalladamente los principales procesos y sus respectivas operaciones y tareas, así también como el tiempo, condiciones y cantidades tomadas por cada una de ellas. Los tiempos tomados incluyen tiempos de limpiezas intermedias ocasionadas por una mala praxis, más no tiempos de limpiezas al final de producción.

Es importante recalcar que actualmente la mayor parte del proceso es manual y si bien se encuentra estandarizado, la alta rotación de personal y la falta de capacitaciones y control, ocasiona que la secuencia de operaciones y sus tiempos varíen constantemente, lo que representa una gran dificultad para levantar información, por lo que los diagramas a continuación reflejan la secuencia y duraciones promedio recopiladas durante un mes de visitas a la planta.

En Teresita, planifican la producción destinando un número de días exacto para cada producto, tratando de no hacer distintos productos por día, ya que el tiempo de preparación de cambio de producto es largo. Usualmente se hacen cuatro lotes por día de ajo y tres lotes de aderezo o panca. El conjunto de lotes es llamado preparación.

Además, el macroproceso de preparación de cualquier producto está conformado por tres procesos, como ya se mencionó previamente: preparación de mezcla, envasado y empacado. El levantamiento de información se ha enfocado en el primer proceso, dado que se ha identificado como un cuello de botella que retrasa los siguientes dos, los cuales están mejor implementados y mecanizados.

⁸ La construcción del diagrama se sustenta en el modelo convencional hombre-máquina, ya que el proceso actual prescinde de maquinaria, se representa en su lugar los utensilios de trabajo actuales.

4.2 Proceso de preparación de aderezo

Comienza con el quitado del tallo de ají paprika con pepa, actividad conocida como despedunculado, la cual genera una merma considerable del 11.5%. También se selecciona el ají paprika sin pepa, en esta operación se verifica que no haya pepas, por lo que no se generan mermas. El ají paprika se va depositando en una tina, donde una vez culminada la actividad, se lava y desinfecta con biocloro. El conjunto de actividades de lavado y desinfección conforman la operación de acondicionado, la cual, en el caso del ají paprika precede a la operación de remojo que dura por lo menos una hora, en donde incrementa su peso en un 270% aproximadamente. Mientras el ají paprika se remoja, se despeduncula el ají panca, originando un 4.1% de merma. Luego se acondiciona y pasa a ser cocido durante alrededor de una hora, hidratándose hasta incrementar su peso en un 230% aproximadamente. Durante la cocción del ají panca y remojo de ají paprika, se comienzan a llenar los dinos⁹ de mezclado y pesar¹⁰ los aditivos secos, para disolverlos en el agua, así, cuando el ají panca está cocido y el ají paprika remojado, se haga el pesado húmedo para añadirlos a los dinos de mezcla junto con los condimentos líquidos y mezclarlos. Para finalizar la etapa de la preparación, la mezcla de cada dino ingresa a la máquina trituradora uno por uno y luego pasa por un molino coloidal para ser refinada y lograr la textura deseada. Ver **Figura 16** y **Figura 17**.

El proceso de preparación de aderezo detallado es el de una preparación o tres lotes, produciendo 1.9 toneladas de mezcla en un tiempo de ciclo de 6.43 horas. Ver **Figura 18** y **Tabla 4**.

⁹ Cada dino de mezclado representa un lote de producción.

¹⁰ Se pesa para cada uno de los lotes, tanto los aditivos secos como los líquidos.

Figura 16

Diagrama de operaciones de preparación de aderezo

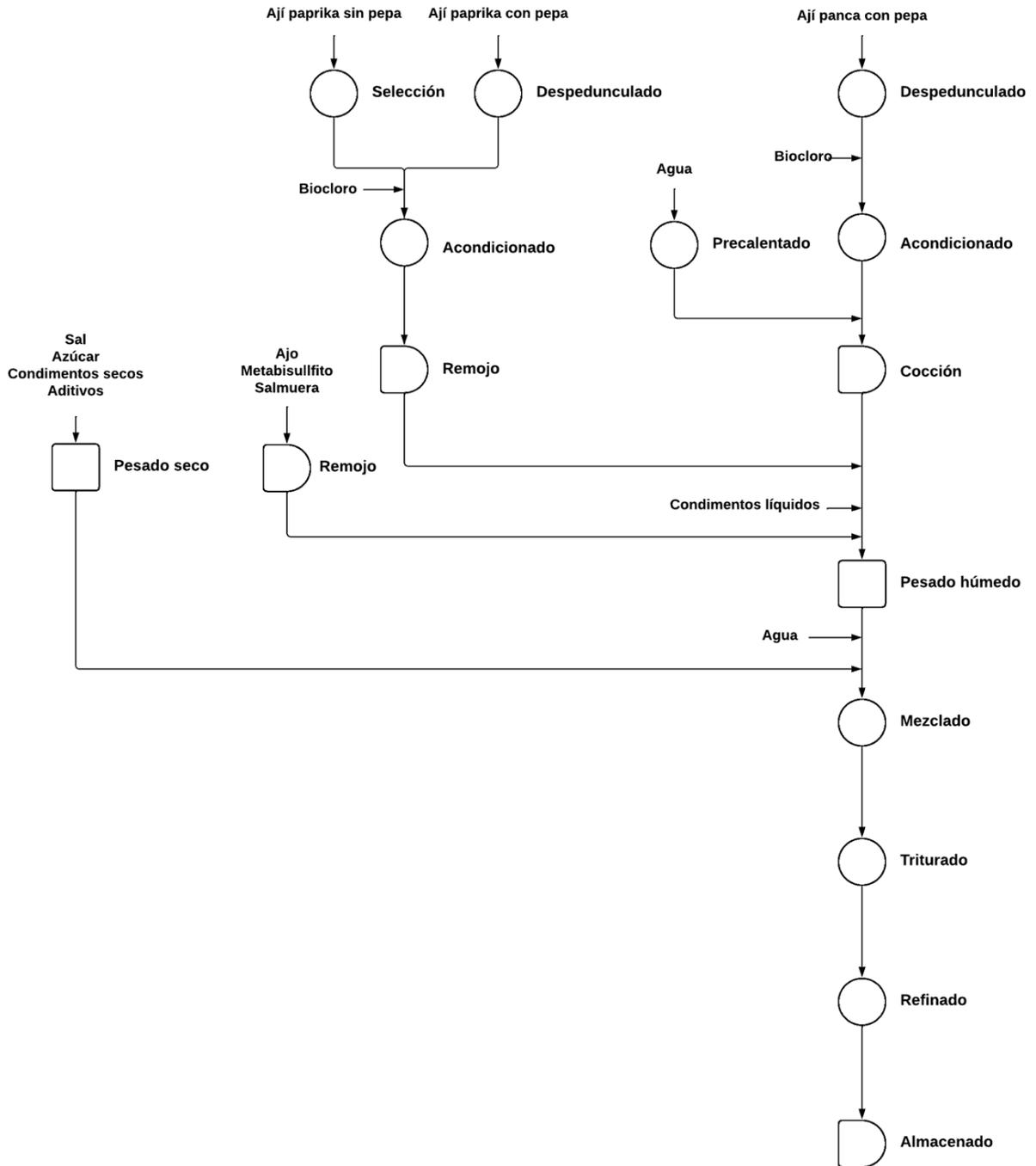


Figura 17

Diagrama de bloques y balance de materia de la preparación de aderezo

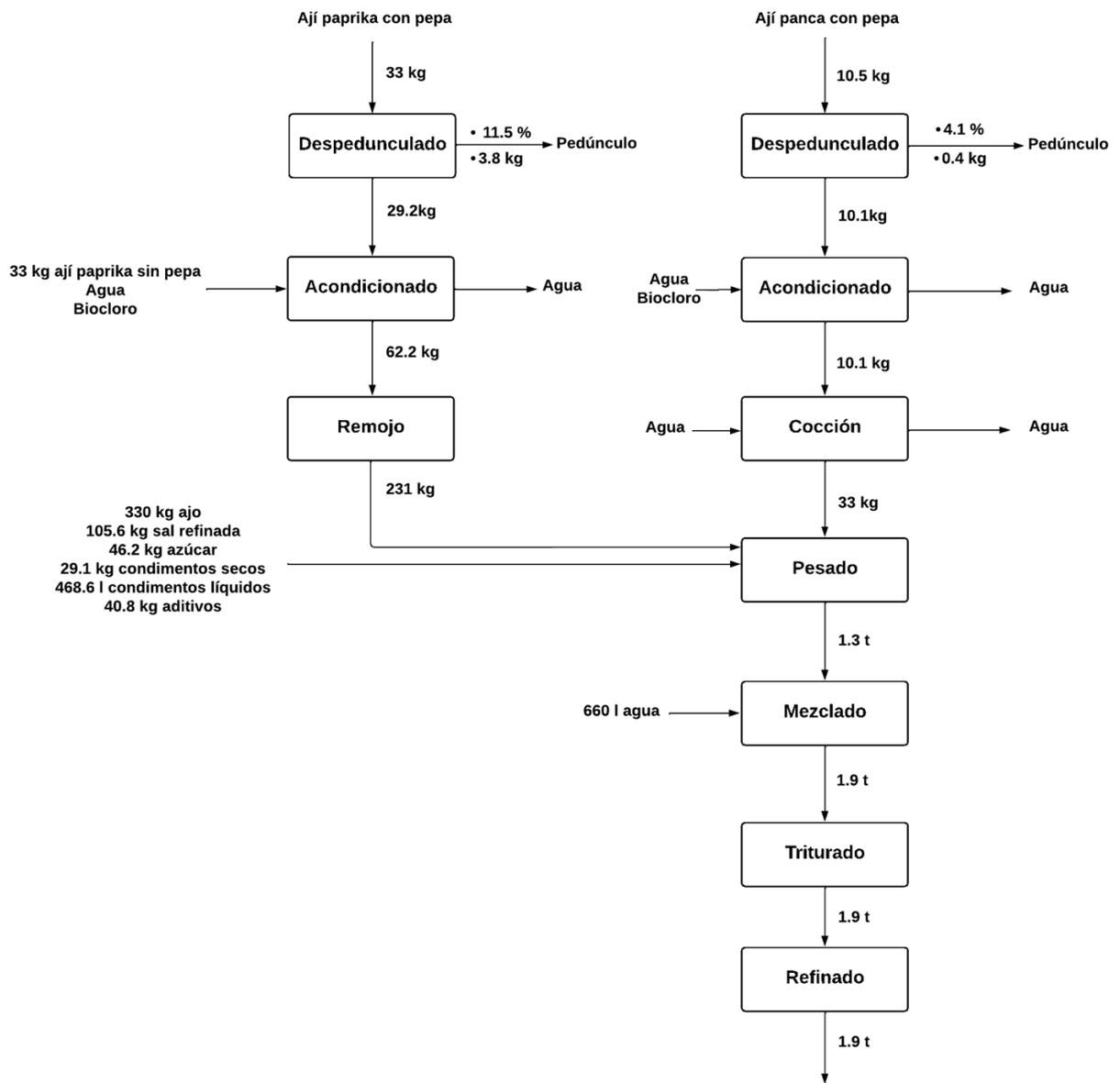


Figura 18

Diagrama de cálculo de tiempo de ciclo de aderezo

Duración [min]	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Olla	Tina	Contenedor	Trituradora	Molino coloidal						
110	Despedunculado paprika cp	Despedunculado paprika cp												
11	Selección paprika sp	Selección paprika sp												
37	Despedunculado panca cp	Despedunculado panca cp	Despedunculado panca cp		Remojo paprika									
2	Acondicionado panca	Despedunculado paprika cp	Despedunculado paprika cp	Cocción panca		Remojo paprika								
14														
4														
10														
23	Pesado seco						Pesado húmedo	Pesado húmedo	Cocción panca	Remojo paprika				
4														
1														
18														
5	Mezclado 1													
7	Preparación molino				Llenado trituradora		Llenado trituradora				Triturado 1			
8														
12	Mezclado 2													
40	Supervisión molino	Llenado trituradora	Llenado trituradora				Triturado 2	Refinado						
10	Supervisión molino			Descanso										
12	Mezclado 3													
10		Llenado trituradora	Llenado trituradora				Triturado 3	Refinado						
31	Supervisión molino													
6.4 horas	Tiempo de ciclo													

Tabla 4*Indicadores del proceso de aderezo*

Etapa	Descripción	Parámetro	Unidades	Límites
Despedunculado	Se retira el pedúnculo del ají panca y del ají paprika con pepa	Inspección visual, frutos sin restos de pedúnculo y sin perforación	-	-
Acondicionado	Se retira cualquier residuo entre los ajíes paprika y ají panca; se procede a sumergir en agua con sanitizante a 20 ppm para hidratarlo y limpiarlo	No materia extraña ni tierra superficial. Desinfección	ppm	20
Cocción	El ají panca se cocina en ollas con agua hirviendo hasta suavizarlo y triplicar su peso	Tiempo de cocción.	h	Mín. 1
Pesado	Se pesan todos los insumos en polvo y líquidos por batch	Peso de insumos: Peso de aditivos:	kg	645.0 13.6
Mezclado	Se mezclan todos los insumos y aditivos por batch	Apariencia		Mezcla uniforme
Triturado	La mezcla pasa por una trituradora para ser homogeneizada	Se tritura el total de la mezcla	%	100
Refinado	La mezcla ya triturada pasa por un molino de piedra para refinarse	Ph: Color y sabor: Textura: Apariencia: Granulometría:	-	3.4-3.9 Rojizo y característico Pastosa Pasta homogénea Aprobada para el producto

4.3 Proceso de preparación de panca

Este proceso es una variación del proceso de aderezo, dado que utilizan los mismos insumos, pero en diferentes cantidades, a excepción del ají paprika con pepa y los condimentos líquidos, por lo que incluso la secuencia de operaciones y actividades es bastante similar. El porcentaje de mermas generadas se mantiene.

Comienza con el despedunculado de ají panca, depositando el ají sin tallo en una tina para ser acondicionado y posteriormente cocido. También se selecciona el ají paprika sin pepa, se deposita en una tina, donde se acondiciona y se remoja por al menos una hora. Durante la cocción del ají panca y remojo de ají paprika, se llenan los dinos de mezclado, pesan los aditivos y se disuelven en agua. Cuando los ajíes terminan de cocer y remojar, se pesan y se mezclan. Finalmente, cada lote de mezcla es triturado y refinado uno por uno. Ver **Figura 19** y **Figura 20**.

El proceso de preparación de panca detallado es el de una preparación o tres lotes, produciendo 1.6 toneladas de mezcla en un tiempo de ciclo de 6.7 horas. Ver **Figura 21** y **Tabla 5**.

Figura 19

Diagrama de operaciones de preparación de panca

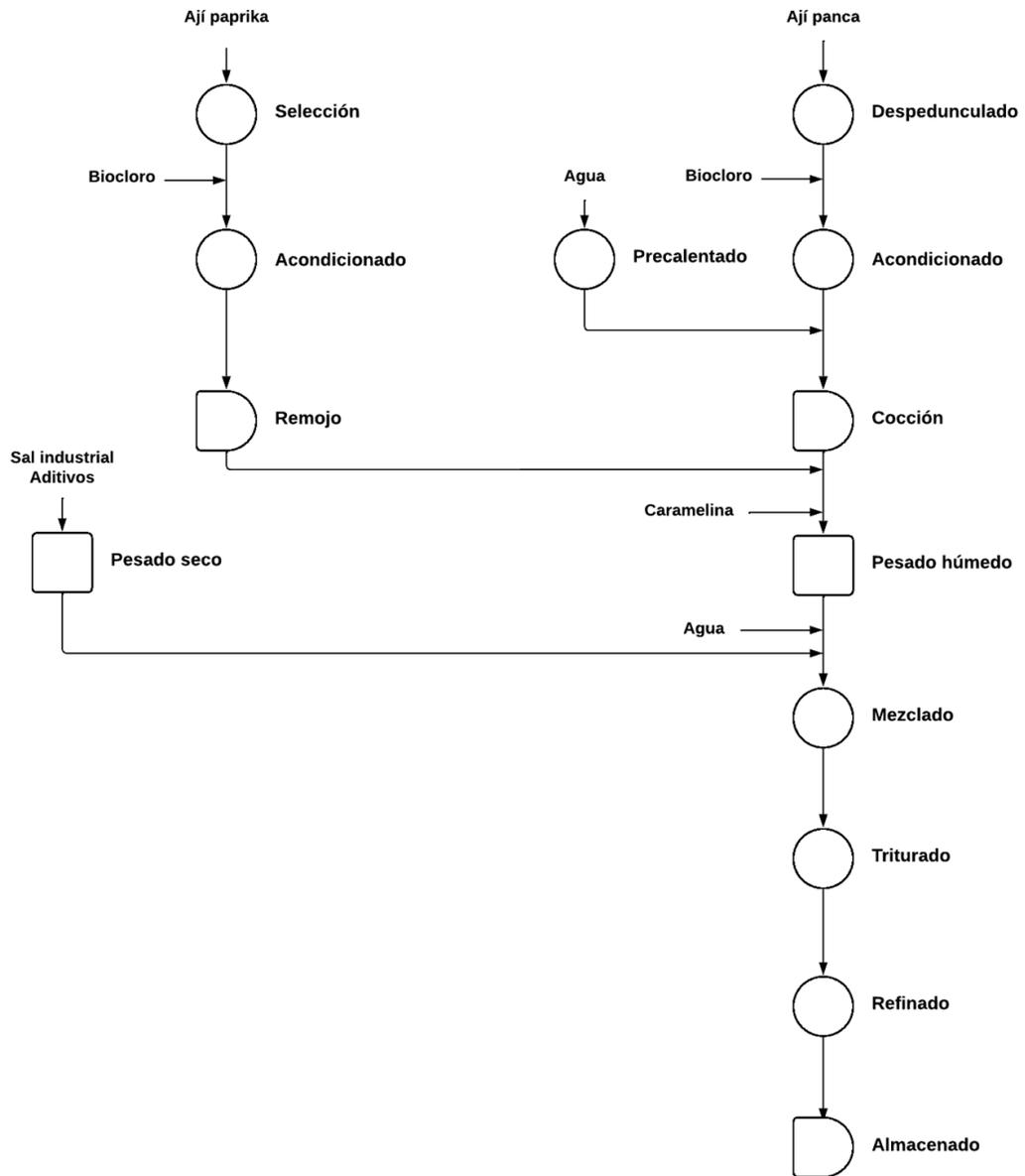


Figura 20

Diagrama de bloques y balance de materia de preparación de panca

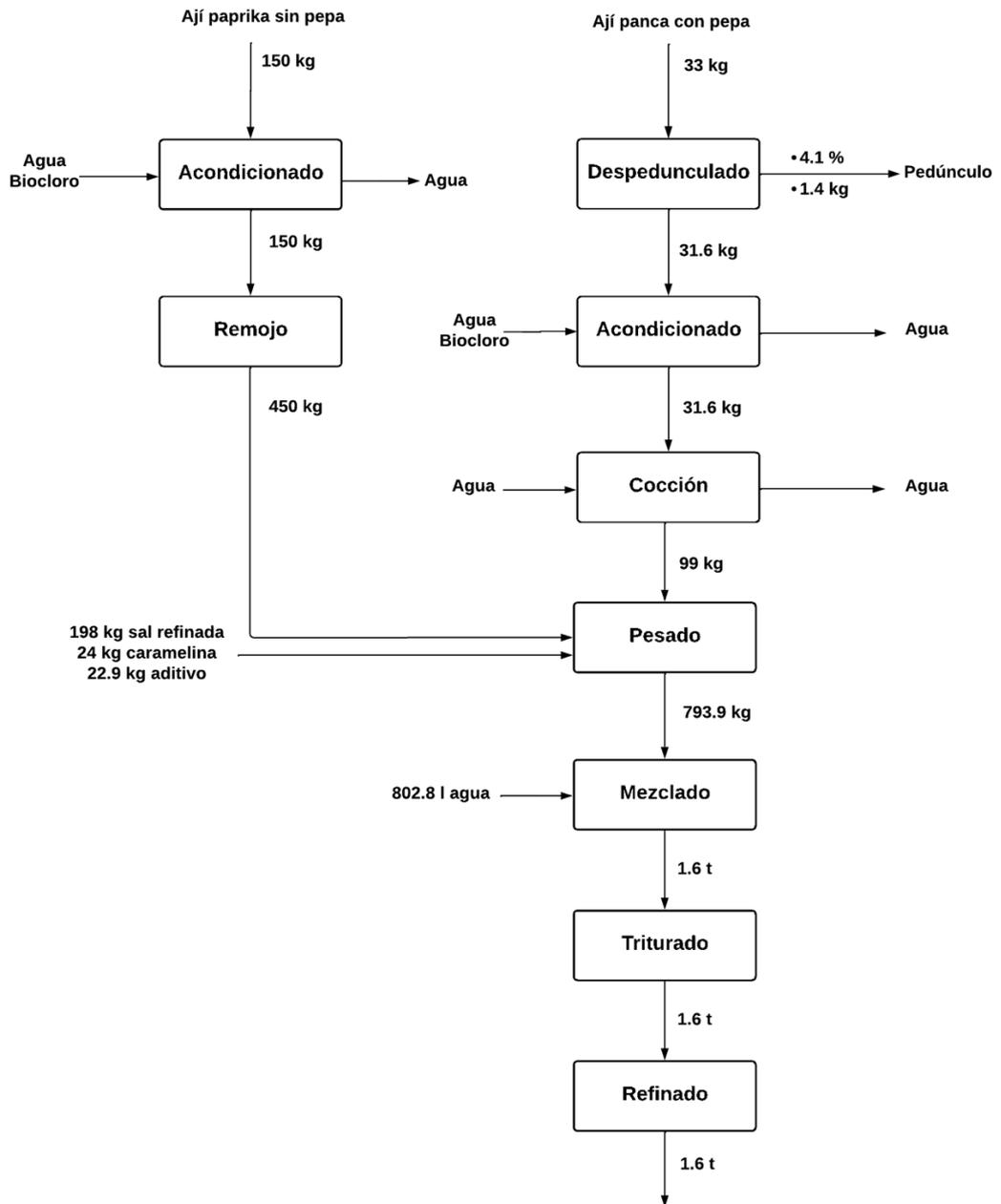


Figura 21

Diagrama de cálculo de tiempo de ciclo de panca

Duración [min]	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Olla	Tina	Trituradora	Molino coloidal
76	Despedunculado panca	Despedunculado panca	Despedunculado panca				
2	Llenado tina						
5	Acondicionado						
29	Selección paprika sp	Selección paprika sp					
5	Llenado tina						
2							
8							
54	Pesado seco			Cocclón	Remojo paprika		
10							
30		Pesado húmedo	Pesado húmedo				
6	Mezclado 1						
8							
8	Preparación molino	Llenado trituradora	Llenado trituradora			Triturado 1	
38	Supervisión molino						Refinado
6	Mezclado 2						
16		Llenado trituradora	Llenado trituradora			Triturado 2	
				Descanso			
38	Supervisión molino						Refinado
6	Mezclado 3						
16		Llenado trituradora	Llenado trituradora			Triturado 3	
38	Supervisión molino						Refinado
6.7 horas	Tiempo de ciclo						

Tabla 5
Indicadores del proceso de panca

Etapa	Descripción	Parámetro	Unidades	Límites
Acondicionado	Se retira cualquier residuo entre los ajíes paprika sin pepa y se procede a sumergir en agua con sanitizante a 20 ppm para hidratarlo durante 1 hora	No materia extraña ni tierra superficial. Desinfección	ppm	20
Despedunculado	Se retira el pedúnculo del ají panca	Inspección visual, frutos sin restos de pedúnculo y sin perforación	-	-
Acondicionado	El ají panca se lava con agua y sanitizante a 20 ppm de biochlor.	Desinfección	ppm	20
Cocción	El ají panca se cocina en ollas con agua hirviendo hasta suavizarlo y triplicar su peso	Tiempo de cocción.	h	Mín. 1
Pesado	Se pesan todos los insumos y aditivos por batch	Peso de insumos: Peso de aditivos:	kg	524.6 7.6
Mezclado	Se mezclan todos los insumos y aditivos por batch	Apariencia		Mezcla uniforme
Triturado	La mezcla pasa por una trituradora para ser homogeneizada	Se tritura el total de la mezcla	%	100
Refinado	La mezcla ya triturada pasa por un molino de piedra para refinarse	Ph: Color y sabor: Textura: Apariencia: Granulometría:		3.4-3.9 Rojizo y característico Pastosa Pasta homogénea Aprobada para el producto

4.4 Proceso de preparación de ajo

La producción de ajo requiere de un preproceso que comienza con el ajo de variedad napuri siendo depositado en salmuera y metabisulfito para ser remojado durante al menos un día. Actualmente en la planta el preproceso de remojo se realiza en cualquier día de la semana anterior a la fecha seleccionada para la preparación de ajo molido; si bien el tiempo de remojo es variable, se trata de una espera, puesto que está listo después de 24 horas, por este motivo no se ha considerado el tiempo de preproceso y remojo, dado que la intención es reflejar la capacidad de producción de ajo en una jornada.

El día programado para preparación de ajo, comienza con el llenado de las ollas, la marmita y la paiva con el ajo remojado, el cual se somete a cocción hasta alcanzar la temperatura de 100°C, tardando en promedio una hora, tiempo que se aprovecha para pesar los aditivos secos. A diferencia de los dos productos descritos anteriormente, el ajo no tiene una ganancia de peso en esta etapa. Una vez cocido, se descarga la primera tanda de ajo, la cual equivale a los dos primeros lotes de producción, para ser llevada a la balanza y proceder con el pesado húmedo. En paralelo, otro operario se encarga de volver a llenar los depósitos de cocción con la siguiente tanda. Mientras la segunda tanda se cocina, se mezclan los primeros dos lotes, se trituran y se refinan; así, cuando la segunda tanda termina de cocinarse, se repite el proceso para los últimos dos lotes. Ver **Figura 22** y **Figura 23**.

El proceso de preparación de ajo detallado es el de una preparación o cuatro lotes, produciendo 2 toneladas de mezcla en un tiempo de ciclo de horas. Ver **Figura 24** y **Tabla 6**.



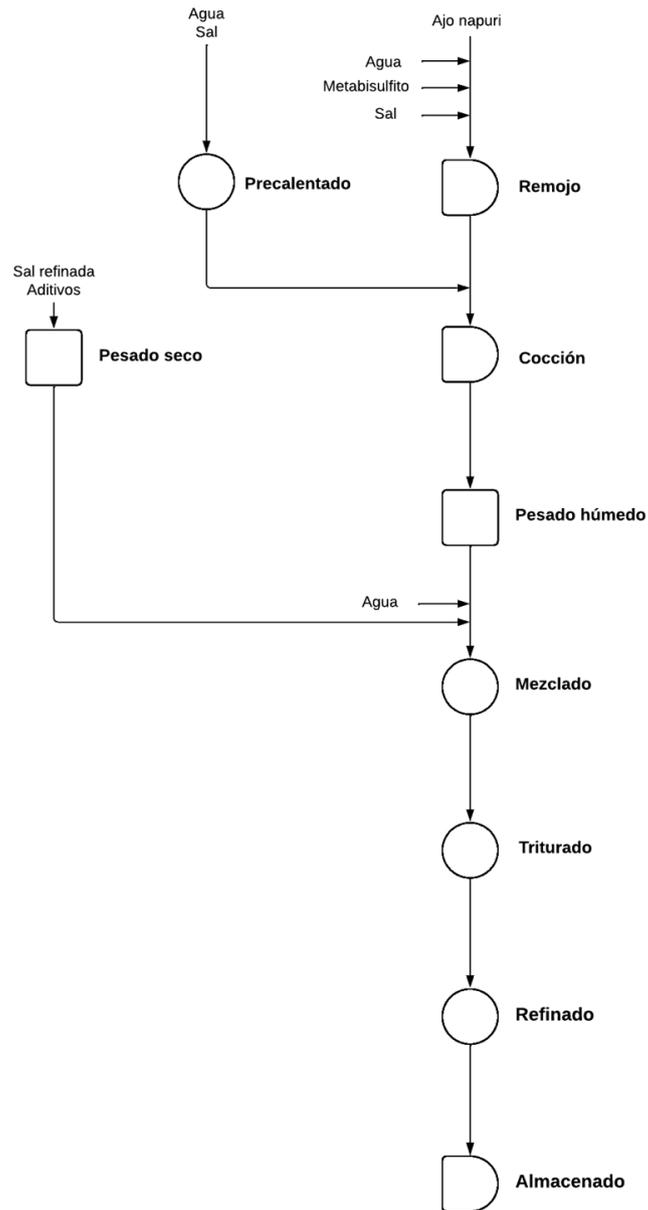
Figura 22*Diagrama de operaciones de preparación de ajo*

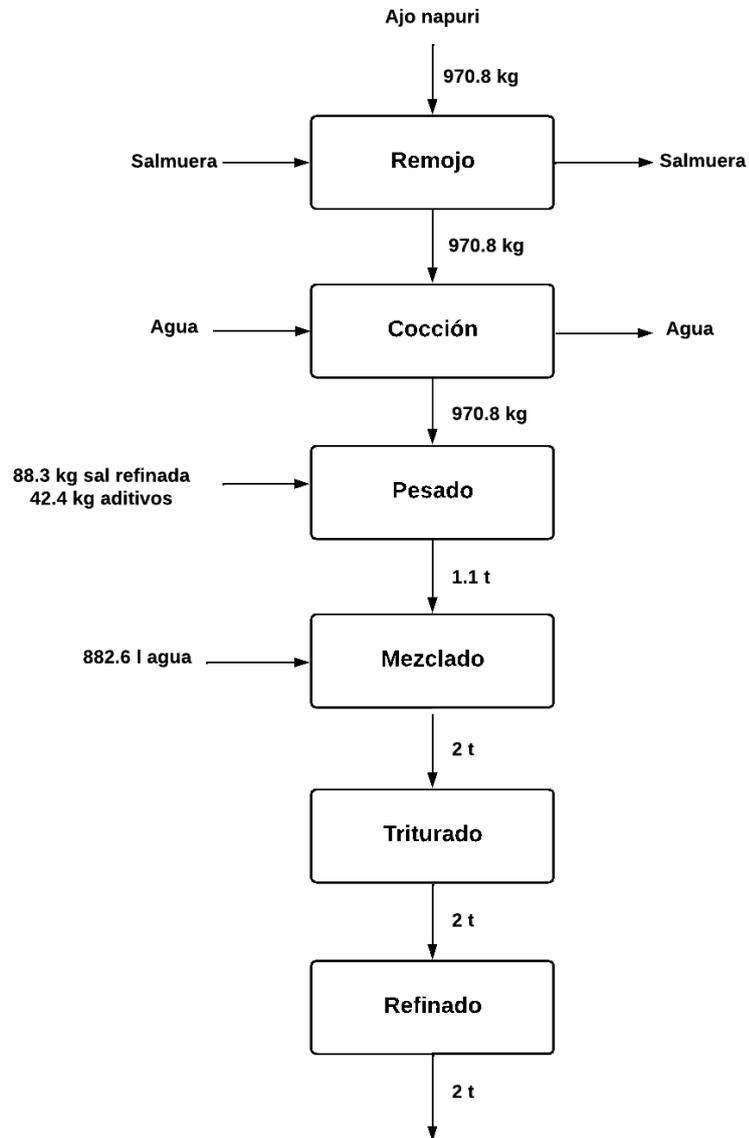
Figura 23*Diagrama de bloques y balance de materia de preparación de ajo*

Figura 24

Diagrama de cálculo de tiempo de ciclo ajo

Duración [min]	Operario 1	Operario 2	Paiva	Marmita	Olla 1	Olla 2	Trituradora	Molino coloidal
15	Llenado paiva							
5								
10	Llenado marmita							
5	Llenado olla							
5	Llenado olla							
65	Pesado seco		Cocclón	Cocclón	Cocclón	Cocclón		
5	Descarga y llenado paiva	Descarga y llenado paiva						
8								
15	Descarga y llenado marmita	Descarga y llenado marmita						
10	Descarga ollas							
7		Llenado olla 1						
8	Pesado húmedo	Llenado olla 2	Cocclón					
5								
15	Mezclado 1			Cocclón				
10	Llenado trituradora	Llenado trituradora					Trituración 1	
10		Preparación refinado						
20		Supervisión refinado						
10	Llenado trituradora	Llenado trituradora					Trituración 2	Refinado
15		Supervisión refinado						
15								
5								
18	Descarga	Descarga						
20	Pesado húmedo							
16	Mezclado 2							
8	Llenado trituradora	Llenado trituradora					Trituración 3	
25								Refinado
8	Llenado trituradora	Llenado trituradora					Trituración 4	Refinado
27								Refinado
6.4 horas	Tiempo de ciclo							

Tabla 6*Indicadores del proceso de ajo*

Etapa	Descripción	Características	Unidades	Límites
Remojo	Se preparan los bins con la salmuera y el ajo para dos batch para evitar que el ajo se oxide	Tiempo de inmersión.	h	Mín. 24
Cocción	El ajo se coloca en las ollas con agua blanda hirviendo para conservar sus propiedades	Tiempo de cocción	min	20
Pesado	Se pesan todos los insumos y aditivos por batch	Peso de insumos: Peso de aditivos:	kg	485.4 10.6
Mezclado	Se mezclan todos los insumos y aditivos por batch	Apariencia		Mezcla uniforme
Triturado	La mezcla pasa por una trituradora para ser homogeneizada	Se tritura el total de la mezcla	%	100
Refinado	La mezcla ya triturada pasa por un molino de piedra para refinarse	Ph: Color y sabor: Textura: Apariencia: Granulometría:		3.4-3.9 Blanco y característico Pastosa Pasta homogénea Aprobada para el producto

4.5 Puntos críticos de control

La **Tabla 7** exhibe la matriz para la identificación de los Puntos Críticos de Control (PCC), los cuales deben ser cumplidos en cada fase del proceso. Luego de una serie de interrogantes, se determinaron como PCC las operaciones de acondicionado, cocción, pesado y triturado.

Los indicadores de los PCC para cada uno de los productos han sido tomados de la información proporcionada por el área de calidad y se han definido en la **Tabla 4**, **Tabla 5** y **Tabla 6**.

Tabla 7*Identificación de los PCC*

Control	P1 ¿Existe algún peligro relacionado con el proceso?	P2 ¿Existen acciones preventivas de control para este peligro?	P3 ¿La etapa está específicamente creada para eliminar o reducir el peligro hasta un nivel aceptable?	P4 ¿Puede haber contaminación o puede aumentar el peligro hasta un nivel inaceptable?	P5 ¿Se puede eliminar o reducir el peligro hasta un nivel aceptable en una etapa siguiente?	PCC
Despedunculado	NO	---	---	---	---	---
Acondicionado	SI	SI	SI	SI	SI	PCC
Cocción	SI	SI	SI	NO	NO	PCC
Pesado	SI	NO	NO	SI	NO	PCC
Triturado	SI	SI	SI	SI	NO	PCC
Refinado	NO	---	---	---	---	---

4.6 Indicadores operativos de proceso actual

Tras calcular en el Capítulo 1 indicadores vinculados a la demanda y capacidad para tener una vista panorámica del problema actual de la empresa, este segmento se centrará en la medición de indicadores operativos del proceso actual con el fin de establecer una base para la comparación con la solución propuesta.

4.6.1 Eficiencia

Para el cálculo de este indicador, se hará uso del *takt time*, cuya formulación se mencionó en el Capítulo 2.

En primer lugar, se detalla el cálculo de la distribución de producción anual por producto en días y horas. Como se mencionó al inicio del presente capítulo, la producción se planifica destinando un número de días exacto para cada producto. Esta información, en conjunto con las semanas anuales, los días que laboran a la semana y las horas destinadas a producción por jornada, a través de una multiplicación simple, da como resultado la cantidad de días y horas destinadas por producto al año. Ver **Tabla 8**.

Tabla 8

Cálculo de tiempo destinado por producto en días y horas

	Aderezo	Panca	Ajo
Porcentaje de asignación de producción	42%	21%	21%
Semanas anuales	52	52	52
Días hábiles por semana	5	5	5
Horas por jornada	8.6	8.6	8.6
Porcentaje de tiempo destinado a producción ¹¹	50%	50%	50%
Días destinados anuales	109	55	55
Horas destinadas anuales	469	237	236

Disponer de la demanda actual es esencial. Esta información, al ser combinada con las horas asignadas anualmente, permite llevar a cabo el cálculo necesario, tal como se detalla en la **Tabla 9**.

Tabla 9

Cálculo de takt time

	Aderezo	Panca	Ajo
Demanda actual anual [t]	156	80	80
Tiempo destinadas anual [h]	469	237	236
Takt time [h/t]	3.0	3.0	3.0

A continuación, se calcula el ritmo actual de producción, con la información levantada del tamaño de producción y el tiempo de ciclo. Ver **Tabla 10**.

¹¹ Actualmente el 50% de la jornada está destinada a producción y la otra mitad del tiempo, a limpieza.

Tabla 10*Detalle de cálculo de ritmo de producción*

	Aderezo	Panca	Ajo
Tamaño de producción [t]	1.9	1.6	1.9
Tiempo de ciclo [h]	6.4	6.7	6.4
Ritmo de producción [h/t]	3.3	4.2	3.2

El ritmo de producción actual supera al *takt time*, lo que se traduce como un proceso ineficiente y explica las pérdidas de demanda existentes.

4.6.2 Productividad

Para el cálculo de la productividad actual se ha considerado pertinente que refleje el valor proporcionado a la empresa por hora de trabajo, es decir, el margen obtenido por hora.

El cálculo del margen se basa en la producción anual, el precio por tonelada (ambos proporcionados por la empresa) y el costo por tonelada (el detalle del cálculo se detalla en la **Tabla 3**). Esta información permitió calcular los precios, costos y márgenes totales anuales. Ver **Tabla 11**.

Tabla 11*Detalle de cálculo de margen*

	Aderezo	Panca	Ajo	Total
Producción anual [t]	135	69	69	272
Costo [soles / t]	3 987	4 540	4 653	4 393
Precio [soles / t]	16 159	16 631	21 291	18 027
Costo anual [soles]	536 702	312 082	319 076	1 167 860
Precio anual [soles]	2 175 017	1 143 331	1 459 872	4 778 220
Margen anual [soles]	1 638 315	831 249	1 140 796	3 610 360

Otro dato necesario son las horas trabajadas anuales, que se obtienen de multiplicar la producción anual (**Tabla 11**) por el ritmo de producción (**Tabla 10**). Se obtienen los valores de 445.14 h, 288.47 h y 221.87 h para aderezo, panca y ajo respectivamente.

La productividad de mano de obra se obtiene haciendo uso de la fórmula:

$$Productividad\ de\ mano\ de\ obra = \frac{Margen\ en\ soles}{Horas\ trabajadas} \dots \quad (2)$$

$$Productividad\ aderezo = \frac{1\ 638\ 315}{445.14} = 3\ 680 \frac{soles}{hora}$$

$$Productividad\ panca = \frac{831\ 249}{288.47} = 2\ 882 \frac{soles}{hora}$$

$$Productividad\ ajo = \frac{1\ 140\ 796}{221.87} = 5\ 142 \frac{soles}{hora}$$

Tal como se ve, la línea que tiene una mayor productividad es la de producción de ajo, seguido de aderezo y panca. Asimismo, se puede decir que la productividad promedio de pastas es:

$$Productividad\ pastas = \frac{1\ 638\ 315 + 831\ 249 + 1\ 140\ 796}{445.14 + 288.47 + 221.87} = 3\ 779 \frac{soles}{hora}$$



Capítulo 5

Propuesta de mejora

Después de diagnosticar la causa raíz del problema en el Capítulo 3 y levantar información del proceso en el Capítulo 4, este capítulo aborda la búsqueda de la mejor solución, teniendo en cuenta los objetivos, proyección y plazos de la empresa.

5.1 Propuestas de mejora

Se contemplaron tres alternativas de solución: estandarización y mejora del proceso actual, mecanizado parcial y automatización total del proceso. En la **Tabla 12** se detallan dichas alternativas, cada una con un enfoque distinto.

Tabla 12

Propuestas de mejora

Propuesta	Estandarización y mejora del proceso actual	Mecanizado parcial del proceso	Automatización del proceso
Estrategia	Mejora de métodos Aplicación de 5S's de <i>kaizen</i> en todas las operaciones	Mecanización de operaciones de altos flujos Aplicación de 5S's de <i>kaizen</i> en operaciones de menor flujo	Automatización del 100% de la línea
Distribución de planta	Reorganización	Redistribución	Rediseño
Personal	No calificado	Calificado	Especializado
Nivel de inversión	Bajo	Medio	Elevado
Tiempo de implementación	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Áreas involucradas	Producción	Calidad, producción, ventas, gerencia	Calidad, producción, ventas, gerencia

La primera alternativa representa un enfoque más conservador, donde se busca optimizar los métodos actuales a través de la aplicación de mejora de métodos, herramientas de *kaizen* y la reorganización de las unidades de trabajo. Prescinde de cambios de personal, lo que implica una inversión modesta y un tiempo de implementación reducido en el área.

La mecanización parcial del proceso se fundamenta en un enfoque neutro, esta etiqueta implica que la idea no aboga por cambios radicales ni busca preservar el *status quo*. Se basa en la mecanización selectiva de las operaciones, priorizando aquellas en donde el volumen de trabajo justifique la inversión; y en la aplicación de técnicas de 5S's de *kaizen* en aquellas que no. A su vez, requiere la reasignación de las unidades de trabajo en base a las dimensiones de la nueva maquinaria, junto con la capacitación del personal calificado para la manipulación de dicha maquinaria. En términos de inversión y tiempo de implementación, se sitúa en un nivel intermedio.

La automatización del proceso presenta un enfoque disruptivo, cambiando totalmente la manera en la que se ejecuta el trabajo actualmente e incrementando drásticamente los niveles de producción, si bien es una alternativa ideal, requiere un minucioso trabajo de rediseño y de contratación de personal altamente especializado en la operación de la nueva línea de maquinaria, demandando así una elevada inversión y un tiempo extenso de implementación.

5.2 Justificación de mejora seleccionada

Mediante una entrevista con el jefe de operaciones, se determinó que la mejora debe cumplir los siguientes puntos indispensables:

- Abordar tanto la pérdida actual como el previsible aumento en la demanda futura.
- Disminución del tiempo diario de producción, para dedicar al menos el 40 % de la jornada a realizar pruebas de nuevos productos para ampliar portafolio.
- Tiempo de implementación no superior a dos meses, debido a que en ese periodo la demanda experimenta una reducción, coincidiendo con las actividades anuales de mantenimiento preventivo.

En el capítulo 3 se diagnosticó que la causa raíz es la ineficiencia y tediosidad del proceso actual. Aunque aplicar un estudio de métodos podría mejorar el modo en el que se ejecuta el trabajo, no se anticipa un cambio significativo respecto a este punto; de hecho, podría hacerlo incluso más monótono. Además, para cumplir con el primer objetivo se considera pertinente adoptar métodos más eficientes como la mecanización o la automatización, lo que descarta la primera alternativa.

Ambas opciones restantes ofrecen mejoras en la capacidad instalada, los parámetros de calidad del producto, la reducción de costos de producción y la puntualidad en la entrega de pedidos. Sin embargo, la mecanización parcial de la línea se presenta como la opción más alineada con los objetivos de la empresa. Esta decisión se respalda en su capacidad para implementarse dentro de plazo establecido, ya que prescinde de un rediseño exhaustivo y de la búsqueda de personal altamente especializado, simplificando la transición hacia el proceso mejorado y posicionándose como la alternativa más económica.

5.3 Estimación de demanda futura

Según el área de ventas, se anticipa un incremento anual del 10% en los próximos cinco años. Utilizando esta información junto con la demanda actual, se ha formulado la proyección de la demanda, la cual se presenta en la **Tabla 13**, expresada en toneladas.

Tabla 13

Proyección de la demanda de los principales productos de pastas

Año	Aderezo	Panca	Ajo	Total
1	171.7 ¹²	87.5	87.7	346.9
2	188.9	96.2	96.5	381.6
3	207.8	105.8	106.1	419.8
4	228.6	116.4	116.7	461.7
5	251.4	128.1	128.4	507.9

Teniendo en cuenta que la participación de producción de aderezo, panca y ajo no ha variado significativamente en los últimos años, y que solo se elabora un producto por día, se mantienen los valores de días asignados detallados en la **Tabla 8**. La producción mínima diaria, resultado de dividir la proyección de la demanda entre los días asignados por año, se muestra en la **Tabla 14**.

Tabla 14

Producción mínima diaria

Año	Aderezo	Panca	Ajo	Total
1	1.6 ¹³	1.6	1.6	4.8
2	1.7	1.7	1.8	5.2
3	1.9	1.9	1.9	5.8
4	2.1	2.1	2.1	6.3
5	2.3	2.3	2.3	7.0

No solo es necesario aumentar la preparación diaria, es también imprescindible reducir el tiempo de ciclo para cumplir con todos los objetivos. Dado que las operaciones de remojo y cocción tienen un tiempo de espera determinado por calidad, se propone consolidar todos los insumos en un solo lote. En este sentido, se inicia una investigación de maquinaria que se adapte a las operaciones para el nuevo volumen de lote.

¹² Toneladas anuales

¹³ Toneladas diarias

5.4 Investigación de maquinaria

La investigación de la maquinaria se basó en la observación de operaciones avanzadas de tratamiento de vegetales en empresas líderes del mercado, identificando prácticas que podrían ser replicables a menor escala, priorizando la idoneidad para el tratamiento de la materia prima y la optimización del espacio disponible.

Las especificaciones se indagaron a través de los canales oficiales de distintos fabricantes en distintos países, sin embargo, considerando la variabilidad de los costos de transporte y el factor de incertidumbre frente a las barreras de salida y de entrada de cada país, se optó por adaptar las dimensiones y capacidades para alinearlas con las necesidades de producción de la línea; para finalmente solicitar una cotización con el proveedor de confianza de la empresa, lo que permite no solo aprovechar la relación ya establecida, sino garantizar la eficiencia en la gestión logística, la confiabilidad en términos de servicios, una integración fluida al ensamblar la línea de producción y el cumplimiento de los plazos establecidos.

A continuación, se detallan los equipos seleccionados para las operaciones maquinizadas.

5.4.1 Operación de acondicionado

Se sugiere emplear una lavadora de cepillos, también conocida como cepilladora, garantizando la inocuidad de los alimentos mediante una desinfección adecuada. Las características detalladas de este equipo se encuentran presentadas de manera visual y textual en la **Tabla 15**.

Tabla 15

Especificaciones de cepilladora

	Nombre	Cepilladora
	Operación	Acondicionado
	Descripción	Permite el lavado eficiente de los frutos removiendo suciedad, también cuenta con aspersor de agua para desinfección
	Dimensiones (m)	4*0.9*1.4
	Potencia (kW)	2
	Capacidad (t/h)	1
	Precio	S/ 35 150.00

Nota: Imagen tomada de Ingeniería Metalmecánica Alimenticia S.A.S (IMA)

5.4.2 Operación de remojo

Se considera pertinente utilizar una lavadora por inmersión que permita la hidratación uniforme de los ajíes. Las especificaciones se detallan en la **Tabla 16**.

Tabla 16

Especificaciones de lavadora por inmersión

	Nombre	Lavadora por inmersión
	Operación	Remojo
	Descripción	Permite la inmersión de los productos para limpieza y enjuague, contiene una hidrobomba para el avance
	Dimensiones (m)	4*0.9*1.4
	Potencia (kW)	1.5
	Capacidad (m³)	2.5
	Precio	S/ 6 660.00

Nota: Imagen extraída de Jiadi Website (Jiadi Machinery Co.)

5.4.3 Operación de cocción

El túnel de cocción a gas es actualmente uno de los equipos más utilizados en la industria de los vegetales para las operaciones de escaldado, ya que mantiene el aroma, frescor y color de las verduras; a su vez, aporta suavidad. Sus especificaciones se detallan en la **Tabla 17**.

Tabla 17

Especificaciones de túnel de cocción

	Nombre	Túnel de cocción
	Operación	Cocción
	Descripción	Bajo el diseño de un túnel, facilita el escaldado de verduras.
	Dimensiones (m)	4*1.5*1.4
	Potencia (kW)	3
	Capacidad (m³)	2.4
	Precio	S/ 66 660.00

Nota: Imagen capturada de Made-in-China.com (Focus Technology Co)

5.4.4 Operación de mezclado y refinado

El tanque de mezclado de alto cizallamiento garantiza una mezcla homogénea de los insumos secos y líquidos, con la textura deseada. Sus especificaciones se detallan en la **Tabla 18**.

Tabla 18

Especificaciones de tanque de mezclado de alto cizallamiento

	Nombre	Tanque de mezclado de alto cizallamiento
	Operación	Mezclado y refinación
	Descripción	Se busca mezclar las materias primas y aditivos hasta lograr una mezcla con una textura homogénea y lisa
	Dimensiones (m)	1.8*1
	Potencia (kW)	12
	Capacidad (m³)	2.5
	Precio	S/ 74 000.00

Nota: La fuente de la imagen es *Mix Tanks (JBT)*

5.4.5 Operaciones de transporte

Las cintas transportadoras aseguran un desplazamiento eficaz de materiales, al mismo tiempo que simplifican la tarea de inspección. En particular, las cintas transportadoras elevadas, diseñadas con ángulos de inclinación, posibilitan la conexión entre equipos ubicados a diferentes alturas. Sus especificaciones se detallan en la **Tabla 19** y **Tabla 20**.

Tabla 19

Especificaciones de cinta transportadora elevada

	Nombre	Cinta transportadora elevada
	Operación	Transporte
	Descripción	Transportar la materia prima entre máquinas
	Dimensiones (m)	2*0.5
	Potencia	0.25 kW
	Precio	S/ 23 310.00

Nota: Imagen obtenida de INDEMA Website (JFJ Maquinaria y Montajes S.L.)

Tabla 20*Especificaciones de cinta transportadora*

	Nombre	Cinta transportadora
	Operación	Transporte
	Descripción	Transportar la materia prima entre máquinas
	Dimensiones (m)	Variable
	Potencia	0.25 kW
	Precio	S/ 37 000.00

Nota: Imagen capturada de Made-in-China.com (Focus Technology Co)

5.5 Detalle de propuesta de mejora

En concordancia con las máquinas investigadas, se propone mantener una línea de producción por batch, lote o intermitente, implementando cambios destinados a generar ahorros significativos de tiempo y a estandarizar el proceso de modo que sea aplicable a cada producto. Se detallan a continuación:

Con la finalidad de cumplir el segundo objetivo detallado en el apartado 5.2, la jornada del personal de preparación de pastas se dividirá en tres etapas. La primera, dedicada a la producción; la segunda, a la limpieza; y la tercera, orientada a la innovación. En consenso con el jefe de operaciones, se determinó que el porcentaje destinado para cada etapa será de 35%, 25% y 40% respectivamente; teniendo en cuenta la hora de descanso.

En la etapa de producción, se propone que los operarios se dediquen exclusivamente al encendido, llenado y configuración de máquinas, para destinar el resto al despedunculado de ajíes, aprovechando los períodos en los cuales las máquinas están en funcionamiento. El cambio fundamental consiste en adelantar un día la operación de despedunculado. Dado que el número de días anuales de producción de aderezo doblan a la cantidad de días destinados para la producción de ajo y panca, y solo la producción de aderezo y panca requiere de la operación de despedunculado, se prevé que idealmente, los días de producción de aderezo se despedunculará para panca, y los de producción de panca o ajo, para aderezo.

Procesar la preparación diaria en un solo lote¹⁴, permitiendo eliminar la operación de pesado húmedo ya que se procesaría todo junto un solo tanque de mezclado.

¹⁴ A lo largo de los años proyectados, es necesario adaptar el tamaño del lote a las demandas de producción, utilizando como punto de referencia el tamaño del lote del año cinco para asegurar la capacidad óptima de las máquinas.

Durante los traslados, se usan tamizadores pequeños para eliminar el exceso de agua, siendo una tarea monótona que conlleva una notable incidencia en retrabajos de limpieza. Se sugiere realizar una inversión en bandas transportadoras con sistemas de cribado, asegurando la eliminación de los excedentes de agua y convirtiendo este tiempo en un intervalo totalmente despreciable.

De la misma manera, al dotar las bandas transportadoras con sistemas de cribado, se elimina la operación de selección manual de ají paprika, posibilitando la separación de materiales de distintos tamaños de manera automática durante el traslado.

La cinta transportadora elevada se destina exclusivamente para enlazar con la trituradora, la cual está equipada con una tolva y mide aproximadamente 2.5 metros de altura.

Aplicar trituración solo a los ajíes o ajos cocidos, para posteriormente ser refinado en el tanque de mezclado con los demás insumos y aditivos, combinando las operaciones de mezclado y refinado.

Estandarizar la operación de acondicionado para todos los productos, incluso para aquellos en los que actualmente no se implementa, como el ajo, con el fin de garantizar la inocuidad y la simplicidad del uso de la nueva línea.

Si bien se busca maquinizar las operaciones, existen instancias donde el flujo no justifica la inversión, como el caso de pesado, por lo que se sugiere aplicar la metodología de 5S's.

5.5.1 5S's en operación de pesado

Empezando por el principio de *seiri*, se identifican como estrictamente necesarios los contenedores de pesado, la cuchara medidora y el tablero de equivalencias; otros elementos como sacos, balanzas malogradas deben ser desechados o enviados al almacén.

Continuando con el siguiente paso, *seiton*, se propone una reorganización significativa de los contenedores de aditivos. Donde cada ingrediente se encuentre en el área de pesado, para evitar traslados innecesarios como los actuales; además, es importante que cada uno cuente con su propia cuchara medidora para evitar la tarea repetitiva de limpieza. La disposición de los contenedores debe estructurarse de acuerdo con su frecuencia de uso en estanterías o soportes, con el objetivo de mejorar la accesibilidad y mantener un orden visual. También, se recomienda utilizar un sistema de código de colores para una identificación rápida.

Con la próxima implementación de la nueva máquina de mezclado y refinado, el traslado de aditivos para ser mezclados gradualmente ya no será necesario. De la mano de una reubicación estratégica del área de pesado junto al tanque de mezcla, permitirá una transición fluida y eliminará pasos redundantes.

Se considera pertinente depositar los aditivos, que no necesitan diluirse, en un solo contenedor de mezcla y ser trasladados mediante un carrito, el cual está disponible actualmente en la empresa, con el fin de evitar traslados recurrentes hacia el tanque de mezcla.

Para el caso de los condimentos líquidos, actualmente se cuenta con mangueras dispensadoras, las cuales se conectan a pequeños tanques que son trasladados manualmente por los operarios. Se sugiere establecer marcas dentro del tanque de mezcla, que indiquen el nivel necesario de los ingredientes líquidos, y conectar las mangueras directamente al tanque de mezclado.

Estos ajustes no solo facilitarán la operación diaria e incrementarán la eficiencia operativa, sino que también respaldarán la autodisciplina, promoviendo un entorno de trabajo más eficiente y organizado.

5.5.2 Diagramas mejorados

Al consolidar las mejoras sugeridas, se originan los siguientes diagramas.

5.5.2.1 Diagramas de operaciones mejorados. Los diagramas de operaciones mejorados para aderezo, panca y ajo siguen una secuencia de operaciones estándar. Ver **Figura 25, Figura 26 y Figura 27.**

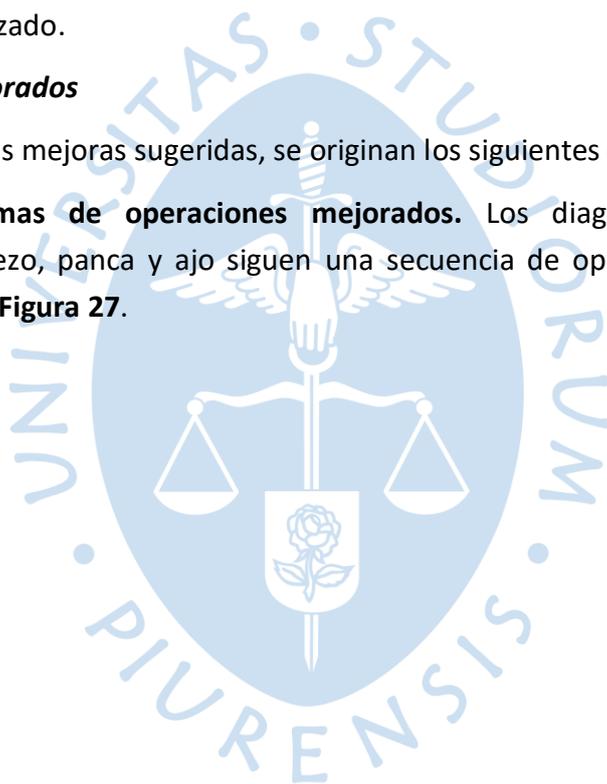


Figura 25

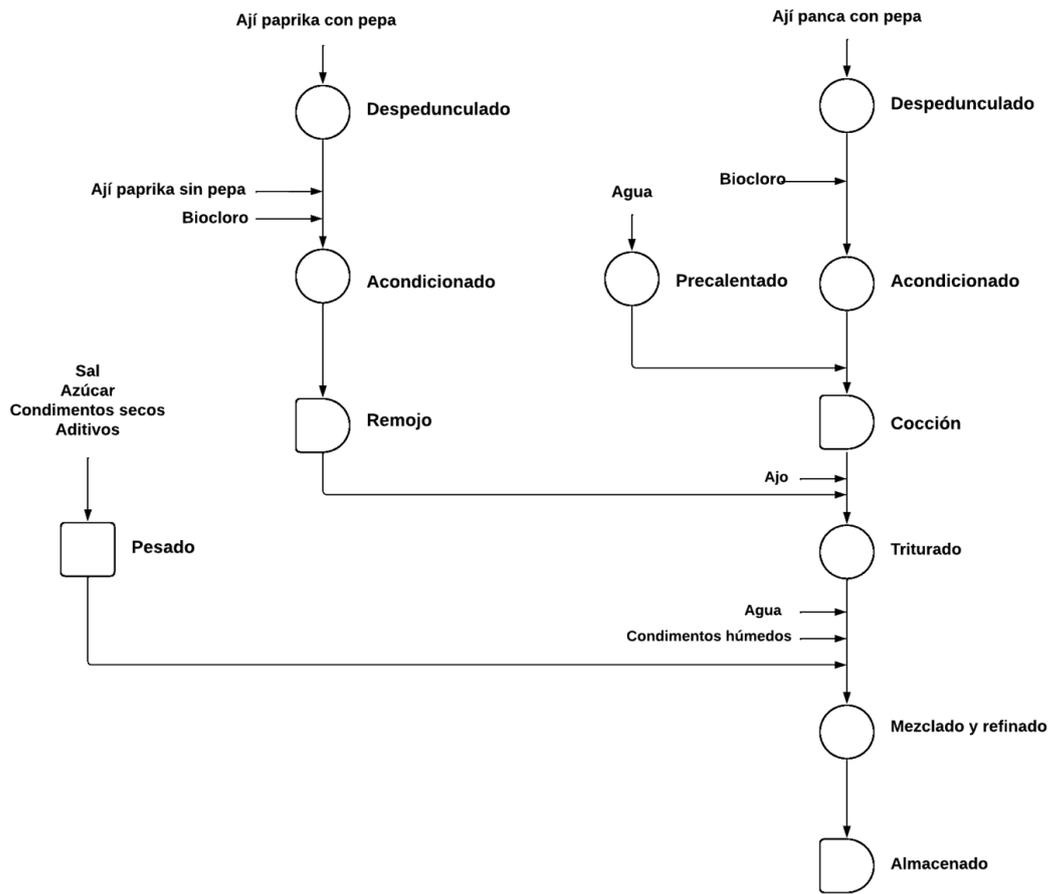
Diagrama de operaciones mejorado para aderezo

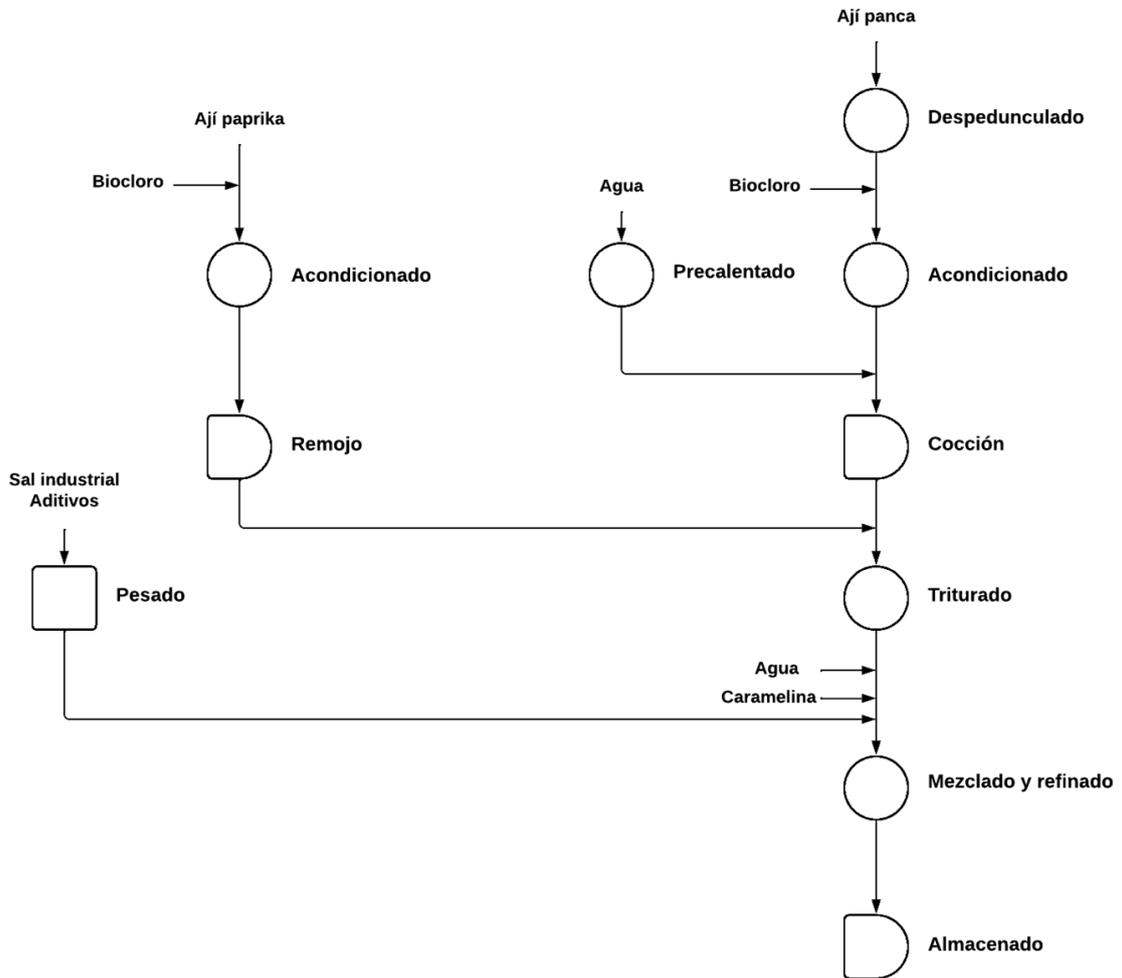
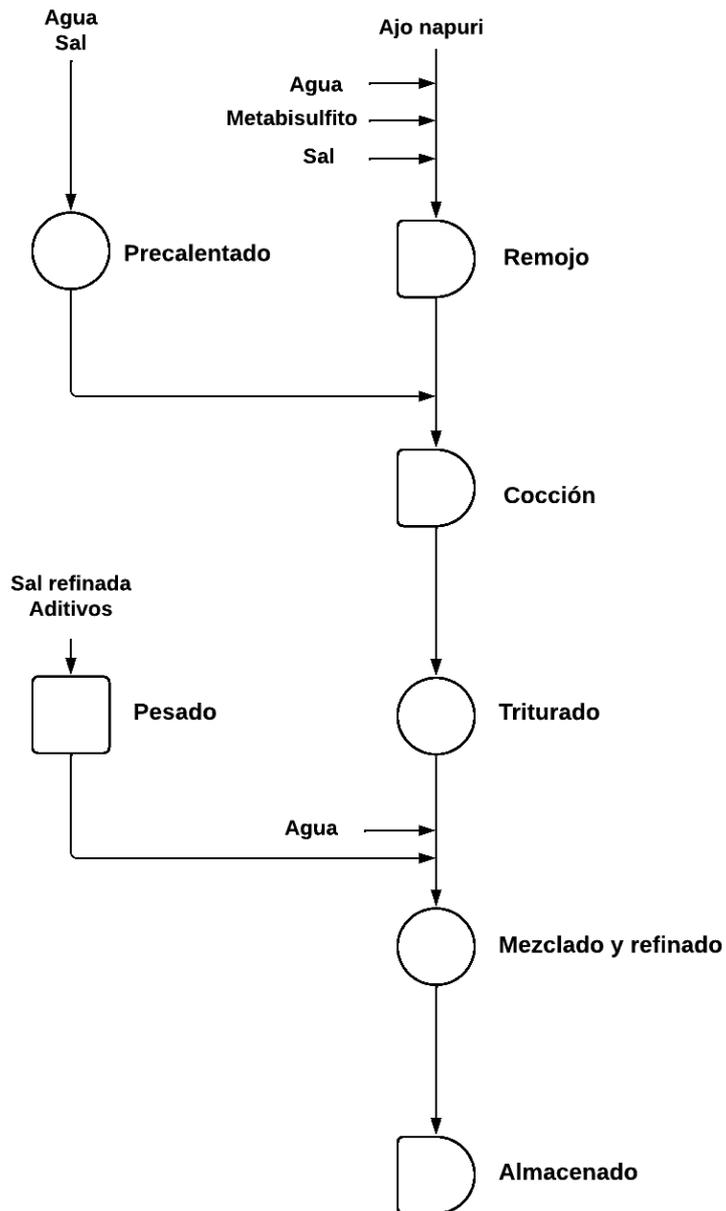
Figura 26*Diagrama de operaciones mejorado para panca*

Figura 27*Diagrama de operaciones mejorado para ajo*

5.5.2.2 Nuevos diagramas de bloques y balance de materiales. El balance de materiales presentado se basa en un lote de producción al fin de la proyección, es decir, al año cinco, donde se estima que el lote de producción de cada uno de los principales productos será de 2.3 toneladas. Ver **Figura 28**, **Figura 29** y **Figura 30**.

Figura 28

Diagrama de bloques y balance de materiales mejorado para aderezo

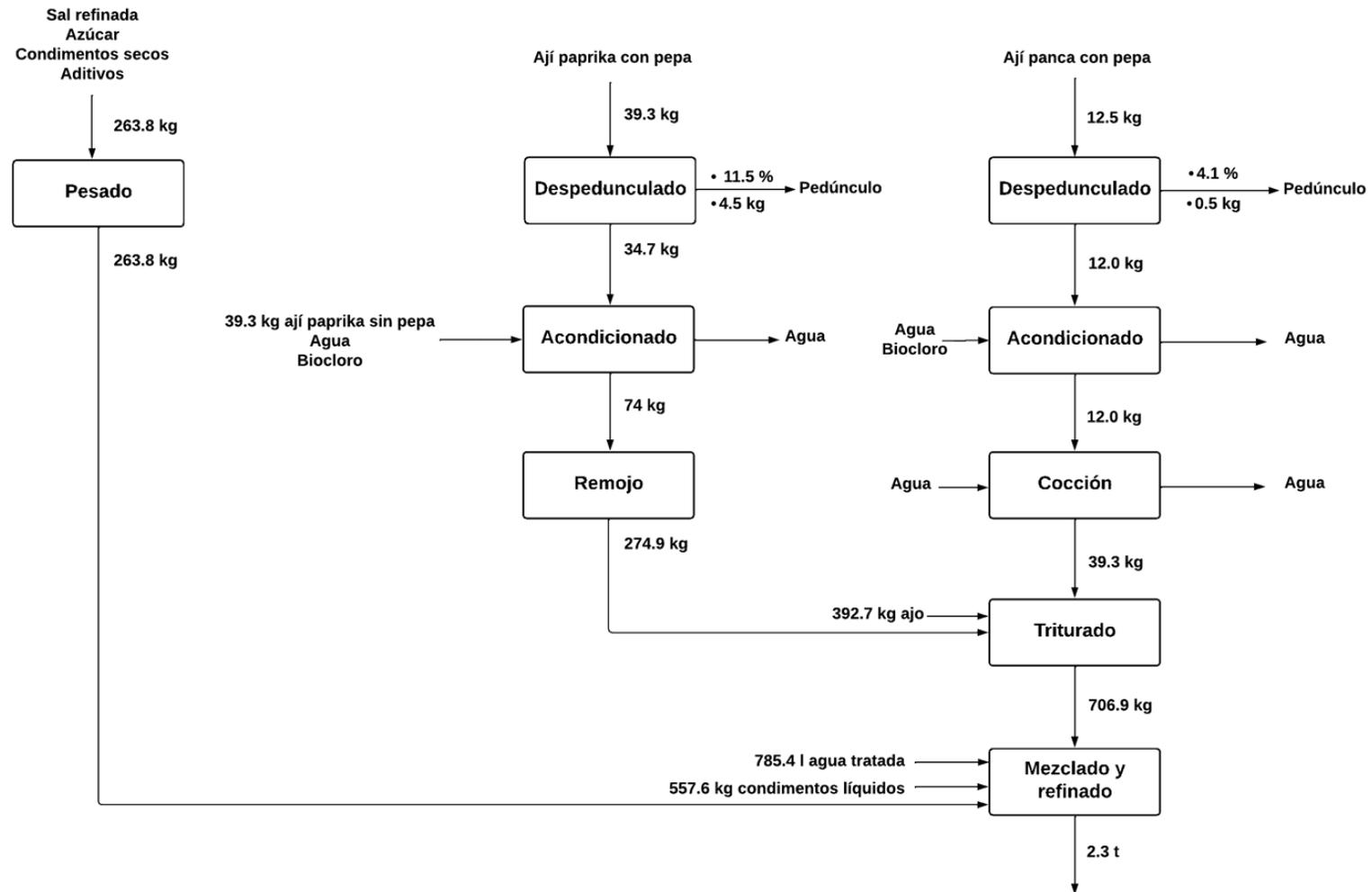


Figura 29

Diagrama de bloques y balance de materiales mejorado para panca

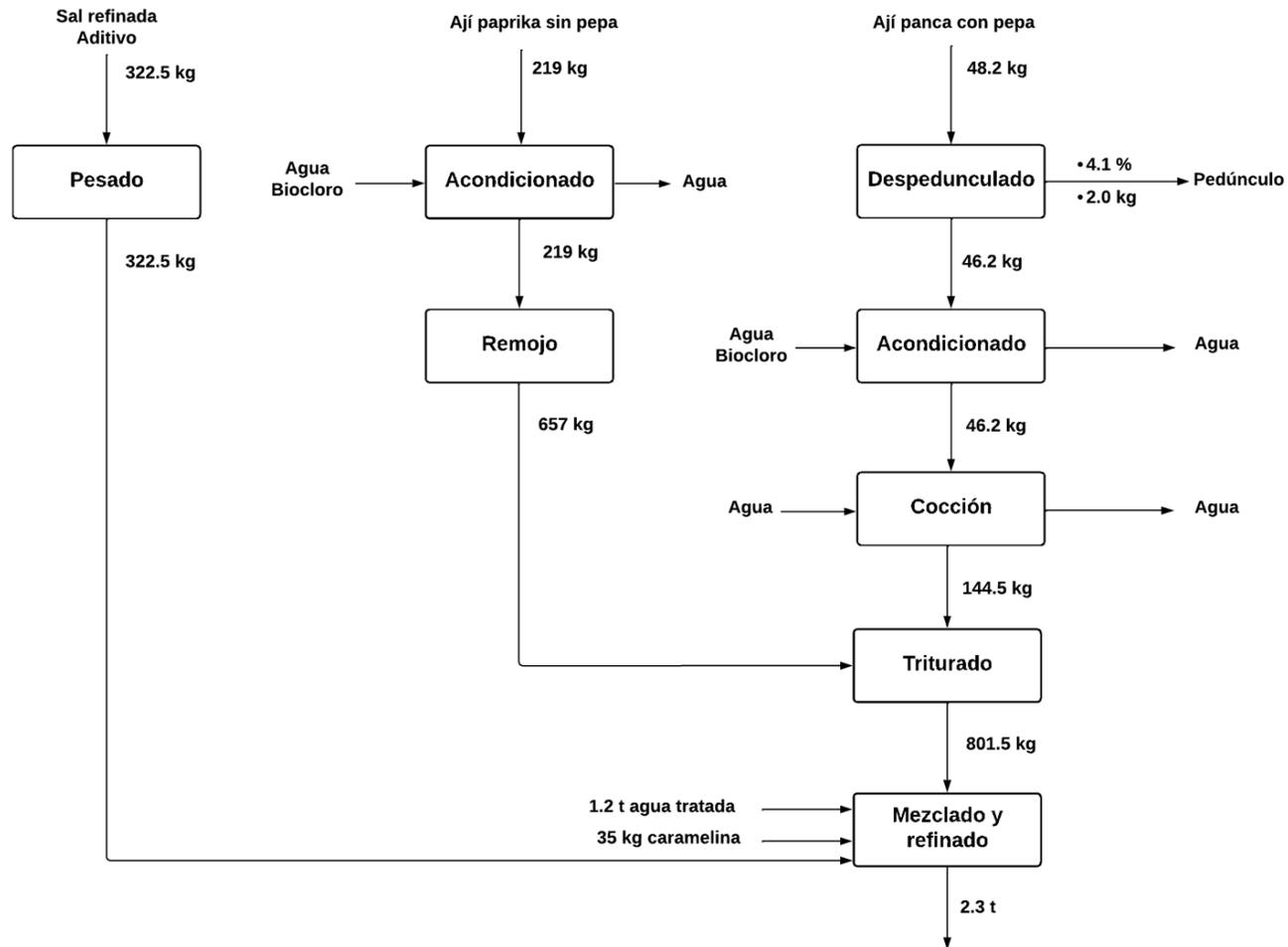
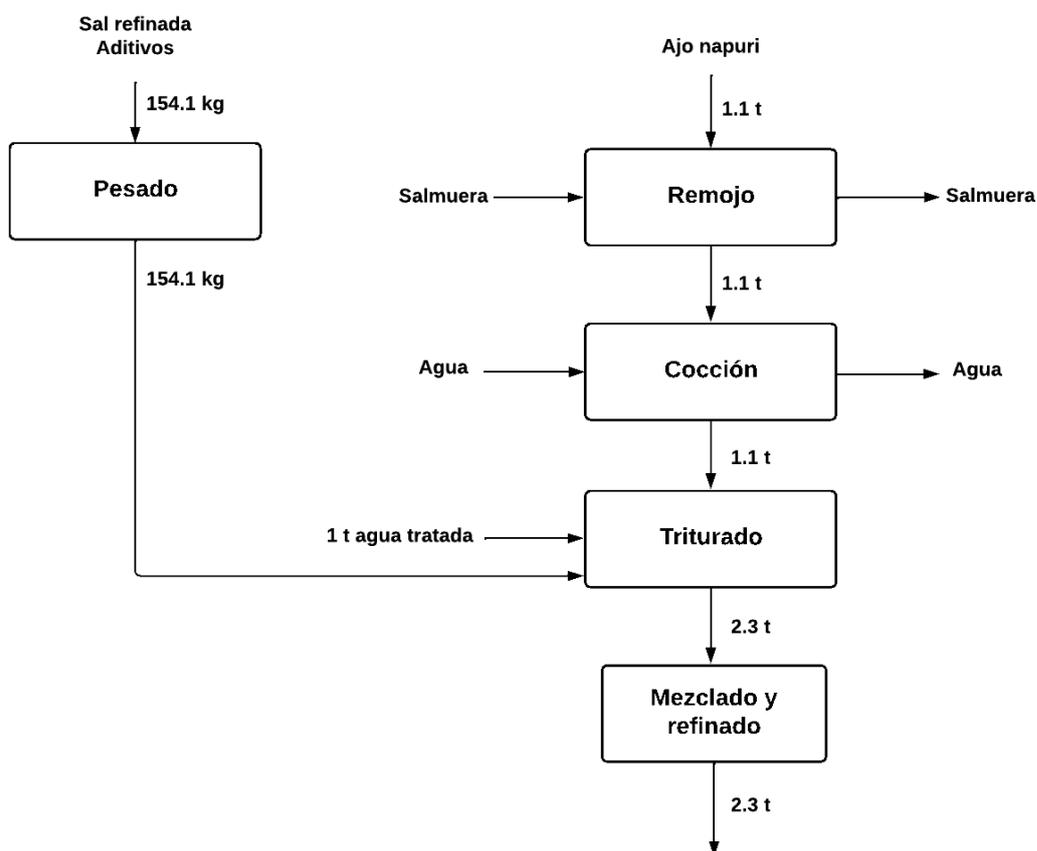


Figura 30

Diagrama de bloques y balance de materiales mejorado para ajo

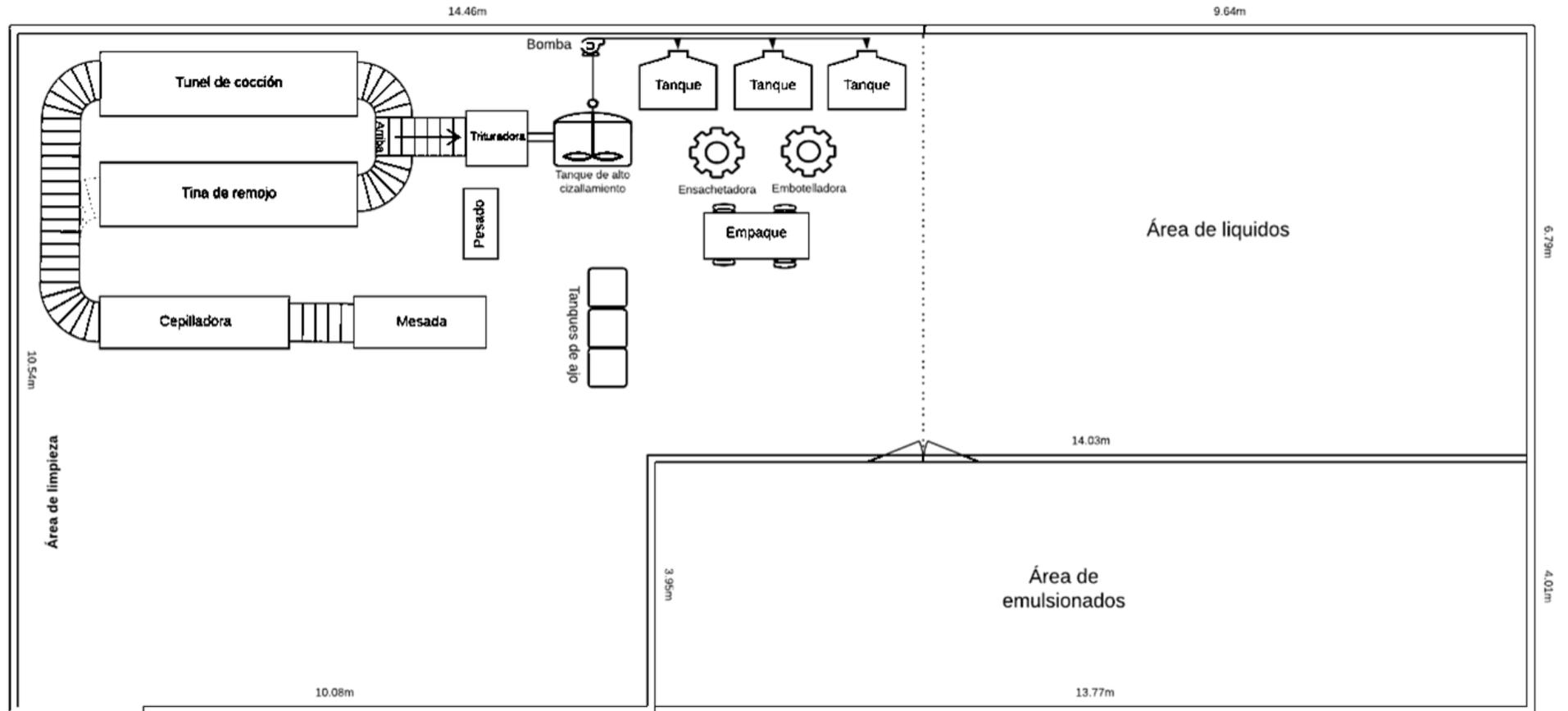


5.5.3 Distribución del área mejorada

De acuerdo con la maquinaria investigada y la mejora de métodos propuesta, se dimensiona una distribución mejorada con los nuevos equipos. Además, se han reasignado las unidades de trabajo, colocándolas estratégicamente en puntos que favorecen el flujo y reducen al mínimo las distancias recorridas. Ver **Figura 31**.

Figura 31

Distribución del área de pastas mejorada



5.5.4 Estimación de tiempos

La estimación de tiempos que sigue se realiza tomando como referencia el quinto año de la proyección. Esto se hace con el propósito de comparar los tiempos de procesamiento más extensos, ya que en ese año se manejará un volumen mayor, alcanzando la capacidad máxima.

La información de los nuevos balances de materiales proporciona datos de los flujos de entrada a cada operación, que, en conjunto con las capacidades de la nueva maquinaria, posibilita una estimación preliminar de los tiempos necesarios para cada proceso.

En la **Tabla 21**, se muestra un resumen de los flujos de ingreso a cada operación, siendo clasificados como ají panca, ají paprika, ajo u otros. Esta segmentación se realiza con el fin de obtener una aproximación más precisa del tiempo que toma el tratamiento de cada tipo de insumo en cada operación.

La capacidad de cada operación está determinada por las máquinas utilizadas, sin embargo, hay dos operaciones que no han sido mecanizadas: despedunculado y pesado. En el despedunculado, donde no ha sido posible simplificar el proceso mediante maquinaria adecuada para retirar los tallos de los ajíes de la manera requerida, se ha establecido la capacidad promedio de producción. En contraste, para la tarea de pesado, se prevé una mejora sustancial mediante la implementación de las 5S's, estimando una reducción del tiempo en un 50%, equivalente al porcentaje de tiempo empleado en traslados, limpiezas y mezclas paulatinas.

Multiplicando los flujos de entrada con las capacidades de cada operación, se obtienen las estimaciones de los nuevos tiempos de ejecución, a excepción de los tiempos de remojo y cocción, los cuales se rigen por los parámetros establecidos por calidad y tiempos de preparación de las máquinas. Ver **Tabla 22**.

Al simular el orden de ejecución conforme a los nuevos diagramas de operaciones, la nueva distribución de planta y los tiempos estimados, se generan los diagramas hombre-máquina plasmados en la **Figura 32**, **Figura 33** y **Figura 34**.

Tabla 21*Flujos de entrada por operación*

Flujos [kg]	Aderezo				Panca				Ajo		
	Panca	Paprika	Otros	Total	Panca	Paprika	Otros	Total	Ajo	Otros	Total
Despedunculado	12	39	-	52	48	-	-	48	-	-	-
Acondicionado	12	74	-	86	46	219	-	265	1 145	-	1 145
Remojo	-	74	-	74	-	219	-	219	-	-	-
Cocción	12	-	-	12	46	-	-	46	1 145	-	1 145
Triturado	39	274	392	705	144	656	-	801	1 145	-	1 145
Pesado	-	-	263	-	-	-	357	-	-	154	-
Mezclado y refinado	39	274	1 994	2 307	144	656	1 528	2 328	1 145	1 195	2 340

Tabla 22

Tiempos estimados por operación

Operación	Capacidad	Aderezo				Panca				Ajo		
	kg/h	Panca	Paprika	Otros	Total	Panca	Paprika	Otros	Total	Ajo	Otros	Total
Despedunculado	8.6	87	273	-	360	336	-	-	336		-	-
Acondicionado	1 000	1	4	-	5	3	13	-	16	69	-	69
Remojo	2 520	-	60	-	60	-	60	-	60	-	-	-
Cocción	2 000	80	-	-	80	80	-	-	80	40	-	40
Triturado	2 100	1	8	11	20	4	19	-	23	33	-	33
Pesado	255			31				42			18	
Mezclado y refinado	2 500	1	7	48	55	3	16	37	56	27	29	56

Figura 32

Diagrama hombre-máquina propuesto para aderezo

Duración	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Cepilladora	Lavadora	Túnel de escaldado	Trituradora	Tanque de mezclado				
5	Encendido cepilladora	Llenado lavadora	Despedunculado									
5	Llenado tanques cepilladora	Encendido tunel										
5		Encendido lavadora										
4	Despedunculado	Abastecimiento paprika				Calentamiento						
4		Abastecimiento panca		Acondicionado paprika								
1				Acondicionado panca								
7	Despedunculado	Despedunculado		Despedunculado		Remojo paprika	Cocción					
30												
5												
5												
5			Pesado		Encendido trituradora y refinadora			Despedunculado				
5												
2												
8												
5											Triturado	
7			Despedunculado		Despedunculado			Despedunculado				
30												
5												
5												
5												
2.3	Tiempo de ciclo											

Figura 33

Diagrama hombre-máquina propuesto para panca

Duración	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Cepilladora	Lavadora	Túnel de escaldado	Trituradora	Tanque de mezclado
5	Encendido cepilladora	Llenado lavadora	Despedunculado					
5	Llenado tanques cepilladora	Encendido tunel						
5	Llenado tanques cepilladora	Encendido lavadora						
3	Despedunculado	Abastecimiento paprika						
9		Despedunculado		Acondicionado paprika		Calentamiento		
3		Abastecimiento panca						
3		Acondicionado panca						
23								
5		Despedunculado				Remojo paprika		
27	Pesado			Despedunculado			Cocción	
2		Encendido trituradora y refinadora						
3								
10							Triturado	
10								Refinado
10	Despedunculado	Despedunculado						
33								
33								
2.4	Tiempo de ciclo							

Figura 34

Diagrama hombre-máquina propuesto para ajo

Duración	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Cepilladora	Túnel de escaldado	Trituradora	Tanque de mezclado
5	Encendido cepilladora	Despedunculado	Despedunculado	Acondicionado	Preparación	Triturado	Refinado
5	Llenado tanques cepilladora						
5							
44	Suministro de ajo						
5	Encendido túnel						
20	Despedunculado						
17							
18	Pesado						
5	Encendido trituradora y refinadora						
23	Despedunculado						
2							
8							
23							
3.0	Tiempo de ciclo						

5.6 Impacto

En este apartado se busca destacar los efectos positivos derivados de la aplicación de la mejora propuesta. Se detallarán los beneficios tangibles resultantes de las modificaciones introducidas, destacando cómo estas contribuyen de manera significativa en la eficiencia, productividad e incluso permitiendo realizar más actividades de valor para la empresa como la innovación y ampliación de su portafolio de productos. Se comparan los parámetros operativos medidos en el capítulo anterior; cabe resaltar que los indicadores presentados pertenecen al quinto año de proyección.

5.6.1 Disminución de desperdicios

Desde el enfoque de los siete desperdicios, identificados en el Capítulo 3, las mejoras presentadas conllevan a la eliminación de todas las mudas, evidenciado en la **Tabla 23**.

Tabla 23

Mudas eliminadas

Muda	Descripción
Muda de procesos inapropiados	Se erradica la necesidad de uso de utensilios, manteniendo la limpieza del área de trabajo, evitando retrabajos de limpieza.
Muda de espera	Dado que la operación de pesado húmedo se elimina y el diseño de la nueva secuencia de pasos permite que el remojo, la cocción y el pesado seco se realicen en paralelo, se erradican las esperas para la trituración.
Muda de transporte	La actividad de transporte evoluciona significativamente, pasando de ser una tarea manual rudimentaria a realizarse de manera eficiente mediante el uso de bandas transportadoras, con tiempos prácticamente insignificantes.
Muda de movimientos innecesarios	La nueva distribución del área permite que las operaciones se realicen secuencialmente, además, las mejoras propuestas con 5S para la operación de pesado, decrementan los movimientos necesarios para completar las actividades.

5.6.2 Reducción de tiempo de ciclo

La integración de la mejora propuesta se traduce en una reducción promedio del 60% del tiempo necesario para la producción. En la **Tabla 24** se proporciona un desglose detallado del ahorro de tiempo asociado a cada tipo de producto.

Tabla 24*Comparativa de tiempos de ciclo*

	Aderezo	Panca	Ajo
Tiempo de ciclo actual [h]	6.4	6.7	6.4
Tiempo de ciclo mejorado [h]	2.3	2.4	3.0
Ahorro de tiempo	64%	64%	53%

5.6.3 Eficiencia mejorada

Como se mencionó anteriormente, la asignación de días es estable en el tiempo; sin embargo, la jornada de producción se ha reducido en un 15% (de 50% a 35%), reflejado en la **Tabla 25**. Junto a la proyección de la demanda al año cinco, se calcula el nuevo *takt time*.

Tabla 25*Cálculo de takt time mejorado*

	Aderezo	Panca	Ajo
Demanda anual [t]	251	128	128
Tiempo destinado anual [h]	328	166	165
Takt time [t/h]	1.3	1.3	1.3

El ritmo de producción se estima con el nuevo tamaño de producción y el nuevo tiempo de ciclo. Ver **Tabla 26**.

Tabla 26*Ritmo de producción mejorado*

	Aderezo	Panca	Ajo
Tamaño de producción [t]	2.3	2.3	2.3
Tiempo de ciclo [h]	2.3	2.4	3
Ritmo de producción [h/t]	1.0	1.0	1.3

El ritmo de producción es ligeramente menor al *takt time*, indicando una mejora en la eficiencia del proceso. Este ajuste no solo elimina las pérdidas de demanda, sino que también proporciona la capacidad de generar un pequeño excedente de producción, ofreciendo así una especie de colchón ante posibles variaciones imprevistas en la demanda. Este nivel de flexibilidad respalda la capacidad de adaptación del proceso productivo a cambios inesperados.

5.6.4 Productividad mejorada

Nuevamente, se calcula el margen de la misma manera que en el Capítulo 4, esta vez utilizando la proyección anual al año cinco, el costo y precio anuales serán detallados en el siguiente capítulo. En la **Tabla 27** se especifican los datos mencionados.

Tabla 27*Detalle de cálculo de margen mejorado*

	Aderezo	Panca	Ajo	Total
Producción anual [t]	251	128	128	508
Costo [soles / t]	3 922	4 204	4 706	4 277
Precio [soles / t]	17 965	18 490	23 671	20 042
Costo anual [soles]	985 353	539 436	602 304	2 127 093
Precio anual [soles]	4 513 943	2 373 824	3 029 760	9 916 527
Margen anual [soles]	3 528 590	1 833 388	2 427 456	7 789 434

Se vuelve a calcular la cantidad de horas necesarias para cumplir la producción anual con el ritmo de producción mejorado, obteniéndose valores de 250.47 h, 134.12 h y 164.11 h para aderezo, panca y ajo respectivamente.

Con el margen y tiempo anual al año cinco, se procede a calcular la productividad de mano de obra mejorada.

$$Productividad\ aderezo = \frac{3\ 528\ 590}{250.47} = 14\ 088 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$$

$$Productividad\ panca = \frac{1\ 833\ 388}{134.12} = 13\ 670 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$$

$$Productividad\ ajo = \frac{2\ 427\ 456}{164.11} = 14\ 792 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$$

El ranking de productividades por producto se mantiene, mientras que la productividad promedio de pastas mejorada es:

$$Productividad\ pastas = \frac{14\ 088 + 13\ 670 + 14\ 792}{250.47 + 134.12 + 164.11} = 14\ 196 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$$

La productividad de pastas mejorada representa aproximadamente una mejora del 276% respecto a la productividad de pastas actual.

Capítulo 6

Análisis financiero

Este capítulo se orienta a definir la viabilidad y rentabilidad económica de las mejoras propuestas, así como calcular la inversión necesaria para el proyecto, rentabilidad, retorno y comparación de la situación actual frente a la mejorada. Para finalmente definir si este proyecto se considera viable o no.

Para el análisis se tendrá en cuenta una tasa de inflación promedio del 2.142% obtenida del Fondo Monetario internacional (FMI, 2023) durante los siguientes cinco años proyectados tanto en insumos, como en precio de venta.

6.1 Proyección de demanda

Como se mencionó previamente, se considera un aumento del 10% en producción para cubrir la demanda futura. En la **Tabla 28** se muestra la proyección de la demanda en toneladas e ingresos.



Tabla 28
Proyección de demanda

Año	Aderezo		Panca		Ajo		Total anual	
	Toneladas	Soles	Toneladas	Soles	Toneladas	Soles	Toneladas	Soles
1	171.7	2 834 364	87.5	1 486 024	87.5	1 902 426	346.68	6 222 814
2	188.9	3 184 584	96.2	1 669 640	96.2	2 137 494	381.35	6 991 718
3	207.8	3 578 078	105.8	1 875 944	105.8	2 401 607	419.49	7 855 629
4	228.6	4 020 192	116.4	2 107 740	116.4	2 698 354	461.44	8 826 286
5	251.4	4 516 935	128.1	2 368 176	128.1	3 031 768	507.58	9 916 879

Nota: Se considera el precio de venta promedio ponderado de las distintas presentaciones de cada producto ajustado a la inflación.

6.2 Costos de producción

La **Tabla 29** detalla los costos de producción proyectados en soles para cada año del proyecto, ofreciendo una visión detallada de los gastos asociados a la producción planificada.

Tabla 29

Nuevos costos de producción

Año	1	2	3	4	5
Gastos directos					
Materias primas	1 093 934	1 230 494	1 384 302	1 557 561	1 752 761
Sueldos y salarios ¹⁵	316 200	316 200	316 200	316 200	316 200
Gastos indirectos					
Energía eléctrica ¹⁶	7 960	8 632	9 371	10 185	11 082
Gas	4 418	4 964	5 578	6 267	7 041
Depreciación	29 082	29 082	29 082	29 082	29 082
Mantenimiento ¹⁷	11 633	11 633	11 633	11 633	11 633
Total	1 463 226	1 601 005	1 756 165	1 930 929	2 127 799

6.3 Flujo de caja

En la **Tabla 30** se presenta el estado de flujo de caja anual en soles, incluyendo utilidad bruta, utilidad en operación, utilidad antes de impuestos y flujo de caja neto.

Tabla 30

Flujo de caja anual

	1	2	3	4	5
Ventas	6 222 814	6 991 718	7 855 629	8 826 286	9 916 879
(-) Costos de producción	1 463 226	1 601 005	1 756 165	1 930 929	2 127 799
Utilidad Bruta	4 759 588	5 390 713	6 099 463	6 895 357	7 789 080
(-) Costos de Venta	622 281	699 172	785 563	882 629	991 688
Utilidad en operación	4 137 307	4 691 541	5 313 900	6 012 728	6 797 392
(-) Gatos administrativos	497 825	559 337	628,450	706 103	793 350
Utilidad antes de impuestos a la renta	3 639 481	4 132 204	4 685 450	5 306 626	6 004 042
Impuesto a la renta	1 091 844	1 239 661	1 405 635	1 591 988	1 801 212
Flujo de caja neto	2 547 637	2 892 542	3 279 815	3 714 638	4 202 829

¹⁵ No se considera un aumento salarial a través de los años.

¹⁶ Los costos de electricidad se han calculado con la demanda en kWh de la maquinaria en pastas y el tarifario de ELECTRONORTE S.A (2022).

¹⁷ Se ha considerado un costo de mantenimiento anual del 4% del valor de la maquinaria.

6.4 Maquinaria y equipo de producción

La **Tabla 31** ofrece un desglose detallado de los activos necesarios, junto con sus costos de inversión asociados en soles.

Tabla 31

Activos de inversión (Precios de maquinaria y equipos de producción)

Unidades	Descripción	Total en soles	Precio unitario en soles
1	Equipo de lavado por cepillos	35 150	35 150
1	Equipo de remojo	6 660	6 660
1	Túnel de escaldado	66 600	66 600
1	Tanque de mezclado con tarima	74 000	74 000
4	Faja transportadora horizontal	14 800	59 200
1	Faja transportadora horizontal larga	22 200	22 200
1	Faja transportadora vertical con pendiente	23 310	23 310
1	Tarima de acero	3 700	3 700
1	Capacitaciones	5 550	5 550

6.5 Presupuesto de inversión

La **Tabla 32** resume el presupuesto total de inversión en soles, desglosando costos tangibles e intangibles, así como imprevistos.

Tabla 32

Presupuesto de inversión

Activos	
Activos tangibles	
Maquinaria de producción	290 820
Subtotal	290 820
Activos intangibles	
Capacitaciones	5 550
Subtotal	5 550
Activos tangibles e intangibles	296 370
Imprevistos (8% del valor de los activos)	23 710
Total de activos tangibles, intangibles e imprevistos	320 080

6.6 Flujo de efectivo anual

La **Tabla 33** calcula el flujo neto de efectivo para cada año, determinando el punto de recuperación de la inversión y ofreciendo una evaluación de la viabilidad financiera a lo largo del tiempo. Se identifica que el primer año se recuperaría la inversión inicial del proyecto.

Tabla 33*Prueba de rentabilidad*

Periodo	Año	Flujo neto en soles	Acumulado
1	2024	2 547 637	2 547 637
2	2025	2 892 542	5 440 179
3	2026	3 279 815	8 719 995
4	2027	3 714 638	12 434 633
5	2028	4 202 829	16 637 462
Total		16 637 462	

6.7 Comparación de flujos de caja

En la **Tabla 34** se compara la diferencia de flujo de caja con y sin inversión en soles, se calcula el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y se realiza un análisis de costo-beneficio, proporcionando una visión integral de la rentabilidad del proyecto.

Tabla 34*Comparación de escenarios*

Periodo	0	1	2	3	4	5
Utilidad con mejora		2 547 637	2 892 542	3 279 815	3 714 638	4 202 829
Utilidad sin mejora ¹⁸		2 046 450	2 032 769	2 013 618	1 988 415	1 956 522
Beneficio Neto	-320 080	501 187	859 773	1 266 197	1 726 223	2 246 307

Se toma una tasa del 15%; ya que esta es la tasa interna que Vital S.A.C. aplica a sus proyectos. Con esta información se obtiene un VAN de S/ 4 022 257 indicando que el proyecto generara un retorno financiero positivo durante el periodo analizado. El TIR calculado es del 210% el cual sugiere también una rentabilidad muy alta para el proyecto. Finalmente, el ratio costo-beneficio es de 12.6, lo que indica que por cada sol invertido se obtendrán 12.6 unidades en beneficios.

Después de analizar los tres indicadores, los resultados sugieren que el proyecto de inversión en la mejora de la línea es financieramente atractivo. El VAN positivo y la TIR considerablemente elevada vaticinan un sólido retorno, mientras que el ratio costo-beneficio resalta la rentabilidad del proyecto.

Es esencial considerar otros factores como riesgos operativos desarrollando estrategias de mitigación, analizar los cambios en la economía o en la industria, considerar las normativas ambientales y legales, el análisis de la posición competitiva de la empresa dentro del mercado y el impacto social.

¹⁸ La utilidad sin mejora considera un escenario en donde la situación actual se mantenga durante el periodo analizado; se considera inflación.

Conclusiones

Sin la inversión planteada, la empresa no podrá alcanzar su meta estratégica de aumentar en 10% anual la cantidad de productos vendidos; acrecentando el costo de oportunidad a S/ 6 279 607 en los siguientes cinco años.

La estrategia de mecanización de las operaciones y la implementación de las 5S's de *kaizen* transforman el proceso en una línea de producción altamente eficiente. Esta mejora se refleja inicialmente en la reducción del *takt time* en aproximadamente dos horas, equivalente a una disminución del 63% del tiempo inicial, indicando que ahora se requiere aproximadamente la tercera parte del tiempo para procesar una tonelada.

La mejora se materializa mediante un aumento en la capacidad de producción y una reducción del tiempo de ejecución. Aunque el costo no experimenta una disminución significativa, el substancial aumento en el volumen procesado justifica el incremento del margen, generando un impacto directo en la productividad, incluso triplicándola.

Suprimir la operación de selección y pesado húmedo, combinar las operaciones de mezclado y refinado, anticipar en un día el despedunculado y triturar antes de mezclar; resulta en una reducción de al menos el 60% del tiempo de ciclo.

La mecanización de la línea de pastas permite minimizar la manipulación manual, asegurando la ejecución simultánea de tareas estrictamente manuales, como el despedunculado y pesado en paralelo al ciclo de producción de las máquinas; estas operaciones en el proceso actual de panca y aderezo representa el 43% y 19% del tiempo total de ciclo. Asignar a los operarios exclusivamente tareas cruciales como el despedunculado, pesado y encendido de las máquinas garantizan la reducción efectiva del tiempo de ciclo en los porcentajes mencionados.

La implementación de la maquinaria propuesta permite asegurar los tiempos de producción y los requerimientos de calidad al reducir los retrabajos de limpieza y errores humanos en cada paso del proceso.

La reasignación de las unidades de trabajo acorde al espacio disponible, las dimensiones de la maquinaria y la secuencia de operaciones, garantiza la optimización de los tiempos de transporte, convirtiéndolos en tiempos despreciables.

Referencias

- Cuatrecasas, L. (2017). *INGENIERÍA DE PROCESOS Y DE PLANTA*. Profit Editorial.
- ELECTRONORTE S.A. (2022). *PLIEGO TARIFARIO DEL 04 ENERO 2022 CON FOSE*.
<https://www.distriluz.com.pe/ensa/images/PlanTarifarioUsuarioFinal04012022.pdf>
- ESAN. (10 de Agosto de 2015). *Takt Time: ¿En qué consiste y cómo aplicarlo?* Conexión ESAN:
<https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/takt-time-consiste-como-aplicarlo>
- FMI. (2023). *International Monetary Fund*. FMI.
<https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2023/April>
- Focus Technology Co. (s.f.). *Belt conveyors*. Made-in-China.com: https://es.made-in-china.com/co_hrconveyor/product_Innovative-Material-Flow-Systems-Using-Advanced-Belt-Conveyors_ysusshiueg.html
- Focus Technology Co. (s.f.). *Blanching Machine Immersion*. Made-in-China.com:
https://es.made-in-china.com/co_zhuchengtianshun/product_Vegetable-Blanching-Machine-Immersion-Belt-Cooking-Machine-System-Vegetable-Processing-Machine_euooesrny.html
- IMA. (s.f.). *Lavadora de cepillos*. Ingeniería Metalmecánica Alimenticia S.A.S:
<https://www.ingenieriaima.com.co/producto/lavadora-de-cepillos/>
- Imai, M. (2012). *GEMBA KAIZEN*. Mc Graw Hill.
- IPSOS. (2021). *Perfiles Socioeconómicos del Perú 2021*. Ipsos Opinión y Mercado S.A.:
<https://www.ipsos.com/es-pe/perfiles-socioeconomicos-del-peru-2021>
- JBT. (s.f.). *FoodTech*. JBT Businessess: <https://www.jbtc.com/foodtech/es/products-and-solutions/products/tanks-and-asme-pressure-vessels/mix-tanks/>
- JFJ Maquinaria y Montajes S.L. (s.f.). *Cinta transportadora / elevador*. Indema Website:
<https://indemajfj.com/producto/cinta-transportadora-elevador/>
- Jiadi Machinery Co. (s.f.). *Lavadora por inmersión*. Jiadi Machinery Co Website: <http://tomato-machinery.es/15-1-2-washing-machine.html>
- Lean Enterprise Institute. (2020). *What is Lean?* Lean Enterprise Institute:
<https://www.lean.org/explore-lean/what-is-lean/#:~:text=Lean%20is%20a%20way%20of,thinking%20and%20practice%20occur%20together.>
- Liker, J. K. (2004). *LAS CLAVES DEL ÉXITO DE TOYOTA*. McGraw-Hill.
- Quality-One International. (2016). *Eight Disciplines of Problem Solving*. Quality-One International Website: <https://asq.org/quality-resources/eight-disciplines-8d>

Socconini, L. (2019). *LEAN MANUFACTURING PASO A PASO* (Vol. 1). ALFAOMEGA MARGE BOOKS.

Zarghami, A., & Benbow, D. W. (2017). *Introduction to 8D Problem Solving*. Introduction to 8D Problem Solving.

