

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



Diagnóstico y mejora de procesos en una empresa embotelladora de bebidas carbonatadas usando herramientas de inventarios agregados, simulación y

Planeamiento Sistemático de la Distribución

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Escobal Vera, Jesus Manuel

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Industrial

AUTORA:

Guevara Goicochea, Gladys Zarahí

ASESOR:

Rau Alvarez, Jose Alan

Lima, Marzo, 2026

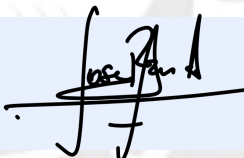
Informe de Similitud

Yo, JOSÉ ALAN, RAU ALVAREZ, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis titulada(o) **DIAGNÓSTICO Y MEJORA DE PROCESOS EN UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS CARBONATADAS USANDO HERRAMIENTAS DE INVENTARIOS AGREGADOS, SIMULACIÓN Y PLANEAMIENTO SISTEMÁTICO DE LA DISTRIBUCIÓN**, los autores Gladys Zarahí Guevara Goicochea y Jesús Manuel Escobal Vera, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 20%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 3/03/2026.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de investigación, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

LIMA, SAN MIGUEL, 3 de marzo de 2026.

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>RAU ALVAREZ, JOSÉ ALAN</u>	
DNI: 07602255	Firma
ORCID: 0000-0003-0928-3994	

Resumen

La presente investigación aborda la mejora operativa de una planta embotelladora de bebidas carbonatadas ubicada en Lambayeque, Perú, a través del rediseño de su distribución de planta y la aplicación de herramientas de ingeniería industrial. Se parte de un análisis detallado de la situación actual, identificando deficiencias críticas como reprocesos, desorden en el almacén y ausencia de planificación de inventarios, que afectan directamente la productividad y competitividad de la empresa.

En el marco teórico se desarrollan herramientas como la clasificación ABC multicriterio, la Teoría de Restricciones (TOC), el Planeamiento Sistemático de la Distribución (SLP), la metodología 5S y simulaciones con el software Arena, las cuales son aplicadas de forma integrada. El objetivo es optimizar el flujo de materiales, reducir los tiempos de traslado y eliminar cuellos de botella en la línea de producción. A través de la simulación de escenarios AS-IS y TO-BE, se demuestra un incremento del 50% en la capacidad de producción diaria, pasando de 14 400 a 21 600 botellas.

Desde el punto de vista económico, se plantea una inversión total de S/ 21 163,14. Como resultado, se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 7 997,56 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 41.75%, validando la rentabilidad y viabilidad de la propuesta.

Finalmente, se concluye que la implementación de estas herramientas mejora significativamente el aprovechamiento del espacio, la productividad y la eficiencia operativa con una reducción de tiempos del 80% de los tiempos muertos. La propuesta representa una solución sostenible y replicable para pequeñas y medianas empresas del sector industrial con retos similares.

INDICE

INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE ANEXOS	ix
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo 1: MARCO TEÓRICO	5
1.1. Investigaciones Previas	5
1.2. Herramientas de Análisis y Diagnóstico	6
1.2.1. FODA	6
1.2.2. Diagrama de Pareto	9
1.2.3. Diagrama de Ishikawa	10
1.2.4. Matriz de priorización	11
1.2.5. AHP y matriz de comparaciones pareadas	12
1.2.6. Ficha de Indicadores	14
1.2.7. Metodología de los 5W's y 2H's	16
1.3. Herramientas de Simulación	17
1.4. Herramientas Lean	18
1.4.1. Metodología de las 5's	19
1.5. TOC	20
1.6. Clasificación ABC	22
1.7. Metodología PSD/SLP	23
Capítulo 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	28
2.1. Situación actual de la empresa	28
2.2. Misión, Visión y Valores	29
2.3. Diagrama de Operaciones del Proceso [DOP]	30
2.4. Diagrama de Actividades del proceso [DAP]	34
2.5. Diagrama de Recorrido	35
2.6. Cartera de Productos	36
2.7. Cartera de Clientes	37
2.8. Cartera de Proveedores	38
Capítulo 3: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO	38
3.1. FODA	38
3.2. Mapeo de Procesos	42

3.3.	Identificación de problemas y causas.....	48
3.4.	Identificación de contramedidas y herramientas.....	52
Capítulo 4: PROPUESTA DE MEJORA		59
4.1.	Integración de Propuestas	59
4.2.	ABC Multicriterio	60
4.2.1.	Levantamiento de datos.....	61
4.2.2.	Nuevas Políticas:	72
4.2.3.	Curva de Intercambio	74
4.2.4.	Establecimiento de nueva política de gestión de inventarios	79
4.3.	TOC.....	81
4.3.1.	Primer Paso: Balance de Línea.....	81
4.3.2.	Segundo Paso: Identificar la Restricción	84
4.3.3.	Tercer Paso: Explotar la restricción.....	89
4.4.	ARENA [Modelo As Is]	90
4.4.1.	Simulación del Proceso de Concentrado	91
4.4.2.	Simulación del Proceso de Carbonatado.....	92
4.4.3.	Simulación del Proceso de Enroscado	92
4.4.4.	Simulación del Proceso de Empaquetado	93
4.4.5.	Simulación del Proceso de Paletizado.....	93
4.4.6.	Simulación del Proceso de Preformado y Llenado	94
4.4.7.	Resultados de la Simulación.....	95
4.5.	Localización.....	95
4.5.1.	Macrolocalización	96
4.5.2.	Microlocalización	100
4.6.	Planeación Sistemática de la Distribución [PSD].....	103
4.6.1.	Análisis de Flujo.....	103
4.6.2.	Plano de la planta actual	104
4.6.3.	Tabla Relacional de Actividades [TRA].....	105
4.6.4.	Diagrama Relacional de Actividades [DRA].....	108
4.6.5.	Layout de Bloques Unitarios [LBU]	109
4.6.6.	Dimensionamiento de Áreas [Guerchet]	111
4.6.8.	Diagrama General del Conjunto [DGC]	115
4.7.	Modelo ARENA [To Be].....	115

4.8. Metodología 5S	116
4.8.1. Almacén de Producto Terminado	118
4.8.2. Almacén de Insumos	120
4.8.3. Acciones correctivas	122
Capítulo 5: IMPACTO ECONÓMICO	124
5.1. Determinación del Costo de Oportunidad de Capital	125
5.2. Flujo de caja económico:	127
Capítulo 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	127
6.1. Conclusiones	127
6.2. Recomendaciones	130
BIBLIOGRAFÍA	132



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama FODA	8
Figura 2: Diagrama General Ishikawa	11
Figura 3: Ficha de Indicador – Costo total de producción	15
Figura 4: 5W2H	16
Figura 5: Simulación de la empresa (Modelo AS IS).....	18
Figura 7: Método SLP.....	26
Figura 8: Tanques de Mezcla	31
Figura 9: Sopladora de botellas	31
Figura 10: Dosificador de botellas	32
Figura 11: Maquina ordenadora.....	32
Figura 12: DOP del proceso.....	33
Figura 13: DAP del proceso.....	35
Figura 14: DER de la planta.....	36
Figura 15: Imagen referencial del producto estrella.....	37
Figura 16: Mapa de Macroprocesos	42
Figura 17: Operaciones de Gestión Logística	45
Figura 18: Operaciones de Producción	46
Figura 19: Diagrama de Pareto de Problemas	49
Figura 20: Ishikawa Retrasos en la Producción	50
Figura 21: Ishikawa Pérdida de Productos	50
Figura 22: Orden de Integración	60
Figura 23: Ecuación de Normalización.....	67
Figura 24: Ecuación de Puntaje Total.....	69
Figura 25: Utilización de las operaciones	87
Figura 26: Submodelo de Concentrado.....	91
Figura 27: Submodelo de Carbonatado.....	92
Figura 28: Submodelo de Enroscado.....	93
Figura 29: Submodelo de Empaquetado	93
Figura 30: Submodelo de Paletizado	94
Figura 31: Submodelo Preformas y Llenado	94
Figura 32: Provincias de Lambayeque.....	96
Figura 33: Índice de pobreza por provincia en Lambayeque.....	100
Figura 34: Plano de planta actual.....	105
Figura 35: TRA de letras	108
Figura 36: LBU por Método de Francis.....	110
Figura 37: Diagrama Relacional de Actividades por método tradicional	111
Figura 38: DRE de la nueva disposición	114
Figura 39: DGC de la nueva disposición	115
Figura 40: Resultado de Simulación To Be	116
Figura 41: Puntuación en el Almacén de Producto Terminado.....	120
Figura 42: Puntuación en el Almacén de Insumos.....	122

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de priorización	12
Tabla 2: FODA	39
Tabla 3: Estrategias FODA	40
Tabla 4: Escala para matriz de comparación pareada.....	43
Tabla 5: Escala para matriz de priorización.....	43
Tabla 6: Criterios estratégicos	43
Tabla 7: Matriz de comparación pareada de Macroprocesos.....	44
Tabla 8: Matriz de comparación pareada normalizada de Macroprocesos	44
Tabla 9: Matriz de priorización de Macroprocesos.....	44
Tabla 10: Porcentaje Macroprocesos	45
Tabla 11: Criterios tácticos	46
Tabla 12: Matriz de comparación pareada de Operaciones.....	46
Tabla 13: Matriz de comparación pareada normalizada de Operaciones.....	47
Tabla 14: Matriz de priorización de Operaciones	47
Tabla 15: Porcentaje Operaciones.....	47
Tabla 16: Escala de Probabilidad de Ocurrencia	49
Tabla 17: Escala de Impacto Económico	49
Tabla 18: Tabla de Frecuencia Impacto de Problemas	49
Tabla 19: Tabla de Frecuencia Impacto de Causas de Retrasos en la Producción	51
Tabla 20: Tabla de Frecuencia Impacto de Causas de Pérdida de Productos	51
Tabla 21: Escala de Riesgos.....	52
Tabla 22: Matriz PI de Causas Raíz	53
Tabla 23: Causas Raíz Seleccionadas	53
Tabla 24: Análisis 5W y 2H.....	54
Tabla 25: Evaluación de Contramedidas.....	55
Tabla 26: Criterios de Matriz FACTIS	58
Tabla 27: Matriz FACTIS – Contramedidas	58
Tabla 28: Total de SKU’s de Producto Terminado	62
Tabla 29: Total de SKU’s de Producto en Proceso	63
Tabla 30: Base Datos 2023 de Productos Terminados	64
Tabla 31: Base Datos 2023 de Productos en Proceso.....	64
Tabla 32: Cálculo de criterios de Producto Terminado	65
Tabla 33: Clasificación de Sobre Stock en Almc. Producto Terminado.....	66
Tabla 34: Cálculo de criterios de Producto en Proceso	66
Tabla 35: Clasificación de % Pérdidas en Almc. Producto en Proceso.....	66
Tabla 36: Criterios Normalizados del Almc. Producto Terminado	67
Tabla 37: Criterios Normalizados del Almc. Producto en Proceso	68
Tabla 38: Puntuación de criterios en Almc. Producto Terminado.....	69
Tabla 39: Puntuación de criterios en Almc. Producto en Proceso.....	69
Tabla 40: Nueva Clasificación de Almacén de Productos Terminados.....	70
Tabla 41: Nueva Clasificación de Almacén de Productos en Proceso	70
Tabla 42: Comparación de clasificaciones Almacén de Productos Terminados.....	72
Tabla 43: Comparación de clasificaciones Almacén de Productos en Proceso	72
Tabla 44: BD en Almacén de Insumos	74

Tabla 45: BD en Almacén de Producto Terminado	75
Tabla 46: Muestra de datos en Almacén de Insumos	76
Tabla 47: Curva de Intercambio 1	77
Tabla 48: Curva de Intercambio	77
Tabla 49: Alternativa propuesta sobre Curva de Intercambio en Almacén de Insumos....	79
Tabla 50: Costo total en Almacén de Insumos	80
Tabla 51: Alternativa propuesta sobre Curva de Intercambio en Almacén de Producto Terminado	81
Tabla 52: Toma de Tiempos.....	83
Tabla 53: Agrupación de Tiempos Cronometrados	84
Tabla 54: Tabla de Tiempos Agrupados	85
Tabla 55: Tiempos Estándar de la Elaboración de Botellas	87
Tabla 56: Tabla de Análisis de Capacidad.....	89
Tabla 57: Factores de Macro Localización	97
Tabla 58: Matriz de comparaciones pareadas de factores de Macrolocalización.....	97
Tabla 59: Matriz de ponderación macro localización.....	100
Tabla 60: Factores de Micro Localización	101
Tabla 61: Matriz de comparaciones pareadas de factores de Microlocalización	101
Tabla 62: Matriz de ponderación micro localización	103
Tabla 63: Áreas de la fábrica.....	105
Tabla 64: Relaciones de Proximidad	106
Tabla 65: Número de Relaciones según su valor.....	107
Tabla 66: Resumen de relaciones de TRA.....	108
Tabla 67: Puntaje según Tipo de Relación	109
Tabla 68: TRA Extendido y ponderado	109
Tabla 69: Secuencia de Áreas para el LBU	110
Tabla 70: Guerchet en Área de Procesos.....	112
Tabla 71: Área propuesta en Área de Procesos	112
Tabla 72: Guerchet en Área de Soplado.....	112
Tabla 73: Área propuesta en Área de Soplado	112
Tabla 74: Guerchet en Almacén de Producto Terminado	112
Tabla 75: Área propuesta en Almacén de Producto Terminado.....	112
Tabla 76: Guerchet en Almacén de insumos.....	113
Tabla 77: Área propuesta en Almacén de insumos	113
Tabla 78: Guerchet en Laboratorio.....	113
Tabla 79: Área propuesta en Laboratorio	113
Tabla 80: Guerchet en Tratado de Agua	113
Tabla 81: Área propuesta en Tratado de Agua	113
Tabla 82: Guerchet en Taller.....	113
Tabla 83: Área propuesta en Taller	113
Tabla 84: Guerchet en Oficinas	113
Tabla 85: Área propuesta en Oficina	114
Tabla 86: Criterios de Evaluación 5S	117
Tabla 87: Lista de verificación para una disposición adecuada en el Almacén de Producto Terminado (Seiri)	119
Tabla 88: Lista de verificación para un orden adecuado en el Almacén de Producto	

Terminado (Seiton).....	119
Tabla 89: Lista de verificación para una limpieza adecuada en el Almacén de Producto Terminado (Seiso)	119
Tabla 90: Lista de verificación de estandarización en el Almacén de Producto Terminado (Seiketsu)	119
Tabla 91: Lista de verificación de disciplina en el Almacén de Producto Terminado (Shitsuke).....	119
Tabla 92: Lista de verificación para una disposición adecuada en el Almacén de Insumos (Seiri).....	121
Tabla 93: Lista de verificación para un orden adecuado en el Almacén de Insumos (Seiton)	121
Tabla 94: Lista de verificación para una limpieza adecuada en el Almacén de Insumos (Seiso).....	121
Tabla 95: Lista de verificación de estandarización en el Almacén de Insumos (Seiketsu)	121
Tabla 96: Lista de verificación de disciplina en el Almacén de Insumos (Shitsuke).....	121
Tabla 97: Acciones Correctivas 5S	122
Tabla 98: Costos de software de Simulación	124
Tabla 99: Costos de PSD	124
Tabla 100: Costos de Metodología 5S	125
Tabla 101: Resumen de Costos de Implementación.....	125
Tabla 102: Resumen de depreciación y amortización	125
Tabla 103: Estructura de Capital.....	126
Tabla 104: Cálculo del COK	126
Tabla 105: Cálculo del WACC.....	126
Tabla 106: Flujo de caja Económico	127
Tabla 107: Indicadores Económicos.....	127

INDICE DE ANEXOS

Anexo 01. Imágenes del área de Almacén de Producto Terminado.....	135
Anexo 02. Imágenes del área de Almacén de Insumos.....	136
Anexo 03. Imágenes de Maquinas de Proceso Productivo.....	137
Anexo 04. Implementación de ABC en Insumos.....	141
Anexo 05. Implementación de ABC en Productos Terminados.....	143
Anexo 06. Implementación de Curva de Intercambio en Almacén de Insumos.....	146
Anexo 07. Implementación de Curva de Intercambio en Productos Terminados.....	147
Anexo 08. Análisis Económico.....	148
Anexo 09. LBU por método de Francis.....	150



INTRODUCCIÓN

La industria de las bebidas carbonatadas, con su larga historia y alcance global, se encuentra entre las más consolidadas en el mercado actual. Según Modor Intelligence, el mercado de bebidas carbonatadas es altamente competitivo, con varios actores nacionales e internacionales - La industria de las bebidas carbonatadas, valorada en USD 500,26 mil millones en 2023, se proyecta que crecerá a un ritmo del 5.3% CAGR hasta 2032 (Expert Market Research, 2023) -. En América Latina se ha consolidado como el hogar de diferentes marcas de este tipo de productos, donde es todavía un mercado en constante expansión. Incluso la pandemia por la COVID-19 no logró frenar su crecimiento, con incrementos en torno 11% tanto durante el segundo trimestre de 2020 como de 2021 (Statista Research Department, 2023).

Es innegable que aquellos que optan por la innovación progresiva de productos como su principal estrategia son los que logran destacarse y prosperar en el mercado; según Expert Market Research, este crecimiento se ve facilitado por la adaptación de las empresas a las nuevas tendencias de consumo, incluyendo principalmente la demanda de productos innovadores. Adaptarse a las preferencias de los consumidores impulsa a las empresas de bebidas a invertir en procesos continuos de investigación. Esta inversión no solo contribuye a dinamizar el entramado industrial, sino que también les obliga a competir constantemente entre sí para mejorar su eficiencia. En este contexto, las empresas que no se ajustan a estas características no tienen cabida en el mercado. Específicamente, el inadecuado diseño y distribución de la planta impacta la eficiencia operativa y aumenta los costos; según la revista Newmind, El diseño ineficiente de una planta productiva puede causar retrasos en la línea de producción, lo que a su vez puede reducir la capacidad de la planta en un 25%. Para evitar

que el mal diseño de la planta productiva reduzca la productividad, es importante planificar el diseño de la planta de forma eficiente (Newmind, 2022). Una distribución adecuada optimiza recursos, minimizar desechos y mejorar las condiciones laborales, promoviendo así la sostenibilidad económica, social y ambiental.

En este caso, la empresa en estudio es una compañía dedicada a la producción de bebidas carbonatadas, ubicada en Lambayeque - Perú con 1 200 m², fundada en el año 2005. Tienen alta presencia en regiones como Sierra y Selva donde ha presentado un constante crecimiento, llegando a facturar Aprox. 170 000 soles mensuales. Sin embargo, desde el 2020, la empresa ha enfrentado desafíos significativos en productividad y eficiencia operativa. Estos problemas se han reflejado en la necesidad constante de reprocesos y ajustes en los procesos de producción, lo que ha impactado negativamente en la rentabilidad y competitividad.

La falta de una distribución adecuada de la planta conduce a la ubicación aleatoria de equipos y materiales, lo que resulta en productos vencidos y pérdidas no identificadas. La ausencia de un programa de mantenimiento preventivo provoca fallos inesperados en la maquinaria, interrumpiendo la producción y generando costosos tiempos de inactividad. Además, la carencia de planificaciones de producción y el registro de inventario dificultan la gestión de la demanda y el control de existencias, lo que contribuye a una gestión ineficiente y a una falta de visibilidad sobre los recursos disponibles. Estas deficiencias en los procesos operativos afectan negativamente la productividad y la rentabilidad de la empresa, debilitando su posición en el mercado.

Para afrontar los aspectos mencionados y lograr un beneficio para la empresa, se buscará estudiar el sistema de distribución interno de esta.

En el primer capítulo, se presenta los fundamentos necesarios para el análisis de su distribución. Se explican las herramientas de diagnóstico y mejora que se usan a lo largo del estudio. Esto incluye una revisión de investigaciones previas que proporcionan un contexto para el análisis actual de la industria, y se detallan herramientas de análisis y diagnóstico como el análisis FODA, el diagrama de Pareto, el diagrama de Ishikawa, matrices de priorización y comparaciones pareadas, y la metodología de los 5W's. Asimismo, se exploran herramientas de simulación como ARENA, herramientas Lean como el Value Stream Mapping y la Teoría de Restricciones, y la Metodología PSD.

En el segundo capítulo, se presenta un perfil detallado de la empresa embotelladora, describiendo su estructura organizacional, misión, visión, valores, el mapeo de sus procesos operativos, y su cartera de productos, clientes y proveedores.

En el tercer capítulo, se lleva a cabo un análisis exhaustivo de la situación actual de la empresa, utilizando las herramientas descritas en el marco teórico. Se identifican y diagnostican los problemas clave dentro del sistema de producción y distribución, estableciendo la base para las propuestas de mejora que se desarrollarán.

En el cuarto capítulo, se procedió a plantear las propuestas de mejora que abordan de forma directa las causas raíz identificadas en el capítulo anterior. Con ello, se combinaron herramientas como la Teoría de Restricciones, la clasificación ABC multicriterio, la simulación de procesos con ARENA, la Metodología 5S y el Planeamiento Sistemático de la Distribución (PSD). Esta integración metodológica buscó maximizar la eficiencia operativa de la empresa, optimizando el flujo de materiales entre las áreas operativas y mejorando el área de trabajo dentro de las mismas. Las propuestas se estructuran secuencialmente para generar sinergias entre las herramientas, priorizando aquellas de mayor impacto en la gestión

de inventarios y en la eliminación de cuellos de botella, donde se identificó a la etapa de llenado de bebidas como la restricción principal del sistema.

Con respecto al quinto capítulo, en este se procedió a evaluar el impacto económico de las propuestas, considerando tanto los beneficios operativos como los costos asociados a las implementaciones. De esta forma, se demostró que, tras la redistribución de planta y el rediseño de políticas logísticas, la capacidad diaria aumentó significativamente, generando un incremento en la producción de 7 200 botellas por día. Junto al cálculo de indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) se logró reflejar la viabilidad y rentabilidad del proyecto en términos financieros.

Finalmente, en el último capítulo se presentan las conclusiones generales, destacando los beneficios obtenidos en términos de eficiencia operativa, gestión de inventarios y aprovechamiento del espacio. Del mismo modo, se presentan recomendaciones orientadas a la sostenibilidad de las mejoras mediante el uso de herramientas tecnológicas, capacitación del personal, y prácticas avanzadas que se escapan de la implementación del presente trabajo, como el uso de Visual Management, buscando consolidar una cultura de mejora continua.

Capítulo 1: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se definirán las herramientas que se utilizarán en este trabajo académico, los conceptos generales junto a referencias de otros trabajos de investigación que hayan hablado de sus metodologías y ejemplos donde estos hayan sido usados en un caso real.

1.1. Investigaciones Previas

A continuación, se presentarán los siguientes casos que representan un acercamiento similar a las mejoras que se plantean en el documento.

Caso I: Tratado sobre la ordenación racional de los elementos de producción industrial

Como afirma Muther (1968), la distribución en planta implica la ordenación física de los elementos industriales que componen una empresa. Esta ordenación incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento y trabajadores indirectos junto a todas actividades o servicios, como los operarios que participan activamente en los procesos.

Esto implica que la selección del diseño definitivo para la distribución de planta debe considerar múltiples factores que contribuyen al éxito operacional de una instalación. Entre estos factores se encuentran la reducción de costos, la eliminación o control de desperdicios, el aprovechamiento del espacio cúbico, la reducción de distancias de transporte, la mejora en la satisfacción y seguridad del personal, y que permita la flexibilidad para cambios en la producción.

Caso II: Planificación activa de la red de distribución y optimización de la operación basada en tecnología de gemelo digital

La implementación de soluciones de Digital Twin para redes de distribución activa ofrece beneficios significativos. Estos incluyen la capacidad de modelar precisamente la red en un espacio virtual, lo que facilita una comprensión completa de su funcionamiento y la identificación de áreas de mejora. Además, permite la optimización operativa en tiempo real al actualizar continuamente el modelo digital con datos operativos actuales. Esto facilita la simulación avanzada de diversos escenarios y condiciones, lo que a su vez permite tomar decisiones informadas para mejorar la eficiencia y el rendimiento de la red (S. Gu et al, 2023).

1.2. Herramientas de Análisis y Diagnóstico

En este capítulo, se presentará un enfoque sistemático para realizar un análisis exhaustivo, abordando tanto aspectos cuantitativos como cualitativos. Se explorarán técnicas y herramientas específicas utilizadas para recopilar y analizar datos, tales como análisis de flujo de valor, diagramas de Ishikawa, análisis FODA, entre otros. Además, se discutirán enfoques para la identificación y priorización de áreas de mejora, teniendo en cuenta criterios como impacto potencial, factibilidad y alineación con los objetivos estratégicos de la organización.

1.2.1. FODA

El análisis o matriz FODA es una herramienta estratégica clave para comprender los aspectos tanto internos (Fortalezas y Debilidades) y externos (Oportunidades y Amenazas) que afectan a una organización (Sanísima, Shimizu, Akiyoshi y Komoda, 2006). Reconocer los elementos clave de una empresa en estas cuatro áreas, identifica sus competencias y capacidades esenciales para tomar decisiones, la planificación y el desarrollo de

estrategias, lo que la hace esencial en la implementación de mejoras en la compañía. Bajo estos términos, lo que busca este análisis es maximizar las fortalezas y oportunidades, minimizar amenazas externas, transformar debilidades en fortalezas y aprovecharlas (Abdullah y Malik, 2010).

Según una encuesta elaborada en Competitive Intelligent Foundation hecha por Fehringer, Hohhof, y Johnson en el año 2006, se puede ver reflejado la importancia de esta herramienta en el análisis siendo la segunda más usada por expertos y profesionales, llegando a tomar un valor de 82.6%.

Existen 4 pasos a seguir para plantear adecuadamente la aplicación del (Harrison, 2010):

1. Recopilación y evaluación de datos:

Estos dependerán de la organización que será evaluada. Pero es importante tomar en cuenta el área de la industria en la que se desarrolla y cómo lo hace. Estos datos deben ser de calidad y pertinentes para poder ser utilizados sin problemas en las demás etapas. Entre estos podemos incluir información sobre la cadena de suministro, preferencias de los consumidores, y tendencias del mercado.

2. Clasificación de datos:

En este punto lo ya recopilado es clasificado dentro de 4 categorías: Fortalezas, Oportunidades, Amenazas o Debilidades. Esto dependerá tanto si provienen de un factor interno o un factor externo a la empresa como si son positivas para la empresa en sí.

3. Desarrollo de la Matriz FODA:

En este punto se organizan los datos clasificados en una matriz FODA para visualizar mejor cómo cada elemento interno y externo se relaciona con los demás. Un ejemplo de la clasificación se puede apreciar en la figura 1.

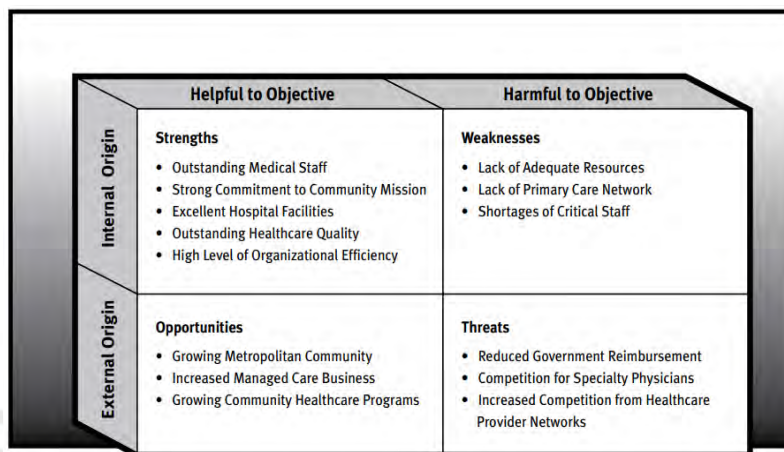


Figura 1: Diagrama FODA
Fuente: Harrison (2010).

4. Incorporación de la Matriz FODA en la toma de decisiones:

Una vez completada la matriz FODA, esta se convierte en una herramienta clave para la toma de decisiones estratégicas. Al cruzar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, se pueden formular estrategias específicas que ayuden a la empresa a navegar su entorno competitivo. Las estrategias que pueden obtenerse del cruce son:

- **Estrategias FO (Fortalezas-Oportunidades):** Utilizar las fortalezas internas de la empresa para aprovechar las oportunidades externas.
- **Estrategias FA (Fortalezas-Amenazas):** Emplear las fortalezas para contrarrestar o minimizar las amenazas externas.
- **Estrategias DA (Debilidades-Amenazas):** Identificar áreas

donde la empresa es vulnerable y donde enfrenta amenazas externas, trabajando para mitigar ambas.

- **Estrategias DO (Debilidades-Oportunidades):** Superar las debilidades internas aprovechando las oportunidades externas que se presenten.

1.2.2. Diagrama de Pareto

Pareto, en sus estudios de economía, llegó a la conclusión de que, en la mayoría de los países, una minoría de individuos poseía y controlaba la mayor parte de la riqueza. Este fenómeno se conoce a veces a veces como la regla del 80:20 o el principio ABC, que sugiere que un pequeño grupo de elementos, aproximadamente el 20%, es responsable del control del 80% de los costos totales. (Zairi, 1991)

El Diagrama de Pareto constituye uno de los primeros pasos esenciales en el proceso de mejora, ya que contribuye a identificar con precisión las áreas prioritarias que requieren intervención. Esta herramienta gráfica permite visualizar de manera clara los problemas más significativos y beneficiosos que deben abordarse para resolver eficazmente la cuestión principal en análisis (Galgano, 1995). El principio de este resalta la idea de que un pequeño número de factores son significativamente más influyentes que la mayoría. Por ejemplo, aproximadamente el 20% de los factores estudiados pueden ser responsables del 80% de los resultados observados. Esto implica que algunos aspectos son fundamentales para comprender la investigación, mientras que otros pueden tener un impacto menos relevante (Besterfield, 2009). En ese

sentido, para adaptar el diagrama, se requerirán métricas de demanda y costo unitario de productos para clasificarlos por su relevancia operativa. Se calculará el valor de cada producto multiplicando la demanda anual y el costo unitario, ordenándolos de mayor a menor y determinando su porcentaje respecto al total. Luego, se calcularán los porcentajes individuales y acumulados para finalmente agruparlos.

1.2.3. Diagrama de Ishikawa

Ishikawa, pionero del movimiento de “Círculos de la Calidad”, propuso “una herramienta gráfica llamada diagrama causa - efecto que permite la identificación, orden y visualización de las posibles causas de un problema” (Zapata & Isaza, 2004). Es decir, aborda las causas y efectos del problema desde dos perspectivas: las causas, identificando el origen del problema, y los efectos, analizando cómo se manifiesta. Este enfoque permite abordar la raíz del problema partiendo desde su origen. Las organizaciones seleccionan un conjunto específico de factores que influyen en el problema, adaptándose a las diversas adversidades. Este método se utiliza en la industria para identificar y solucionar problemas eficazmente (Novillo et al., 2017).

Según Asaka, primero, se define el problema, representándolo en la cabeza del "pescado"; luego, se determinan los conjuntos de causas, tales como mano de obra, métodos, materiales y maquinaria, representados por líneas que salen del recuadro del problema. Posteriormente, los integrantes del grupo participan en una sesión de lluvia de ideas, donde cada uno indica a qué conjunto de causas pertenece su idea, facilitando su análisis posterior.

Finalmente, se revisan las ideas, identificando y priorizando las causas más frecuentes, posiblemente utilizando un diagrama de Pareto para destacar las más críticas (Asaka, 1992: 142). Un ejemplo del diagrama se aprecia en la figura 2.

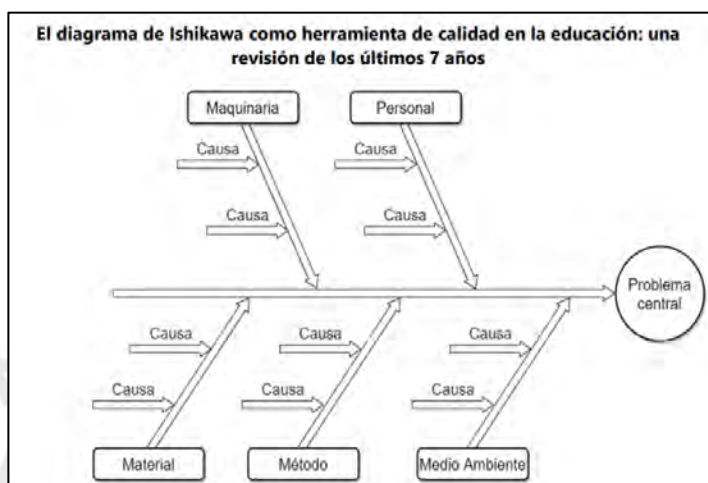


Figura 2: Diagrama General Ishikawa

Fuente: “Justificación de los requisitos de la Norma UNE - EN ISO 9001:2000 mediante análisis de causas por el diagrama de Ishikawa” por Morillo y Muñoz, Industrial ICAI, 2004, p.2.

1.2.4. Matriz de priorización

La matriz de priorización, conocida también como matriz de Holmes, es una herramienta que facilita la priorización de alternativas para respaldar la toma de decisiones. Permite evaluar diferentes opciones y determinar cuál se ajusta mejor a nuestros criterios. Según Tague (2005), las matrices de priorización se emplean con el propósito de seleccionar la alternativa óptima mediante su comparación con un conjunto de criterios predeterminados.

En ese sentido, cuando la decisión es crítica y múltiples criterios son relevantes y significativos, se inicia con la definición clara del objetivo, que puede coincidir con un Diagrama de árbol previamente generado. Luego, en

grupo, se establecen criterios, como satisfacción del cliente y costo. Este proceso permite determinar qué alternativa se ajusta mejor a los objetivos y criterios establecidos, facilitando la toma de decisiones fundamentadas en la organización. Se evalúa la importancia relativa de cada criterio comparado con los demás, asignándole una puntuación en una matriz tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Matriz de priorización

PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS	Impacto social	Procesos clave	Personal motivado hacia la mejora	Imagen de la institución	Madurez organizativa	TOTAL	Ponderación del Criterio
1 Impacto social		1,00	5,00	5,00	5,00	16,00	0,29
2 Procesos clave	1,00		5,00	10,00	0,20	16,20	0,29
3 Personal motivado hacia la mejora	0,20	0,20		0,20	1,00	1,60	0,03
4 Imagen de la institución	0,20	0,10	5,00		10,00	15,30	0,28
5 Madurez organizativa	0,20	5,00	1,00	0,10		6,30	0,11
TOTALES	1,60	6,30	16,00	15,30	16,20	55,40	1,00

Fuente: Aiteco (2018)

1.2.5. AHP y matriz de comparaciones pareadas

El Análisis Jerárquico de Procesos, fue desarrollado por Thomas L. Saaty en la década de 1970. Este es un método multicriterio de toma de decisiones que ayuda a estructurar, priorizar y decidir sobre problemas complejos a través de una jerarquía sistematizada y comparaciones pareadas. En otros términos, transforma problemas complejos en una arquitectura jerárquica simple para evaluar sobre múltiples criterios. De esta forma el proceso es mucho más sencillo de lo que sería inicialmente para casos en los que las ideas sentimientos y emociones se ven envueltos en el proceso, ya que los cuantifican con base en juicios subjetivos para obtener una escala numérica de

prioridades a las alternativas de decisión.

El procedimiento que seguir para aplicar adecuadamente AHP con la matriz de comparaciones pareadas está basado en 6 fases (Russo y Camanho, 2015):

1. Definición del Problema y Determinación del Conocimiento

Necesario:

La primera fase consiste en identificar y definir claramente el problema a resolver para luego seleccionar los criterios y subcriterios relevantes que impactan la decisión, incluyendo tanto aspectos tangibles como intangibles. Además, en este punto es importante hacer explícitos todos los supuestos y la perspectiva desde la cual se tomó esta decisión al seleccionar el problema a analizar. Es vital considerar el entorno del problema, identificar los temas o atributos que contribuyen a la solución, y reconocer a todos los participantes y grupos afectados (Saaty, 1990).

2. Estructuración de la Jerarquía de Decisiones:

Esta fase consiste en organizar los elementos del problema en una estructura jerarquía descendente; es decir, desde pasando desde el objetivo principal y criterios hasta las alternativas. Esta estructura debe ser lo suficientemente extensa para abarcar todos los aspectos relevantes del problema, pero suficientemente concisa para permitir cambios oportunos y análisis manejable.

3. Construcción de Matrices para Comparaciones Pareadas:

Para cada criterio, construir matrices donde cada elemento de un nivel superior se compara a pares con los elementos del nivel inferior respecto a su importancia o dominio. Utilizar una escala verbal que va de "Igual de

Importantes" a "Extremadamente más importante" (escalas numéricas del 1 al 9) para cuantificar las comparaciones.

4. Cálculo del Peso Relativo de los Elementos:

En este paso se procede a normalizar las matrices y sumar las líneas para obtener las prioridades relativas de los criterios. Además, se verifica la consistencia de las comparaciones utilizando la ratio de consistencia y, si es necesario, ajustar las comparaciones para mejorar la coherencia de la matriz.

5. Evaluación y Síntesis de las Decisiones:

Se procede a integrar los pesos a través de la jerarquía para determinar el valor global de cada alternativa. La alternativa con el valor más alto se considera la óptima dado el conjunto de criterios y prioridades establecidas en un inicio.

6. Revisión y Documentación del Proceso:

Finalmente, es crucial revisar los resultados para asegurar que estén alineados con las expectativas y objetivos iniciales. Asimismo, documentar todo el proceso y las razones detrás de cada decisión tomada, especialmente en la tercera fase, para justificar el procedimiento y permitir futuras mejoras.

1.2.6. Ficha de Indicadores

La implementación de fichas de indicadores es fundamental para el seguimiento y control de los procesos operativos y de mejora. El objetivo de los indicadores es evaluar cuantitativamente el desempeño del proceso crítico. Esto se logra en primera instancia con una matriz de intenciones donde se identifican los indicadores adecuados dentro del alcance del proceso crítico. Luego, entra en juego las fichas de indicadores donde se hará el análisis de su

desempeño para identificar y justificar cuantitativamente en la brecha del desempeño respecto a su valor meta la existencia de problemas dentro del proceso.

La ficha típicamente incluye métricas como eficiencia de producción, calidad del producto, tiempo de respuesta y satisfacción del cliente. Además, incluye un gráfico donde se puede ver el contraste del valor histórico y la referencia al valor meta. En este también se hace uso de la semaforización (verde, amarillo, rojo) es una técnica comúnmente utilizada para indicar el estado del rendimiento: verde indica un cumplimiento o superación de las expectativas, amarillo señala atención necesaria, y rojo denota problemas críticos sustentándose como evidencia sintomática de un problema.

En la tesis elaborada por Vásquez (2013) en la que aborda una propuesta de un sistema de planificación de la producción aplicado en una empresa textil. Se muestra un ejemplo del uso de la ficha de indicadores para el costo total de producción en la figura 3.

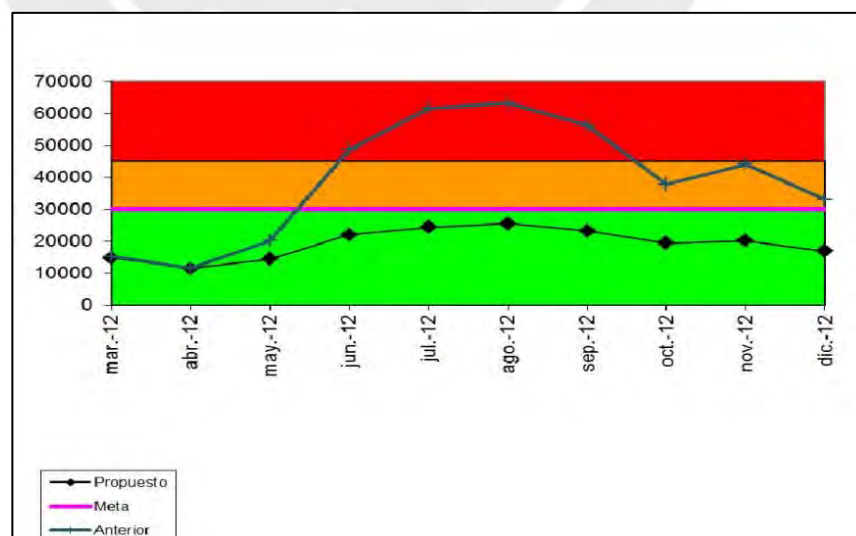


Figura 3: Ficha de Indicador – Costo total de producción

Fuente: Vásquez (2013)

1.2.7. Metodología de los 5W's y 2H's

Eventualidades pueden surgir en cualquier equipo o proceso, siendo los problemas meros indicadores de posibles causas subyacentes. Por consiguiente, es crucial abocarse a identificar la causa raíz y erradicarla de manera apropiada.

Desarrollada por Sakichi Toyoda, la metodología 5W y 2H fue adoptada por Toyota para mejorar las técnicas de manufactura debido a que esclarece los problemas, errores o inconformidades, buscando identificar la causa fundamental de un problema o fallo en un sistema. (Palko et al., 2015). Asimismo, el éxito de esta técnica radica en que las decisiones se fundamenten en una comprensión exhaustiva de los eventos que ocurren en el proceso o lugar afectado por el problema. Un ejemplo de la distribución se aprecia en la figura 4.



Figura 4: 5W2H

Fuente: <https://www.linkedin.com/pulse/c%C3%B3mo-se-utiliza-el-an%C3%A1lisis-5w2h-para-identificar-la-miguel/>

1.3. Herramientas de Simulación

La simulación de eventos discretos, aunque de forma tradicional no ha sido considerada como un elemento importante en la toma de decisiones en proyectos, se puede afirmar que hoy en día debe ser considerado como un instrumento invaluable, puesto que permite procesar grandes cantidades de datos y crear análisis de escenarios que ofrecen una visión clara del impacto potencial en las inversiones planificadas (Macków, 2023), utilidad de vital importancia en un entorno cada vez más complejo como lo es la industria actual.

1.3.1. Arena Simulation

Arena Simulation Software, desarrollado por Systems Modeling y adquirido por Rockwell Automation en 2000, es un software de simulación el cual ofrece un módulo de simulación avanzado que permite a las empresas modelar y evaluar diversos escenarios tanto de producción como la propia logística del ciclo de vida del producto. Arena permite visualizar los procesos mediante diagramas de flujo, lo que facilita la comprensión de cómo se desarrollan las operaciones dentro de un sistema. Esto permite entre muchos aspectos la identificación de los elementos que conforman un sistema, entre ellos los cuellos de botella y los recursos inactivos (Zhu X, 2014); es decir que su uso facilita enormemente la comprensión e interpretación de distintos modelos y los cambios que se implementen en estos. Además, se puede evaluar el aspecto temporal de los procesos individuales, su productividad, la eficiencia energética, la distribución de las instalaciones, flujos logísticos y similares (Kliment, 2022).

Un ejemplo de esta implementación se encuentra en el trabajo planteado por Cam Chiang, C. (2014) donde se mejoró las operaciones de estiba y desestiba de aviones comerciales en una empresa de servicios aeroportuarios, debido a la creciente importancia de la gestión de carga para las aerolíneas, lo que impacta en sus costos y la percepción de los clientes. Se utilizó la simulación de eventos discretos con el software Arena, lo que permitió analizar diferentes escenarios sin implementarlos en la realidad. Se optimizaron dos modelos de simulación: uno basado en el método actual y otro con una variación en el modo de operación. La representación del área productiva en el software se puede observar en la figura 5.

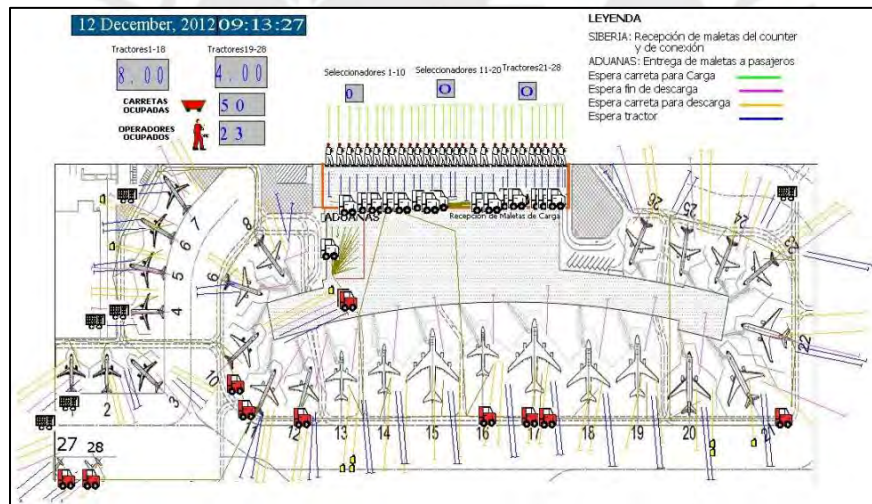


Figura 5: Simulación de la empresa (Modelo AS IS)

Fuente: Cam Chiang, C. (2014)

1.4. Herramientas Lean

Los principales objetivos de la metodología Lean son la creación de una cultura de valor basado en el trabajo en equipo y la generación de un flujo constante de comunicación. (Vizan, 2013). Este capítulo tiene como objetivo explorar las herramientas Lean, que son fundamentales para la implementación exitosa de esta filosofía en una organización. Se explorarán una variedad de herramientas y técnicas

concebidas para identificar y eliminar desperdicios, así como para mejorar la productividad, reducir los tiempos de ciclo y elevar la satisfacción del cliente. Asimismo, se contemplará su aplicación práctica dentro del marco de iniciativas orientadas a la mejora continua.

1.4.1. Metodología de las 5's

La metodología 5S es un enfoque sistemático y estructurado originario de Japón, diseñado para organizar y gestionar el espacio de trabajo de manera eficiente y efectiva. Esta no es una herramienta nueva que se haya creado o aplicado recientemente en las industrias manufactureras. Como describe Rojasra (2013) en su caso de estudio, la implementación eficiente de la técnica 5S conduce a la posterior mejora de la productividad en cualquier planta de fabricación sea cual sea su tipo. Dando resultados positivos desde el mejor uso del área de trabajo, la reducción de accidentes y mejora en la disciplina de los empleados hasta una disminución de errores en la parte operativa que condujo a una mejor de cerca del 21,8% en la productividad.

El nombre de la metodología hace referencia a cinco palabras japonesas que describen los pasos a seguir para su correcta implementación: Seiri (Organizar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar), y Shitsuke (Mantener). Estos pasos se describirán a continuación:

- **Seiri:** El primer paso se basa en el ordenamiento, identificar y deshacerse de todo lo innecesario en el área de trabajo. Este paso inicial es sumamente importante pues se eliminarán herramientas y equipos innecesarios lo cual

ayuda a reducir el desorden y optimizar el espacio de trabajo. Esto se traducirá en una mejora en la comodidad de los trabajadores y, por tanto, de la productividad (Senthil Kumar et al. 2022).

- **Seiton:** Implica organizar de manera ordenada todos los elementos necesarios en el área de trabajo, asegurando que cada cosa tenga un lugar designado y sea fácil de acceder para un buen flujo de trabajo.
- **Seiso:** Relacionado con la limpieza del espacio de trabajo de manera regular con el fin de mantener un entorno de trabajo limpio y ordenado, lo cual también puede ayudar a identificar problemas como fugas o desgaste de equipos.
- **Seiketsu:** En este paso se establecen normas y estándares para mantener los primeros tres pasos y hacer que la limpieza y organización sean parte de las rutinas diarias.
- **Shitsuke:** Crear una cultura que promueva y mantenga los estándares establecidos a través de la formación continua y la evaluación periódica del cumplimiento de las 5S. Como explica Muotka (2023), cuando esta metodología se aplica fuera de su país de origen y es presentado a personas que tienen diferentes sistemas de valores y normas culturales será necesario tener sumo cuidado al tratar de traducir los valores que implican esta herramienta para que sean comprensibles y admisibles en un entorno donde existen valores y normas preexistentes.

1.5. TOC

Una restricción es cualquier cosa que limita a un sistema para lograr un mayor

desempeño con respecto a su meta” (Goldratt, 1993). Cada organización con fines de lucro tiene al menos una restricción inherente. De no ser así, esta tendría la capacidad de generar utilidades de manera ilimitada.

La Teoría de las Restricciones (TOC: Theory of Constraints) fue creada por el Dr. Eliyahu Goldratt como una filosofía de mejora continua. Esta teoría facilita la construcción de soluciones lógicas basadas en un análisis de relaciones causa-efecto. Engloba un conjunto de conocimientos, principios, herramientas y aplicaciones que simplifican la gestión de sistemas mediante un enfoque pragmático (Watson, Blackstone y Gardiner, 2006). De esta forma, la Teoría de las Restricciones (TOC) se convierte en un proceso integral de mejora continua, arraigado en un pensamiento sistémico. Este enfoque capacita a las empresas para aumentar sus ganancias mediante estrategias simples y prácticas, al identificar las restricciones que obstaculizan sus objetivos y permitir la implementación de los cambios necesarios para superarlas (Goldratt & Cox, 1993).

Estos son los pasos definidos por los autores para eliminar restricciones o cuellos de botella:

- 1- Identificar las limitaciones del sistema.
- 2- Decidir cómo aprovechar al máximo dichas limitaciones.
- 3- Sujetar todas las demás acciones a la decisión tomada en el paso anterior.
- 4- Superar la restricción del sistema.
- 5- ¡Advertencia! En caso de identificar otra restricción durante los pasos anteriores, regresar al primer paso para evitar que la inercia sea la causa de las restricciones en el sistema (Goldratt & Cox, 2013, p. 423).

1.6. Clasificación ABC

Una técnica que permite segmentar las referencias de productos del almacén es la clasificación ABC debido a que segmenta los productos en tres categorías: A, B y C, según su importancia económica y frecuencia de manipulación. De acuerdo con Heizer y Render (2001), el análisis ABC se utiliza para agrupar los artículos del inventario en tres categorías, basándose en el valor monetario anual que cada artículo representa en comparación con los demás.

La clasificación ABC se basa en el principio de Pareto, que indica que un pequeño porcentaje de los productos suele representar la mayoría del valor económico. En este caso, los productos de tipo A son los más críticos, representando aproximadamente el 20% de los artículos, pero el 75-80% del valor total del inventario. Estos productos requieren un control estricto y optimización constante para evitar problemas de stock. Los productos B tienen una rotación moderada y representan un 25-30% de los artículos, pero solo el 15-20% del valor total, por lo que su gestión no necesita ser tan rigurosa. Los productos de tipo C son los menos importantes, con un 50-65% del total de artículos y apenas un 5-10% del valor, lo que permite gestionarlos de manera más relajada.

Para mejorar la productividad en un almacén, es esencial aplicar el análisis ABC a todos los productos, considerando tanto los flujos de entrada como de salida. Esta clasificación permite identificar las prioridades en la gestión de inventarios y optimizar los recursos, lo que la convierte en una herramienta clave en la búsqueda de eficiencia (Roux, 2009).

1.7. Metodología PSD/SLP

La efectividad de la planificación estratégica depende en gran medida de la capacidad para desarrollar procedimientos metodológicos que enlacen el análisis de la realidad con la acción social, permitiendo así la identificación y aprovechamiento de oportunidades estratégicas (Pichardo, 1984). En ese sentido, la planificación del diseño de instalaciones tiene como objetivo principal alcanzar los objetivos establecidos al inaugurar una nueva instalación, asegurando su relevancia y adaptación a las necesidades específicas de la organización. A lo largo de toda la vida útil de la instalación, esta planificación se mantiene como un elemento esencial. La reorganización sin un plan bien elaborado, en la mayoría de los casos, resulta en pérdida de tiempo, inactividad de equipos y interrupción del personal (Muther, R. y Hales, L., 2016).

La metodología Systematic Layout Planning (SLP), creada por Richard Muther en 1968, ofrece una solución efectiva para los problemas de distribución de planta. Esta metodología se basa en criterios cuantitativos para diseñar una distribución que maximice la productividad y minimice los costos operativos. En un estudio presentado en el CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN en el 2016, se aplicó el Método Systematic Layout Planning (SLP) para mejorar la distribución en planta en un proceso de producción. Esta mejora permitió reducir tiempos y optimizar las líneas de producción. El trabajo consistió en elaborar una tabla relacional de actividades, un diagrama relacional de actividades y uno de espacios, así como el diseño del layout del proceso. Esta propuesta se contrastó con la distribución actual de la empresa y se identificó la necesidad de implementar una cabina para el proceso de soldadura, ya que muchas fallas de los

equipos eran resultado de rebabas en la parte activa del transformador.

Como explica Muther y Hales (2016). primero se deben considerar las 4 fases que conforman la metodología PSD. Estas se detallarán a continuación:

- I. Localización:** Consiste en determinar la ubicación del área a diseñar.
Aunque más a menudo se trata de determinar si el nuevo diseño se ubicará en el mismo lugar que está actualmente o si es posible liberar otra área para ese propósito entendiéndolo como espacio potencialmente disponible.
- II. Planteamiento General del Conjunto:** En el siguiente paso se busca establecer la disposición general del área a diseñar. Aquí los patrones de flujo son básicos y las áreas asignadas se reúnen de tal manera que relaciones y la configuración de cada área principal se establecen de manera aproximada.
- III. Plan Detallado de la Distribución:** En este paso se colocará cada pieza específica de maquinaria y equipo. El enfoque de esta fase es detallar lo general considerando tanto la ubicación real como todos los detalles físicos, incluyendo las necesidades de servicios y utilidades.
- IV. Instalación:** En la última fase se procede a planificar e implementar físicamente la disposición seleccionada. Esto incluye obtener las aprobaciones necesarias, preparar los dibujos de instalación detallados, asignar los fondos y, finalmente, realizar los cambios físicos. Sin embargo, en este punto existe una oportunidad basada en el uso de herramientas de simulación, como puede ser ARENA, por su utilidad al momento de crear gemelos digitales de las posibles opciones de Layout que se puedan establecer siguiendo la metodología PSD. De esta forma, se evita que la

empresa incurra en los costos dentro del presupuesto que se tiene hasta al momento para la mejora. (Álvarez-Arias, de Ávila-Moore y Hurtado-Rivera, 2022)

Después de definir las fases, se puede hablar de la metodología en sí del PSD. Esta emplea un conjunto de procedimientos sistemáticos para lograr alcanzar el Layout deseado. Esta inicia con el levantamiento de datos básicos de la empresa donde se incluye realizar un análisis P-Q sobre los productos de la empresa. Posteriormente, se debe realizar el análisis del flujo de materiales donde se puede hacer uso de documentos como pueden ser un DOP simple o multiproducto. Adicionalmente, se debe recabar información sobre las relaciones entre los departamentos al mismo tiempo que se analiza el paso mencionado previamente. Con ello, se podrá realizar una Tabla Relacional de Actividades (TRA) que posteriormente será transformado en un Diagrama Relacional de Actividades (DRA). Luego, teniendo en cuenta las necesidades de espacio y el espacio disponible se arma un Diagrama Relacional de Espacios (DRE) con el que se podrán generar alternativas que variarán dependiendo de factores influyentes y las limitaciones prácticas. Finalmente se evaluarán y se seleccionará la que mejores resultados positivos ofrezca. Todo este proceso se puede apreciar mejor en la figura 7:

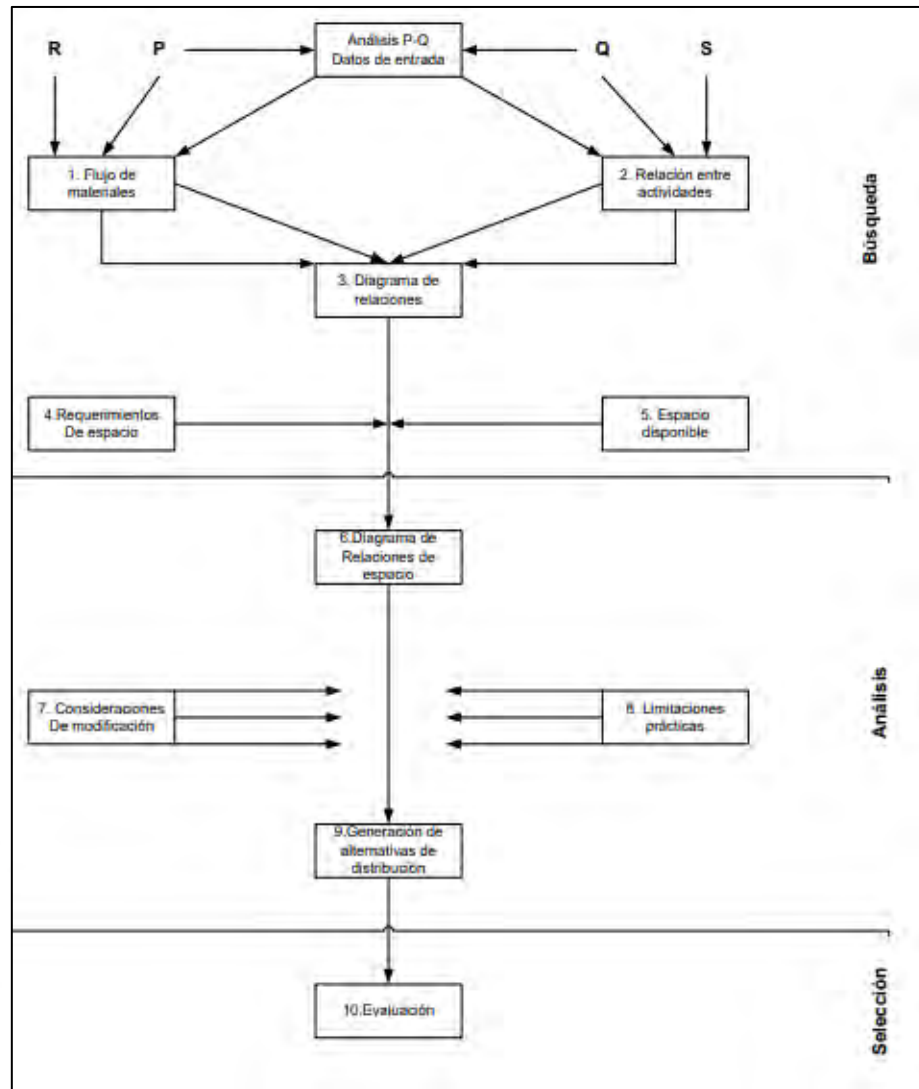


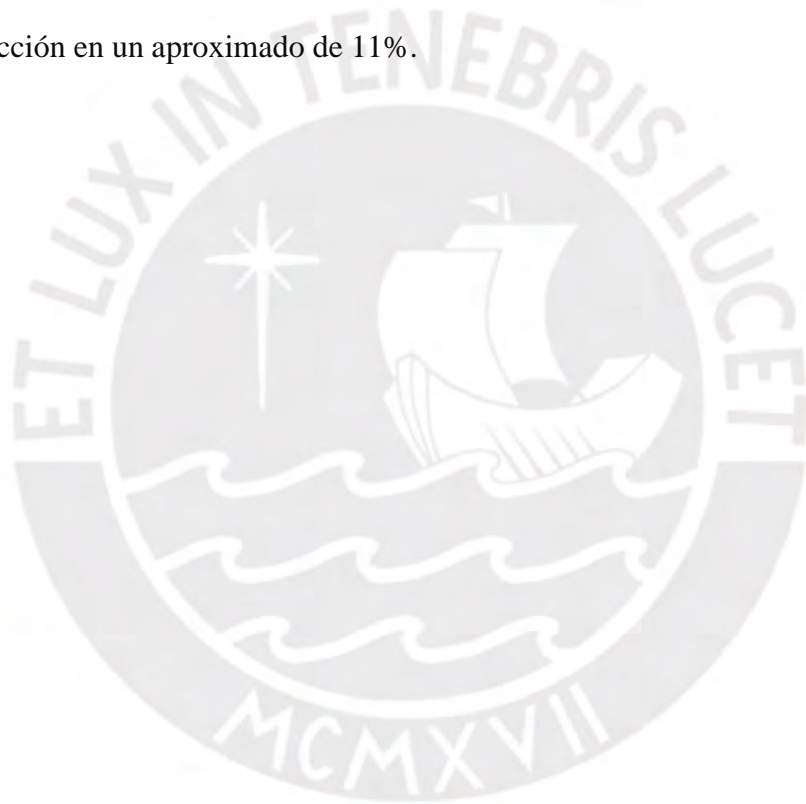
Figura 6: Método SLP

Fuente: Valencia (2013)

Una evidencia de la efectividad de la aplicación de esta herramienta se puede apreciar en el trabajo de rediseño del sistema productivo en una planta procesadora de alimentos, donde se combinó el uso del Planeamiento Sistemático de la Distribución (PSD) con algoritmos genéticos para optimizar la distribución de la planta (Collazos Valencia, 2013). Específicamente, se mejoró el costo de la distribución inicial en un 32,62% utilizando el primer algoritmo para distribuir los departamentos y en un 45,91% al aplicar el segundo algoritmo para optimizar las

áreas de apoyo.

Otro ejemplo de la efectividad se da en la tesis de Motta y Yupari (2019) sobre la distribución de planta en el área de producción de una empresa metalmecánica. Donde se optimizó la utilización de espacios del área de producción al 100% y se incrementó la fluidez entre sus áreas en un 11%, logrando eliminar tanto actividades como recorridos innecesarios. Asimismo, se redujo en 11.52 horas el tiempo de producción de los productos analizados para el caso y se incrementó su eficiencia de producción en un aproximado de 11%.



Capítulo 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En este capítulo se presenta una descripción detallada de la empresa en estudio. Se ofrece un panorama de la empresa, incluyendo su historia, misión, visión, valores, estructura organizativa, productos o servicios ofrecidos, y cualquier aspecto relevante para comprender su funcionamiento y contexto.

2.1. Situación actual de la empresa

La empresa es una destacada entidad dedicada a la producción y comercialización de bebidas carbonatadas, situada estratégicamente en Lambayeque, Perú, bajo el código CIIU 15546. Desde su creación en 2010, ha consolidado su posición como líder en el mercado norteño, gracias a una amplia gama de productos con seis sabores distintos de bebidas carbonatadas, y otras líneas de producción reconocidas por su calidad y aceptación por parte del público.

Con una sólida presencia en las regiones norteñas de la selva, sierra y costa del Perú, la empresa atiende a una amplia base de clientes que valoran la frescura y el sabor de sus productos. Su enfoque en la satisfacción del cliente y la calidad ha contribuido a un crecimiento constante, reflejado en una facturación mensual significativa de aproximadamente 150 mil soles.

A pesar de su éxito comercial, la empresa mantiene un arraigo familiar en su identidad y operaciones. Surgida de la iniciativa de una familia local que deseaba brindar una alternativa refrescante a la comunidad durante épocas de sequía, la empresa enfrentó desafíos iniciales, como la ubicación de la planta y la falta de experiencia en gestión empresarial. Sin embargo, con tenacidad y dedicación, la empresa ha superado estos obstáculos y se ha establecido como un pilar en la

economía regional.

Con una plantilla de aproximadamente 12 operarios y 5 administrativos, la empresa opera dos turnos diarios de 8 horas cada uno para garantizar una producción continua y eficiente. Este modelo de trabajo permite mantener altos estándares de calidad en cada etapa del proceso de fabricación, desde la selección de materias primas hasta la distribución final.

Actualmente, la empresa maneja sus operaciones con poca organización lo que ha generado un deficiente flujo operativo y situaciones potencialmente peligrosas para sus operarios. Un ejemplo claro de esto se da en el almacén principal que está en la parte central de la planta donde no presenta una señalización adecuada ni un método de almacenamiento adecuado; en realidad, se almacena cada producto en un orden aleatorio. Como consecuencia, hay pérdidas de productos porque vencen antes de poder despacharse a los clientes o demoras en la extracción de los pedidos por falta de movilidad para los montacargas. Otro ejemplo se da en la ubicación de sus áreas, estas están ubicadas de forma prácticamente aleatoria, lo que ocasiona de haya movimientos de traslado largos entre áreas que podrían estar conectadas directamente con la que sigue según el proceso productivo. Por estos puntos la empresa ha sufrido de quiebres de stock que refleja una disminución en las ventas que han afectado competitivamente a la empresa.

2.2. Misión, Visión y Valores

La claridad en la misión, visión y valores de una empresa emerge como un faro guía, orientando tanto las decisiones estratégicas como la cultura organizacional.

- **Misión:** Nuestra misión es producir y distribuir bebidas carbonatadas de la

más alta calidad, satisfaciendo las necesidades y preferencias de nuestros consumidores a través de prácticas innovadoras y responsables.

- **Visión:** Ser la marca líder de bebidas carbonatadas en Perú, reconocida por su compromiso con la calidad, la innovación y la sustentabilidad.
- **Valores:**
 - **Calidad:** Nos comprometemos a mantener los más altos estándares de calidad en todos nuestros productos y procesos.
 - **Innovación:** Fomentamos la creatividad y la innovación para mejorar continuamente nuestros productos y procesos.
 - **Integridad:** Actuamos con honestidad y transparencia, respetando nuestras promesas y compromisos.
 - **Seguridad:** Valoramos la seguridad y salud en nuestra fuerza laboral durante el desenvolvimiento de sus labores dentro de la empresa.

Según lo observado en la empresa, actualmente trata de cumplir con la mayoría de los puntos colocados en sus valores. Destaca tanto en su integridad e interés por la innovación. Sin embargo, debido a un ambiente de trabajo poco organizado se han observado problemas tanto en los puntos de seguridad y calidad dentro de la misma. Por consiguiente, su misión y visión se han visto afectadas por estos problemas.

2.3. Diagrama de Operaciones del Proceso [DOP]

El proceso de producción de bebidas carbonatadas es un proceso complejo que implica varias etapas, desde la preparación de los ingredientes hasta el embotellado del producto final. Las más importantes se procederán a describir a continuación para luego presentar el DOP. Se toma en cuenta que se presentan imágenes de máquinas

referenciales que son del mismo modelo que las reales pero que permiten una observación más clara de las mismas. En el anexo 3 se encuentran fotos del proceso productivo y las maquinas correspondientes al mismo.

MEZCLA DE INGREDIENTES:

En primer lugar, se elabora la mezcla de ingredientes, que incluye agua, azúcares, ácidos para dar sabor, aromatizantes, colorantes y otros aditivos según la receta específica en tanques de mezcla como lo muestra la figura 8.



Figura 7: Tanques de Mezcla
Fuente: ACE MECHINERY

CARBONATADO:

Una vez preparada la mezcla, se procede a carbonatarla mediante la inyección de dióxido de carbono (CO₂) bajo presión, lo que le confiere su característica efervescencia.

SOPLADO:

Posteriormente, se inyecta aire a alta presión dentro de las preformas, inflándolas y dándoles la forma deseada de la botella final. Este proceso se realiza a través de sopladoras automáticas como lo muestra la figura 9.



Figura 8: Sopladora de botellas
Fuente: ASIAN MACHINERY USA

LLENADO:

Después del soplado, las botellas se enfrían rápidamente, se desmoldan y se someten a inspección para garantizar su calidad. Estas se dirigen hacia el área de llenado donde, a través de dosificadores como en la figura 10, se envasa la gaseosa y enrosca.

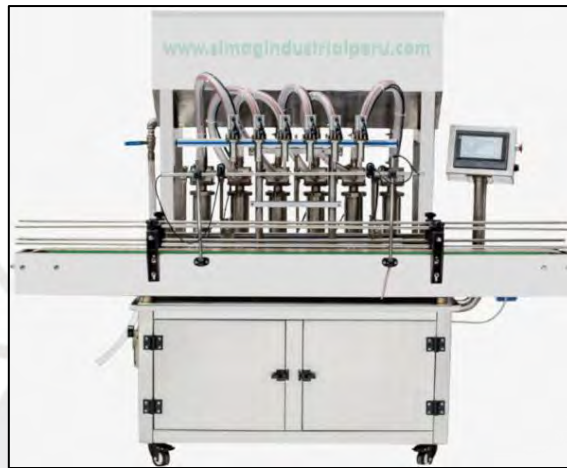


Figura 9: Dosificador de botellas
Fuente: SIMAG INDUSTRIAL PERÚ S.A.C.

EMPAQUETADO:

Inmediatamente, se realiza el proceso de empaquetado a través de una máquina ordenadora de botella y envolvedora como lo muestra la figura 11 y, finalmente, paletizado.



Figura 10: Máquina ordenadora
Fuente: DRAFPACK

A continuación, se presenta el DOP con todas las operaciones que involucran la elaboración de un paletizado completo de bebidas en la figura 12:

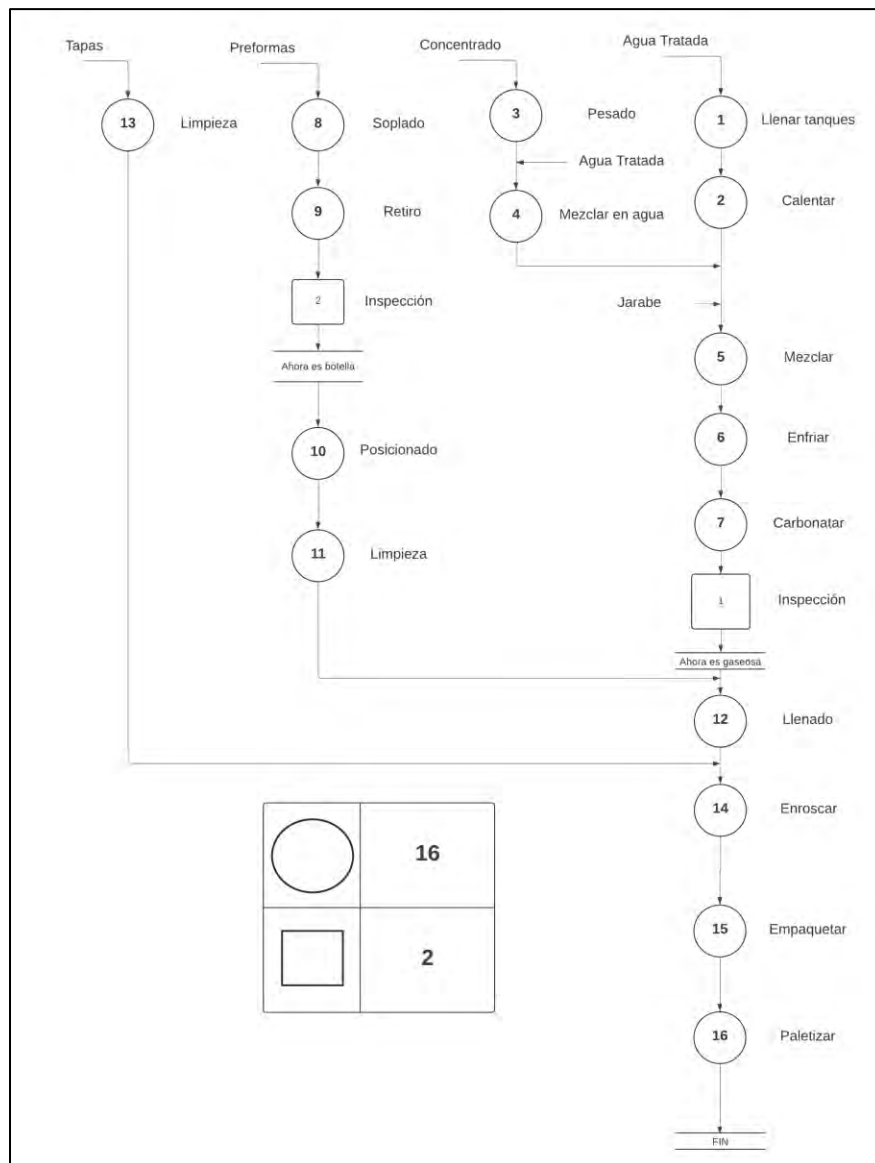


Figura 11: DOP del proceso
Elaboración propia

2.4. Diagrama de Actividades del proceso [DAP]

Tras haber delineado el **DOP**, que se centra en las operaciones directas y los pasos de fabricación en la producción de bebidas carbonatadas, avanzaremos ahora hacia un análisis más detallado del proceso. Por ello, en este segmento se procederá a desarrollar el **Diagrama de Análisis de Proceso (DAP)**, que no solo abarca cada etapa de producción especificada en el DOP, sino que también incluye aspectos críticos como los traslados, los almacenamientos, y otros elementos intermedios que intervienen en el flujo del proceso como se aprecia en la figura 13.



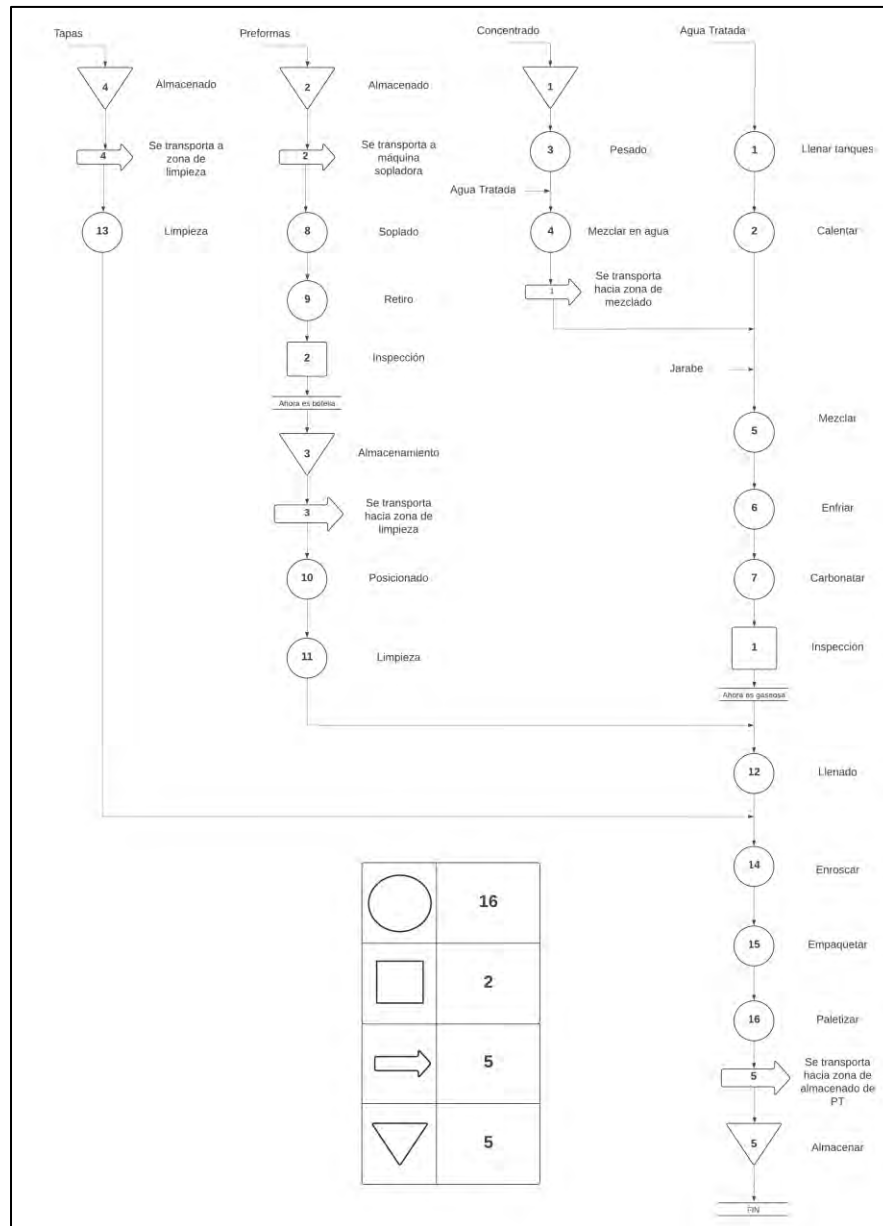


Figura 12: DAP del proceso
Elaboración propia

2.5. Diagrama de Recorrido

En este punto se procederá a realizar el **Diagrama de Recorrido (DR)**. Este es crucial para entender de manera visual y práctica el trayecto que siguen los materiales y subproductos a través de las diferentes etapas del proceso de producción dentro de la planta. Con ello, se puede observar directamente cómo interactúan las distintas áreas de producción, almacenamiento y traslados, proporcionando una

perspectiva clara de la distribución actual y su eficiencia. Además, se debe considerar que las dimensiones de la planta en general son de 30 metros por 40 metros dando un total de 1200 m² como se puede apreciar en la figura 14.

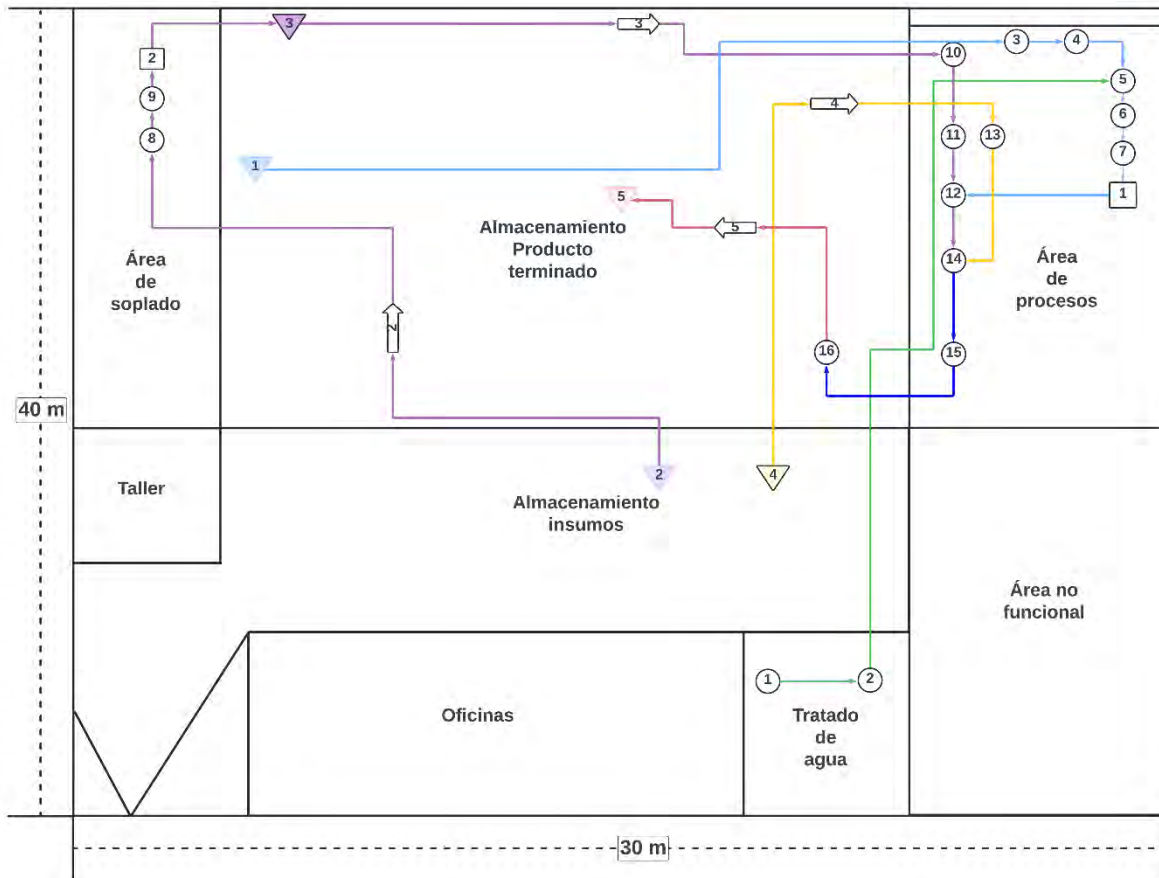


Figura 13: DER de la planta
Elaboración propia

2.6. Cartera de Productos

La cartera de productos de la empresa comercializa una amplia gama de productos no alcohólicos, que incluyen frugos y bebidas energizantes, entre otros. Sin embargo, en este análisis particular nos centraremos en las bebidas carbonatadas, ya que constituyen el producto más destacado y generador de ingresos de la marca, además de ser el más reconocido por los consumidores. Se distinguen por su amplia variedad de sabores, los cuales se caracterizan por sus vívidos colores, que reflejan la

diversidad y frescura de las bebidas ofrecidas.

La empresa destaca por ofrecer una selección de sabores diversos, incluyendo opciones clásicas y populares que han ganado la preferencia del público peruano. Entre estos sabores se encuentra el mix de productos, el producto más vendido dentro de la línea de bebidas carbonatadas, que integra la esencia de las gaseosas clásicas con variaciones que satisfacen los gustos más contemporáneos. Esta combinación estratégica no solo resalta la versatilidad de la marca, sino que también fortalece su posición en el mercado al ofrecer una propuesta atractiva y diferenciada para los consumidores como se muestra en la figura 15.



Figura 14: Imagen referencial del producto estrella
Fuente: Walmart (2013)

La empresa se compromete a ofrecer una oferta que satisfaga los gustos y demandas de la población del norte peruano, contribuyendo al disfrute y bienestar de sus consumidores en esta región geográfica.

2.7. Cartera de Clientes

Para el caso de la empresa en estudio, su cartera de clientes se encuentra muy diversificada. Entre estos se pueden encontrar tanto a puntos de venta minoristas como a consumidores directos. Entre los principales clientes se encuentran bodegas

y tiendas locales, que representan una parte significativa de las ventas y distribución de la empresa en el mercado. Estos clientes minoristas son esenciales para la penetración de mercado en zonas residenciales y urbanas, ofreciendo un acceso directo y constante a los consumidores finales.

2.8. Cartera de Proveedores

Con respecto a los proveedores, la empresa mantiene una relación estratégica y directa con varios proveedores diversificados, cruciales para adquirir concentrados, uno de los componentes más importantes de sus productos. La gestión de esta cartera de proveedores se caracteriza por un proceso de compra centralizado y directo, donde el gerente comercial de la empresa maneja el intermediario, quien asegura mantener relaciones estrechas y efectivas, facilitando negociaciones rápidas y adaptadas a las necesidades fluctuantes de la producción.

Capítulo 3: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO

En este capítulo se procederá a analizar los procesos que involucran a la empresa en búsqueda de problemas que surgen durante el desarrollo de sus actividades y, por tanto, son causantes de ineficiencias y costos que puedan ser solucionados por medio de herramientas de ingeniería industrial que se han planteado previamente en el marco teórico.

3.1. FODA

Con el propósito de contrastar la información obtenida a través de entrevistas y encuestas, se decidió implementar una matriz FODA, la cual es una de las mejores herramientas para obtener las bases para idear una estrategia que logre aprovechar sus mejores oportunidades y logre defenderse adecuadamente de futuras amenazas (Thompson, Gamble, Peteraf & Strickland, 2012). A continuación, se elaborará la

matriz FODA que se visualiza en la siguiente tabla 2.

Tabla 2: FODA

Fortalezas (F):	Oportunidades (O):
<ul style="list-style-type: none"> - Presencia en el 70% del norte del Perú con un nivel de aceptación del 87% en los mercados de esas áreas. - La empresa tiene una fuerte cultura de adaptación a las necesidades de los consumidores, aprovechando las tendencias de demanda de productos innovadores en el mercado. - La empresa ha mostrado un crecimiento constante en las regiones de Sierra y Selva, facturando aproximadamente 170 000 soles mensuales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Según el BCR, la industria de bebidas gaseosas y agua, según datos ha tenido un crecimiento en su producción de dos dígitos (23%). - Según The Food Tech, los consumidores buscan productos innovadores; por lo que, existe la posibilidad de desarrollar nuevas líneas de productos nuevos. - Potencial para formar alianzas con proveedores, tanto locales como internacionales, para mejorar la cadena de suministro.
Debilidades (D):	Amenazas (A):
<ul style="list-style-type: none"> - La distribución inadecuada de la planta afecta negativamente la eficiencia operativa, causando retrasos y reduciendo la capacidad productiva en 30%. - La ausencia de un programa de mantenimiento adecuado provoca fallos inesperados en la maquinaria, interrumpiendo la producción teniendo en promedio 4,5 horas de tiempo inoperativo. - La carencia de planificación de producción y registro de inventario dificulta la gestión de la demanda y el control de existencias. - Los constantes reprocesos y ajustes en los procesos de producción impactan negativamente la rentabilidad y competitividad generando costos que superan los 15 000 soles mensuales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Según Mordor Intelligence, en 2024 el mercado de bebidas carbonatadas se consideró altamente competitivo, con numerosos actores nacionales e internacionales. - Aunque el mercado ha mostrado crecimiento durante la pandemia, las incertidumbres futuras pueden afectar las operaciones. - Según la ley N° 30884 - Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables, existen regulaciones estrictas sobre la producción y comercialización de bebidas pueden representar desafíos adicionales.

Elaboración propia

Para enfocar los resultados obtenidos tras realizar un análisis FODA, se llevó a cabo un análisis cruzado de las fortalezas y debilidades en relación con las oportunidades y amenazas identificadas. En la tabla 3, se presenta el detalle:

Tabla 3: Estrategias FODA

	Oportunidades	Amenazas
Fortalezas	FO – Estrategia Ofensivas	FA – Estrategias Defensivas
	<ul style="list-style-type: none"> - Aprovechar la alta presencia en regiones específicas para lanzar nuevas líneas de productos innovadores que respondan a las tendencias del mercado (F2, O2). - Utilizar el crecimiento constante en las regiones de Sierra y Selva para establecer alianzas con proveedores locales e internacionales, mejorando la cadena de suministro (F3, O3). - Adaptar las necesidades de los consumidores para capitalizar el crecimiento del 23% en la producción de la industria de bebidas gaseosas y agua, lanzando productos innovadores que atraigan a los consumidores (F1, F2, O1, O2). 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar la buena aceptación en regiones específicas y el crecimiento constante para resistir la competencia en el mercado de bebidas carbonatadas (F1, F3, A1). - Aprovechar la adaptabilidad de la empresa para preparar estrategias que respondan a futuras incertidumbres en el mercado, manteniendo una operativa flexible (F2, A2). - Aprovechar la fortaleza de adaptación a las necesidades del consumidor para cumplir con regulaciones estrictas y mantenerse competitivo (F2, A3).
Debilidades	DO – Estrategias Reorientativas	DA – Estrategias de Supervivencia
	<ul style="list-style-type: none"> - Aprovechar el potencial de crecimiento del mercado para invertir en mejorar la distribución de la planta y la planificación de la producción, aumentando la eficiencia operativa (D1, D3, O1, O3). - Desarrollar un programa de mantenimiento adecuado y formar alianzas con proveedores para evitar fallos en la maquinaria y mejorar la continuidad de la producción (D2, O3). - Implementar sistemas de registro de inventario y planificación de producción eficientes para aprovechar las tendencias de demanda y mejorar el control de existencias (D3, O2). 	<ul style="list-style-type: none"> - Enfrentar la alta competitividad del mercado mejorando los procesos internos, reduciendo los reprocesos y ajustes en la producción para aumentar la rentabilidad y competitividad (D4, A1). - Establecer un sistema de gestión de riesgos que permita a la empresa manejar las incertidumbres futuras y las regulaciones estrictas, minimizando interrupciones operativas (D1, D2, A2, A3). - Mejorar la distribución de la planta y establecer programas de mantenimiento para reducir la exposición a problemas operativos que puedan ser exacerbados por regulaciones y competencia (D1, D2, A1, A3).

Elaboración Propia

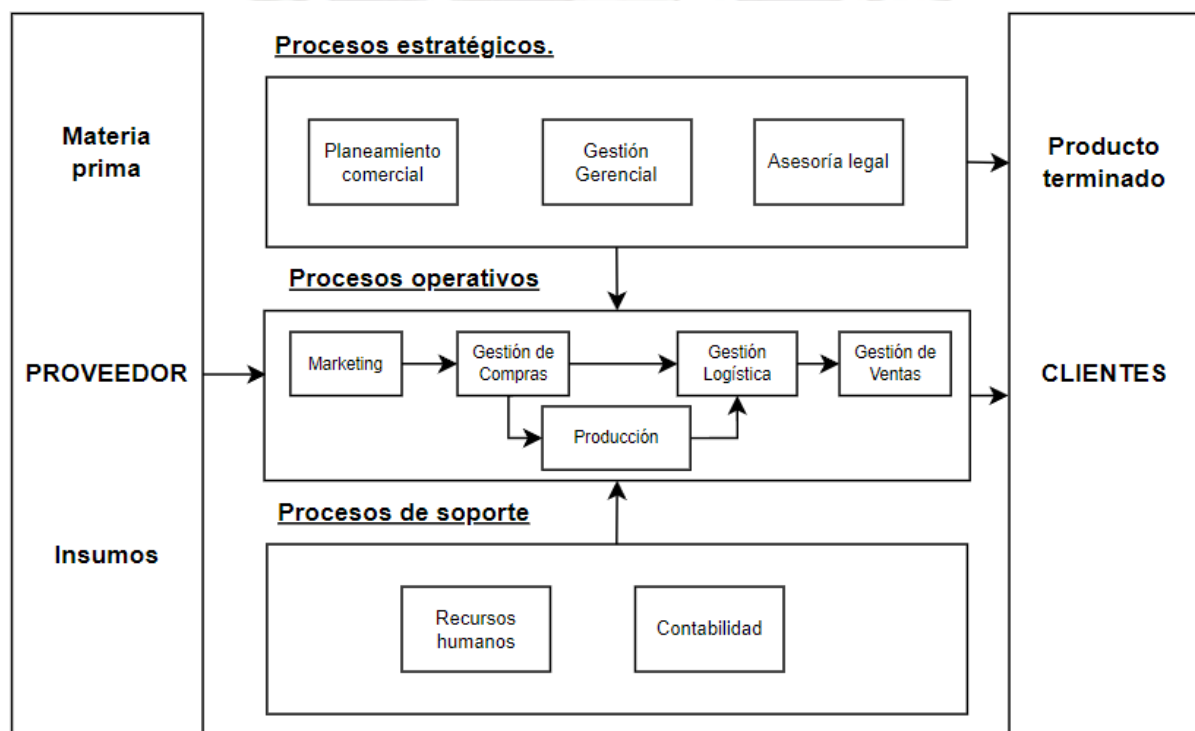
Respecto a este análisis, se concluyen los siguientes puntos:

- > La empresa tiene una presencia sólida en el norte del Perú y ha demostrado capacidad de adaptación a las necesidades de los consumidores. Esto puede ser aprovechado para lanzar nuevos productos innovadores que sigan las tendencias de mercado. Además, el crecimiento constante en las regiones de la Sierra y Selva ofrece una oportunidad para formar alianzas estratégicas con proveedores locales e internacionales, optimizando la cadena de suministro. La capacidad de adaptación también permitirá capitalizar el crecimiento del 23% en la industria de bebidas gaseosas y agua.
- > A pesar de la competencia en el mercado de bebidas carbonatadas, la empresa puede utilizar su alta aceptación y presencia en las regiones para mantener su competitividad. Su flexibilidad y capacidad de adaptación le permitirán responder a incertidumbres futuras y cumplir con las regulaciones estrictas sobre producción y comercialización de bebidas, garantizando que se mantenga competitiva en un entorno cambiante.
- > Para seguir creciendo, la empresa necesita solucionar sus problemas operativos, como la distribución ineficiente y la falta de planificación de producción. Aprovechando el potencial de crecimiento del mercado y las oportunidades de alianzas con proveedores, la empresa puede mejorar su eficiencia operativa, implementar un programa de mantenimiento adecuado y optimizar su sistema de inventario, respondiendo mejor a las demandas del mercado.
- > La alta competencia y las regulaciones estrictas exigen que la empresa enfoque esfuerzos en mejorar sus procesos internos. Reducir los reprocesos y fallos en la producción, además de establecer un sistema de gestión de riesgos, permitirá enfrentar las incertidumbres y desafíos del mercado. Mejorar la distribución de la

planta y establecer programas de mantenimiento también reducirá la vulnerabilidad a problemas operativos y ayudará a enfrentar la competencia y las regulaciones futuras.

3.2. Mapeo de Procesos

El primer paso para llegar a la propuesta de mejora es identificar el área crítica que requiere de la implementación de una o varias soluciones. Para ello, se realizará una evaluación a nivel de macroprocesos para luego pasar a nivel de operaciones involucradas. Esta se llevará a cabo con el uso de una matriz de priorización junto a criterios estratégicos y tácticos respectivamente junto al diagrama de Pareto para identificar aquellas que representen el 80%. Los macroprocesos identificados se pueden observar en la **figura 16**.



*Figura 15: Mapa de Macroprocesos
Elaboración propia*

Para poder establecer un peso adecuado tanto a los criterios se hará uso de una comparación pareada utilizando la siguiente escala que se puede observar en la **tabla 4:**

Tabla 4: Escala para matriz de comparación pareada

Valor	Significado
1	Igualmente importantes
3	Más importante
5	Extremadamente más importante

Elaboración propia

Por el otro lado, para las matrices de priorización se hará uso de la siguiente escala que se observa en la **tabla 5:**

Tabla 5: Escala para matriz de priorización

Valor	Relación entre criterio y macroproceso
1	Débil relación entre el criterio y el macroproceso.
3	Mediana relación entre el criterio y el macroproceso.
5	Fuerte relación entre el criterio y el macroproceso.

Elaboración propia

Como los macroprocesos involucrados tienen un impacto directo en la misión, visión y objetivos de la empresa, por lo que es esencial considerar criterios del tipo estratégicos de modo que estos estén alineados con la dirección estratégica global de la organización. Por ello se escogieron los siguientes criterios estratégicos en base a la experiencia de los jefes de área con los que se llevó a cabo una reunión. Estos se pueden apreciar en la **tabla 6:**

Tabla 6: Criterios estratégicos

A	Impacto en la Calidad del Producto
B	Flexibilidad y Adaptabilidad
C	Impacto en los costos de la empresa
D	Impacto en la satisfacción cliente
E	Relevancia competitiva

Elaboración propia

Así el resultado de la primera comparación pareada que se realizó en conjunto a los mismos representantes se puede observar en la **tabla 7** y sus respectivos pesos que resultan de normalizarla se pueden observar en la **tabla 8:**

Tabla 7: Matriz de comparación pareada de Macroprocesos

	A	B	C	D	E
A	1.00	0.20	0.20	1.00	1.00
B	5.00	1.00	0.33	1.00	5.00
C	5.00	5.00	1.00	3.00	5.00
D	1.00	1.00	0.33	1.00	1.00
E	1.00	0.20	0.20	1.00	1.00
	13.00	7.40	2.07	7.00	13.00

Elaboración propia

Tabla 8: Matriz de comparación pareada normalizada de Macroprocesos

	A	B	C	D	E	w
A	0.08	0.03	0.10	0.14	0.08	8.41%
B	0.38	0.14	0.16	0.14	0.38	24.17%
C	0.38	0.68	0.48	0.43	0.38	47.15%
D	0.08	0.14	0.16	0.14	0.08	11.86%
E	0.08	0.03	0.10	0.14	0.08	8.41%

Elaboración propia

Se llega a la conclusión que el criterio más importante es el Impacto en la Calidad del Producto de la empresa seguido del Impacto en los Costos y el Impacto en la Satisfacción. De este modo, finalmente se realiza la matriz de priorización con los pesos respectivos los cuales fueron asignados tras una reunión con las respectivas partes representativas de la empresa. El resultado se puede observar en la **tabla 9** y ordenado en la **tabla 10**. Así se observa que los macroprocesos o áreas críticas son la **Gestión Logística** y la **Planificación de la Producción**.

Tabla 9: Matriz de priorización de Macroprocesos

Macro Procesos	Criterios					Ponderaciones	Nivel de Importancia
	Impacto en la Calidad del Producto	Flexibilidad y Adaptabilidad	Impacto en los costos de la empresa	Impacto en la satisfacción cliente	Relevancia competitiva		
	8.41%	24.17%	47.15%	11.86%	8.41%		
Planeamiento comercial	5	3	5	3	3	4.11	11.91%
Gestión Gerencial	3	5	3	3	3	3.48	10.09%
Asesoría legal	1	1	1	1	1	1.00	2.90%
Gestión de Compras	5	3	5	3	5	4.28	12.39%
Producción	5	5	5	5	5	5.00	14.48%
Gestión Logística	5	5	5	3	3	4.59	13.31%
Gestión de Ventas	5	3	5	5	3	4.35	12.59%
Recursos humanos	5	3	3	3	1	3.00	8.69%
Contabilidad	5	3	3	5	1	3.24	9.38%
Marketing	1	1	1	5	1	1.47	4.27%
Total						34.53	100%

Elaboración propia

Tabla 10: Porcentaje Macroprocesos

Macro Proceso	Porcentaje
Producción	14.48%
Gestión Logística	13.31%
Gestión de Ventas	12.59%
Gestión de Compras	12.39%
Planeamiento comercial	11.91%
Gestión Gerencial	10.09%
Contabilidad	9.38%
Recursos humanos	8.69%
Marketing	4.27%
Asesoría legal	2.90%

Elaboración propia

De esta forma, seleccionando ambas áreas, se procedió a evaluar cada una de sus operaciones involucradas en cada una de ellas. Los diagramas que se observan en la **figura 17 y 18** representan todas las operaciones del área de Gestión Logística y Planificación de la Producción respectivamente.

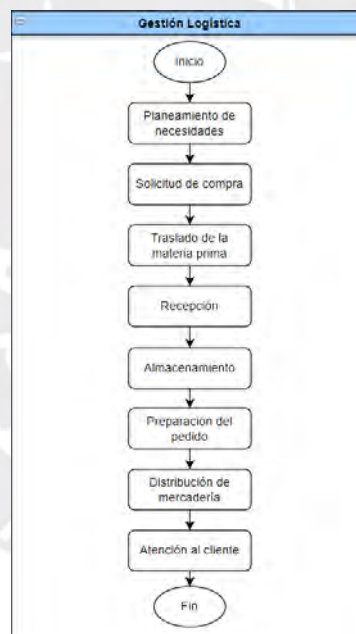


Figura 16: Operaciones de Gestión Logística
Elaboración Propia

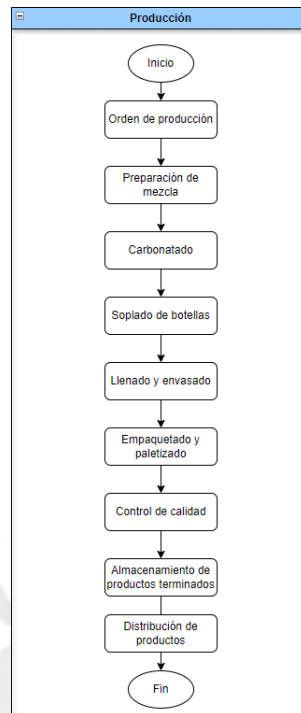


Figura 17: Operaciones de Producción
Elaboración Propia

Con todas las operaciones identificadas y los criterios tácticos identificados en base a entrevistas realizadas con los jefes de las áreas respectivas, los cuales se pueden observar en la **tabla 11**. Se procedió de la misma forma que en el nivel anterior en conjunto ahora con los nuevos representantes identificando los pesos para cada uno de estos criterios como se pueden ver tanto en la **tabla 12** como la **tabla 13**.

Tabla 11: Criterios tácticos

A	Impacto en los costos de inventario
B	Impacto en los tiempos de entrega
C	Utilización de espacio
D	Impacto en la capacidad

Elaboración Propia

Tabla 12: Matriz de comparación pareada de Operaciones

	A	B	C	D
A	1.00	3.00	1.00	3.00
B	0.33	1.00	0.33	3.00
C	1.00	3.00	1.00	1.00
D	0.33	0.33	1.00	1.00
	2.67	7.33	3.33	8.00

Elaboración Propia

Tabla 13: Matriz de comparación pareada normalizada de Operaciones

	A	B	C	D	w
A	0.38	0.41	0.30	0.38	36.48%
B	0.13	0.14	0.10	0.38	18.41%
C	0.38	0.41	0.30	0.13	30.23%
D	0.13	0.05	0.30	0.13	14.89%

Elaboración Propia

Se concluye que los criterios más importantes son el impacto en los costos de inventario y la utilización de espacio. De esta forma, se pudo realizar la matriz de priorización tras una entrevista con los jefes respectivos que se puede observar en la **tabla 14**. Luego se ordenaron las operaciones según su nivel de importancia como se puede apreciar en la **tabla 15**, se obtuvo que las operaciones críticas son el traslado de la materia prima, el almacenamiento de materia prima y productos terminados.

Tabla 14: Matriz de priorización de Operaciones

Macro Procesos	Criterios				Ponderaciones	Nivel de Importancia
	Impacto en los costos de inventario	Impacto en los tiempos de entrega	Utilización de espacio	Impacto en la capacidad		
	36.48%	18.41%	30.23%	14.89%		
Planeamiento de necesidades	1	1	3	3	1.90	6.61%
Solicitud de compra	1	3	3	3	2.27	7.89%
Traslado de la materia prima	5	5	3	5	4.40	15.27%
Recepción	1	3	3	3	2.27	7.89%
Almacenamiento de Materia Prima	5	3	5	5	4.63	16.09%
Preparación de mezcla	3	5	1	5	3.06	10.64%
Carbonatado	3	5	1	5	3.06	10.64%
Soplado de botellas	3	3	1	3	2.40	8.32%
Llenado y envasado	3	3	1	3	2.40	8.32%
Empaquetado y paletizado	3	3	1	3	2.40	8.32%
Control de calidad	1	3	1	1	1.37	4.75%
Almacenamiento de productos terminados	5	3	5	5	4.63	16.09%
Preparación del pedido	3	3	1	5	2.69	9.36%
Distribución de mercadería	3	5	1	3	2.76	9.60%
Atención al cliente	1	5	1	3	2.03	7.07%
Total					28.78	147%

Elaboración Propia

Tabla 15: Porcentaje Operaciones

Macro Proceso	Porcentaje
Almacenamiento de Materia Prima	10.96%
Almacenamiento de productos terminados	10.96%
Traslado de la materia prima	10.40%
Preparación de mezcla	7.24%
Carbonatado	7.24%
Distribución de mercadería	6.54%
Preparación del pedido	6.37%
Soplado de botellas	5.67%
Llenado y envasado	5.67%
Empaquetado y paletizado	5.67%
Solicitud de compra	5.37%
Recepción	5.37%
Atención al cliente	4.81%
Planeamiento de necesidades	4.50%
Control de calidad	3.24%

Elaboración Propia

3.3. Identificación de problemas y causas

En el último trimestre del 2023, el Tiempo Promedio en Reprocesos (TPR), el cual es una métrica para medir cuánto tiempo toma volver a hacer un producto: En este caso hablamos de la reprocesamiento de las preformas el cual es originado por defectos en el soplado. Es aumentó de 2 horas a 5 horas por lote, lo que resultó en una disminución del 10% en la capacidad de producción mensual y una pérdida de ingresos estimada en 15 000 soles. Asimismo, la Tasa de Pérdida de Inventario (TPI), que es un indicador que mide la cantidad o valor de los productos perdidos en un inventario: Esto es originado por la falta de orden de os productos perecibles. En este caso, alcanzó un 8% en marzo del 2024, resultando en una pérdida de 1,500 unidades con un valor de mercado de 19 500 soles, lo que impactó directamente en la rentabilidad mensual.

Respecto al Índice de Rotación de Inventario (IRI), bajo a 15 veces por mes en 2023 comparado con el promedio de la industria de 30 veces por mes indica una gestión ineficiente del inventario, aumentando los costos de almacenamiento en 2 925 soles mensuales. Además, los costos de reprocesos han ascendido 0,30 soles a 0.56 soles por unidad entre enero y mayo de 2024, generando un costo adicional de 7 500 soles en cinco meses. A través de la Tabla de Frecuencia e Impacto que se observa en la **tabla 18** se apreciarán con mayor detalle estos costos. Para su elaboración se hizo uso de las **tablas 16 y 17** que dan una escala tanto para la ocurrencia como el impacto económico respectivamente, siendo el primero medido en la cantidad de veces que ocurre el problema en 30 días del mes y el segundo respecto al máximo valor de perdida en soles que se incurren en la lista de problemas.

Tabla 16: Escala de Probabilidad de Ocurrencia

Probabilidad de Ocurrencia [30 días del mes]									
0 - 10%	11% - 20%	21% - 30%	31% - 40%	41% - 50%	51% - 60%	61% - 70%	71% - 80%	81% - 90%	91% - 100%
[0 - 3]	[4 - 6]	[7 - 9]	[10 - 12]	[13 - 15]	[16 - 18]	[19 - 21]	[22 - 24]	[25 - 27]	[28 - 30]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Elaboración Propia

Tabla 17: Escala de Impacto Económico

Impacto Económico				
Insignificante	Menor	Moderado	Mayor	Extremo
0 - 20%	21% - 40%	41% - 60%	61% - 80%	81% - 100%
1	2	3	4	5

Elaboración Propia

Tabla 18: Tabla de Frecuencia Impacto de Problemas

	Definición del problema	Frecuencia [N° Veces por mes]	Impacto económico [Miles de soles por mes]	Frecuencia x Impacto económico	%	%Acumulado
Problema 1	Retrasos en la Producción	10	5	50	38.46%	38.46%
Problema 2	Pérdida de Productos	10	5	50	38.46%	76.92%
Problema 3	Gestión Ineficiente del Inventario	3	3	9	6.92%	83.85%
Problema 4	Bajo Nivel de Servicio ante una demanda creciente.	3	2	6	4.62%	88.46%
Problema 5	Reprocesos Frecuentes	3	2	6	4.62%	93.08%
Problema 6	Impacto Ambiental Negativo [CO2 emitido]	3	1	3	2.31%	95.38%
Problema 7	Competitividad Reducida [Accidentes laborales]	3	1	3	2.31%	97.69%
Problema 8	Fallos de Maquinaria	1	1	1	0.77%	98.46%
Problema 9	Gastos Espontáneos	1	1	1	0.77%	99.23%
Problema 10	Interrupciones en la Producción	1	1	1	0.77%	100.00%
				130		

Elaboración Propia

Respecto al porcentaje de impacto de cada problema, se determinará el de mayor relevancia con ayuda del Principio de Pareto mostrada en la **Figura 19**.

**Figura 18:** Diagrama de Pareto de Problemas

Elaboración Propia

En base a los problemas centrales identificados en el diagrama de Pareto de la **tabla 18** y **figura 19**, se procedió a realizar un Ishikawa para cada uno de estos dos

identificando las causas críticas. Estos dos se pueden observar en la **figura 20** y **21**.

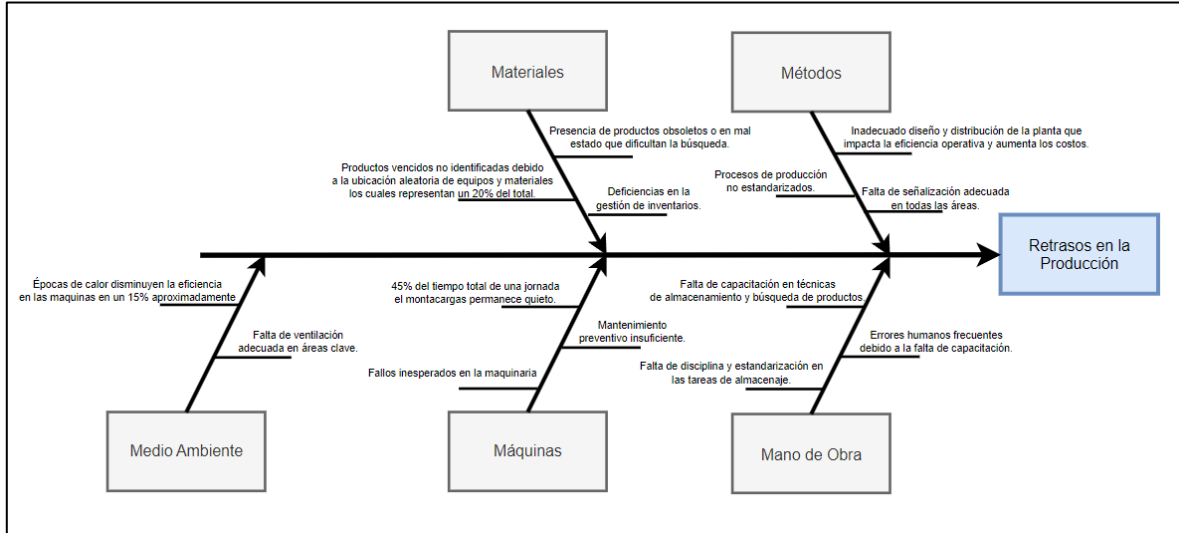


Figura 19: Ishikawa Retrasos en la Producción
Elaboración Propia

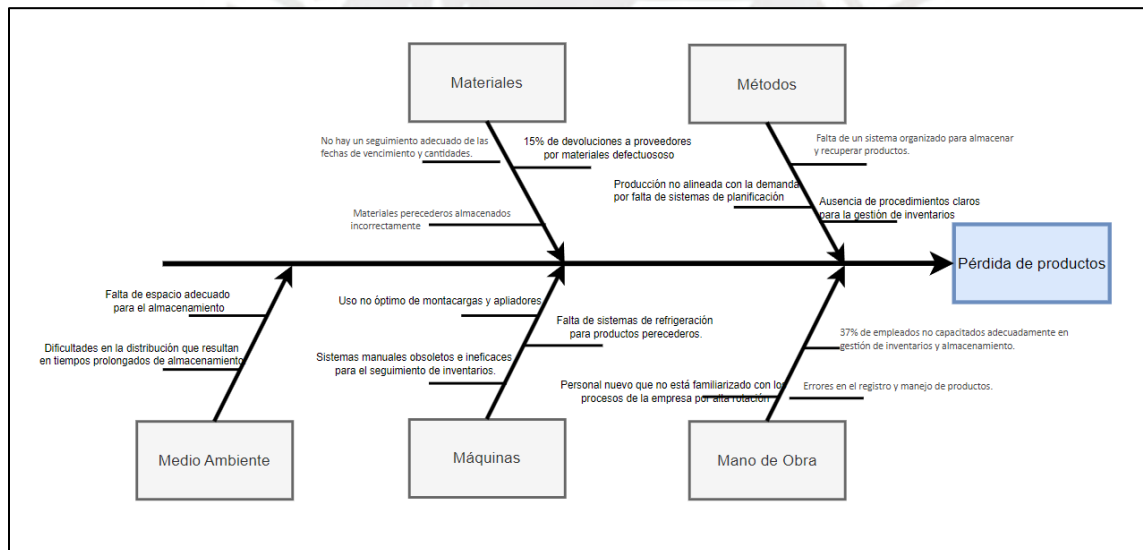


Figura 20: Ishikawa Pérdida de Productos
Elaboración Propia

Una vez identificadas todas las causas ligadas a los dos problemas centrales, se procedieron a evaluar estas para identificar cuáles son las más críticas en base a un análisis de Pareto usando indicadores de frecuencia e impacto para cada uno de estos. El resultado de este análisis se presenta en las **tablas 19** y **20**. Para su elaboración se siguió utilizando la misma escala que se utilizó para identificar los problemas críticos;

es decir, las **tablas 16 y 17**. Respecto a los Retrasos en la Producción, se identificó la expiración de una parte significativa de los materiales perecederos antes de su uso afectó la producción y aumentó los costos operativos. Este problema también redujo las ventas y provocó un exceso de inventario, lo que llevó a pérdidas adicionales por la necesidad de almacenar productos no vendidos. La situación destaca problemas en la gestión de inventarios y en el control de la expiración de productos. Asimismo, respecto a la pérdida de productos, se redujo la eficiencia operativa y aumentó los costos debido a la pérdida de tiempo y recursos. Esto afectó a una parte significativa de las operaciones en el área de producción. El exceso de inventario llevó a la expiración de productos, ya que la desorganización en la ubicación de equipos y materiales impidió identificar a tiempo los productos próximos a vencer.

Tabla 19: Tabla de Frecuencia Impacto de Causas de Retrasos en la Producción

Definición del problema	Frecuencia	Impacto económico	Frecuencia x Impacto económico	%	%Acumulado
Inadecuado diseño y distribución de la planta que impacta la eficiencia operativa y aumenta los costos.	10	5	50	23.26%	23.26%
Deficiencias en la gestión de inventarios.	10	5	50	23.26%	46.51%
Falta de señalización adecuada en todas las áreas.	9	4	36	16.74%	63.26%
Productos vencidos no identificados debido a la ubicación aleatoria de equipos y materiales.	6	5	30	13.95%	77.21%
Presencia de productos obsoletos o en mal estado que dificultan la búsqueda.	5	3	15	6.98%	84.19%
45% del tiempo total de una jornada el montacargas permanece quieto.	4	2	8	3.72%	87.91%
Fallos inesperados en la maquinaria.	3	2	6	2.79%	90.70%
Mantenimiento preventivo insuficiente.	3	2	6	2.79%	93.49%
Errores humanos frecuentes debido a la falta de capacitación.	3	2	6	2.79%	96.28%
Falta de disciplina y estandarización en las tareas de almacenaje.	3	1	3	1.40%	97.67%
Procesos de producción no estandarizados.	2	1	2	0.93%	98.60%
Épocas de calor disminuyen la eficiencia en las máquinas en un 15% aproximadamente	2	1	2	0.93%	99.53%
Falta de capacitación en técnicas de almacenamiento y búsqueda de productos.	1	1	1	0.47%	100.00%
			215	100.00%	

Elaboración Propia

Tabla 20: Tabla de Frecuencia Impacto de Causas de Pérdida de Productos

Definición del problema	Frecuencia	Impacto económico	Frecuencia x Impacto económico	%	%Acumulado
Materiales perecederos almacenados incorrectamente pueden llevar a la expiración.	10	5	50	22.03%	22.03%
Falta de un sistema organizado para almacenar y recuperar productos.	10	5	50	22.03%	44.05%
Dificultades en la distribución que resultan en tiempos prolongados de almacenamiento.	9	5	45	19.82%	63.88%
Producción no alineada con la demanda, resultando en exceso de inventario y productos vencidos.	7	4	28	12.33%	76.21%
Falta de espacio adecuado para el almacenamiento organizado de productos.	6	2	12	5.29%	81.50%
Materiales defectuosos o de baja calidad pueden provocar daños en los productos.	4	2	8	3.52%	85.02%
No hay un seguimiento adecuado de las fechas de vencimiento y cantidades.	4	2	8	3.52%	88.55%
Errores en el registro y manejo de productos.	4	2	8	3.52%	92.07%
Empleados no capacitados adecuadamente en gestión de inventarios y almacenamiento.	5	1	5	2.20%	94.27%
Ausencia de procedimientos claros para la gestión de inventarios y almacenamiento.	4	1	4	1.76%	96.04%
Personal nuevo que no está familiarizado con los procesos de la empresa.	2	2	4	1.76%	97.80%
Equipos de almacenamiento y manejo de materiales no reciben mantenimiento regular.	2	1	2	0.88%	98.68%
Falta de estanterías adecuadas o sistemas de refrigeración para productos perecederos.	2	1	2	0.88%	99.56%
Sistemas manuales obsoletos e ineficaces para el seguimiento de inventarios.	1	1	1	0.44%	100.00%
			227	100.00%	

Elaboración Propia

3.4. Identificación de contramedidas y herramientas

Una vez identificadas las causas críticas se procedió a usar la metodología de las 5W y 2H para identificar las causas raíz ligadas a estas. El resultado de este análisis junto a cada paso donde se encuentran las preguntas se puede observar en la **tabla 24**. Además, con estas causas ya identificadas, se procedió a realizar una ponderación en base a su frecuencia e impacto económico de modo que se les pueda asignar una escala de riesgo que se puede observar en la **tabla 21**. El resultado de la ponderación se puede observar en la **tabla 22**. Con este resultado se procedió a seleccionar únicamente el top 6 en la escala de riesgos para dar un enfoque a los problemas más críticos, siendo en este caso las que se pueden apreciar en la **tabla 23**.

Tabla 21: Escala de Riesgos

Escala de Riesgos	
1 - 2	Controlado
3 - 6	Serio
8 - 9	Disruptivo
10 - 16	Severo
20 - 25	Crítico

Elaboración Propia

Tabla 22: Matriz PI de Causas Raíz

Causas	Ocurrencia	Impacto	PI	Escala
Falta de planificación eficiente en la distribución de las máquinas en el área de producción.	4	5	20	Crítico
Falta de consideración de flujos eficientes en el diseño.	3	3	9	Disruptivo
Falta de herramientas tecnológicas y procedimientos claros.	3	3	9	Disruptivo
Capacitación inadecuada del personal en gestión de inventarios.	3	3	9	Disruptivo
Falta de un sistema organizado para la ubicación de equipos y materiales.	5	4	20	Crítico
Ausencia de un sistema de rotación de inventarios.	3	3	9	Disruptivo
No se ha establecido un sistema de señalización claro y consistente.	4	4	16	Severo
Por la ausencia de estanterías adecuadas, refrigeración, y un sistema de rotación de inventarios (FIFO: First In, First Out).	5	5	25	Crítico
No existe un sistema estandarizado para la organización y recuperación de productos.	4	3	12	Severo
Falta de comunicación efectiva entre los departamentos	3	5	15	Severo
Falta de coordinación y planificación eficiente en la cadena de suministro.	4	1	4	Serio
Falta de capacitación adecuada del personal en el manejo	3	1	3	Serio
Ausencia de sistemas de planificación y control de producción basados en datos precisos y en tiempo real.	3	3	9	Disruptivo
Infraestructura de almacenamiento inadecuada y problemas logísticos.	5	5	25	Crítico

Elaboración Propia

Tabla 23: Causas Raíz Seleccionadas

Causa Raíz	PI	Escala
Por la ausencia de estanterías adecuadas, refrigeración, y un sistema de rotación de inventarios (FIFO: First In, First Out).	25	Crítico
Infraestructura de transporte inadecuada y problemas logísticos.	25	Crítico
Falta de un sistema organizado para la ubicación de equipos y materiales.	20	Crítico
Falta de planificación eficiente en la distribución de las máquinas en el área de producción.	20	Crítico
No se ha establecido un sistema de señalización claro y consistente.	16	Severo
No existe un sistema estandarizado para la organización y recuperación de productos.	12	Severo

Elaboración Propia

Tabla 24: Análisis 5W y 2H

5W's y 2H's	¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Cuánto?
	¿Qué está sucediendo?	¿Dónde está ocurriendo esto?	¿Desde cuándo está ocurriendo esto?	¿Quién está involucrado?	¿Por qué está ocurriendo esto?	¿Cómo está ocurriendo esto?	¿Cuánto está ocurriendo esto?
Materiales perecederos almacenados incorrectamente pueden llevar a la expiración.	Materiales perecederos están siendo almacenados incorrectamente, lo que lleva a su expiración antes de ser utilizados o vendidos.	Área de Almacenamiento	En el primer trimestre de 2023, la Tasa de pérdida de materiales fue del 10%.	Operarios de almacenamiento, el personal de producción, los supervisores de inventario, y la gerencia de operaciones.	→ Por la ausencia de estanterías adecuadas, refrigeración, y un sistema de rotación de inventarios (FIFO: First In, First Out). → Falta de capacitación adecuada del personal en el manejo.	Almacenamiento sin orden específico y sin considerar las condiciones ambientales necesarias, y sin seguir un protocolo de rotación de inventarios.	Expiración de aproximadamente un 10-15% de los materiales perecederos antes de ser utilizados. Resultó en la pérdida de 5,000 soles en materiales perecederos, lo que impactó la producción y aumentó los costos operativos.
Falta de un sistema organizado para almacenar y recuperar productos.	La empresa enfrenta una falta de un sistema organizado para almacenar y recuperar productos, lo que conduce a ineficiencias operativas y pérdidas de inventario.	Área de Almacenamiento	Tiempo Promedio de Recuperación de 3 horas por pedido en 2023, en comparación con 1 hora de las empresas competidoras.	Operarios de almacenamiento, el personal de producción, los supervisores de inventario, y la gerencia de operaciones.	→ No existe un sistema estandarizado para la organización y recuperación de productos.	Almacenamiento aleatorio y sin categorización clara, lo que dificulta la recuperación eficiente de productos.	De manera continua, afectando el 20-25% de las operaciones diarias. Potencialmente afectó las ventas en 20,000 soles anuales.
Producción no alineada con la demanda, resultando en exceso de inventario y productos vencidos.	La producción no está alineada con la demanda, resultando en exceso de inventario y productos vencidos.	Área de Producción	En el último trimestre de 2023, el 15% del inventario resultó en un sobre-inventario.	Equipos de planificación de producción, gestión de inventarios, ventas y gerencia de operaciones.	→ Falta de comunicación efectiva entre los departamentos → Ausencia de sistemas de planificación y control de producción basados en datos precisos y en tiempo real.	Producción sin considerar adecuadamente las fluctuaciones de la demanda, llevando a fabricación excesiva y almacenamiento prolongado.	Pérdida del 15% de los productos debido a la expiración por exceso de inventario. El inventario estuvo valorado en 25,000 soles, de los cuales 7,500 soles en productos vencidos no pudieron ser vendidos.
Dificultades en la distribución que resultan en tiempos prolongados de almacenamiento.	No existe una correcta distribución lo que crea ineficiencia en los procesos. Este aumento en el tiempo de almacenamiento elevó la tasa de productos vencidos en un 5%, causando una pérdida adicional de ingresos de 10,000 soles debido a productos no vendibles.	Área de Almacenamiento	A principios del 2024 se registró un Tiempo Promedio de Almacenamiento de 15 días	Equipos de logística, transporte, almacenamiento, y la gerencia de operaciones.	→ Falta de coordinación y planificación eficiente en la cadena de suministro. → Infraestructura de almacenamiento inadecuada y problemas logísticos.	Planificación deficiente y transporte inadecuado resultan en demoras en envío y recepción, llevando a almacenamiento prolongado.	Comparado con un objetivo ideal de 10 días, resultó en costos adicionales de almacenamiento de 15,000 soles
Inadecuado diseño y distribución de la planta que impacta la eficiencia operativa y aumenta los costos.	Existe una ineficiencia operativa indica que el inadecuado diseño y distribución de la planta resultó en tiempos de traslado excesivos, aumentando los costos operativos.	Área de producción	En 2022, se registró una ineficiencia operativa de 0.65 comparado con un objetivo de 0.90	El personal de producción y la gerencia de operaciones.	→ Falta de planificación eficiente en la distribución de las máquinas en el área de producción. → Falta de consideración de flujos eficientes en el diseño.	Con largos recorridos y movimientos innecesarios.	Reduce la eficiencia operativa en un 25% y aumentando los costos operativos en 20,000 soles mensuales debido a la pérdida de tiempo y recursos.
Deficiencias en la gestión de inventarios.	La empresa cuenta con una gestión ineficaz de inventarios en el área de producción, especialmente para su registro de inventarios.	Área de Almacenamiento	Desde los inicios de la empresa, pero un aumento conforme han pasado los años.	Operarios de almacenamiento y gerente del almacén.	→ Falta de herramientas tecnológicas y procedimientos claros. → Capacitación inadecuada del personal en gestión de inventarios.	Durante el almacenamiento existen errores en el registro y seguimiento de inventarios posterior.	Afecta la eficiencia del 13% de las operaciones del área de producción.
Productos vencidos no identificados debido a la ubicación aleatoria de equipos y materiales.	La tasa de productos vencidos no identificados aumentó en 15% lo que ha impactado al aumento de costos.	Área de Almacenamiento	Problema recurrente desde el año 2020.	Operarios de almacenamiento y gerente del almacén.	→ Falta de un sistema organizado para la ubicación de equipos y materiales. → Ausencia de un sistema de rotación de inventarios.	Los productos se almacenan de manera aleatoria, dificultando su identificación y manejo.	Pérdida del 20% de los productos debido a la expiración por exceso de inventario que resultó en la pérdida de productos valorados en 8,000 soles debido a la ubicación aleatoria de equipos y materiales, lo que impidió identificar oportunamente los productos próximos a vencer.
Falta de señalización adecuada en todas las áreas.	La Tasa de Incidencias de Seguridad (TIS) aumentó en 8 incidentes por trimestre en 2023, comparado con un objetivo de 2 incidentes	Área de Almacenamiento y Producción	Problema recurrente desde que la empresa empezó sus operaciones.	Operarios de almacenamiento, el personal de producción, los supervisores de inventario, y la gerencia de operaciones.	→ No se ha establecido un sistema de señalización claro y consistente.	Los propios trabajadores no logran localizar fácilmente los productos y materiales.	Resultó en costos adicionales de 5,000 soles debido a las interrupciones en la producción y gastos médicos asociados.

Elaboración Propia

Con estas ya identificadas se procedió a proponer contramedidas y herramientas como propuestas de mejora para implementar en la situación actual de la empresa. Estas se pueden observar en la **tabla 25**.

Tabla 25: Evaluación de Contramedidas

Causa Raíz	Contramedida	Herramienta
Por la ausencia de estanterías adecuadas, refrigeración, y un sistema de rotación de inventarios (FIFO: First In, First Out).	Un WMS ayudará a gestionar el almacenamiento de productos de manera eficiente, incluyendo la ubicación de estanterías, zonas de refrigeración y la implementación del sistema FIFO.	Sistema de Gestión de Almacenes [WMS - Warehouse Management System]
Infraestructura de transporte inadecuada y problemas logísticos.	Diseña layout que facilite el flujo: Minimiza las distancias y optimiza la disposición materiales	Metodología Planeamiento Sistemático de la Distribución [PSD]
No existe un sistema estandarizado para la organización y recuperación de productos.	La metodología 5S es una herramienta de gestión que permite crear y mantener un lugar de trabajo organizado, limpio y eficiente.	5S [Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke]
Falta de un sistema organizado para la ubicación de equipos y materiales.	Emplear códigos de barras o sistemas RFID para rastrear y localizar productos de manera rápida y precisa dentro del almacén.	Industria 4.0 [RFID]
Falta de planificación eficiente en la distribución de las máquinas en el área de producción.	Identificar y gestionar cuellos de botella con TOC para luego distribuir tareas equilibradamente con Balanceo de Líneas para optimizar el layout de la planta.	Balanceo de líneas de producción y TOC
No se ha establecido un sistema de señalización claro y consistente.	Desarrollar guías visuales y mapas del almacén para facilitar la localización de productos.	Visual Management

Elaboración Propia

Con respecto a la primera herramienta, **Sistema de Gestión de Almacenes**, se escogió esta debido a que proporciona una visibilidad en tiempo real del inventario, lo que facilita una mejor toma de decisiones y reduce las incidencias de productos vencidos lo cual ayuda a bastante a contrarrestar la causa raíz de los almacenes como se muestra en el Anexo 1 y 2. Además, al automatizar procesos clave como la recepción, el almacenamiento y la distribución de productos, se logra minimizar los

errores humanos y se agilizan las operaciones diarias. Según Arroyo, G., Gallego, J. y Montenegro, J. (2023), a través de la implementación del sistema WMS se disminuyeron la diferencia de inventarios a 0%, disminuyó los DII en 19 días y aumentó el cumplimiento de entregas a 100%. Pasando a la siguiente herramienta, la **metodología PSD** permitiría obtener un diseño de planta bien planificado que optimizaría el flujo de trabajo, reduciría los tiempos de traslado de materiales y minimizaría los movimientos innecesarios del personal. Esto no solo mejoraría la eficiencia de la producción, sino que también reduciría los costos operativos al disminuir el tiempo de inactividad y las interrupciones en el proceso productivo. Según Alva, J. y Paredes D. (2014), la implementación del PSD les permitió un correcto dimensionamiento de almacenes, reduciendo así el área que estos representan del total de 54% a 37%. Además, lograron reducir altamente daños en materiales, productos en proceso y principalmente en productos terminados, reduciendo así gran parte de los reprocesos originados en el área de almacenes. Por el lado de la implementación de la **metodología 5S**, esta ofrece numerosos beneficios que pueden mejorar significativamente la eficiencia y el entorno de trabajo en una organización, ya que se centra en la organización y limpieza del lugar de trabajo, lo que a su vez mejora la productividad y reduce los desperdicios. Por ejemplo, como demuestra Flores, W. (2017) quien aumentó su productividad en 15% y un ahorro de tiempo en 58 horas al mes. Asimismo, menciona que "para lograr una mayor productividad, eficiencia de los operarios y reducir costos de fabricación, es necesario que la empresa cuente con un sistema estandarizado de trabajo, con procedimientos claros de trabajo, orden y limpieza en los lugares de operación y con un adecuado ambiente laboral." Pasando a la propuesta de un **sistema RFID**, este permitiría la

identificación y el seguimiento automático de los productos, paquetes o activos dentro del almacén. Lo cual si es relacionado con el problema actual significaría que no se necesita una señalización física extensa para indicar la ubicación de cada artículo. En lugar de eso, cada elemento estaría etiquetado con un chip RFID el cual se podría escanear y facilitar su acceso. Como expone Rivera (2021), la implementación de esta mejora implica altos costos, pero a su vez implica el mayor beneficio respecto a un ahorro llegando hasta un 36%. Con respecto a la implementación de **TOC (Theory of Constraints)** y **Balaneo de Líneas** la unión de estas metodologías guiarían a mejorar la eficiencia del ordenamiento de las máquinas en el área de producción. Por un lado, TOC se enfocaría en identificar y gestionar los cuellos de botella para maximizar el flujo de producción; mientras que, el balanceo de líneas distribuiría las tareas de manera equilibrada entre las estaciones de trabajo, minimizando tiempos de espera y optimizando el uso de recursos. Por ejemplo, como demuestra Espinoza (2019), se generó un ahorro en los tiempos que llevaron a un ahorro mensual de S/.21,347.20. Finalmente, se propone implementar **Visual Management** para mejorar la claridad y eficiencia en el almacén al utilizar señales visuales, guías y mapas que facilitan la localización de productos. Reduciendo así la dependencia de la memoria y la capacitación, de modo que los empleados encuentren rápidamente lo que necesitan en todo momento. Implementar estas señales claras y consistentes resultaría en una operación más eficiente y organizada disminuyendo hasta un 46% la dificultad de estas lo que generaría un beneficio económico para la empresa (Bevilacqua et al., 2013).

Para determinar cuáles de estas contramedidas tendrían un impacto más significativo, se elaboró una matriz **FACTIS**. Esto permitió centrar los esfuerzos en aquellas que

ofrecen mayores beneficios para la empresa. Los criterios utilizados y su ponderación correspondiente están detallados en la **tabla 26**. Las contramedidas seleccionadas se destacan en la **tabla 27**. De este modo, las metodologías **5S** y **PSD**, junto con el balance de línea utilizando **TOC**, fueron las elegidas para implementarse.

Tabla 26: Criterios de Matriz FACTIS

Criterios de selección			Factor de ponderación
F	Facilidad de implementación		5
	1: Muy difícil	2: Difícil	
A	Afecta con su implementación a otras áreas		2
	1: Sí	3: Medio	
C	Mejoramiento de la calidad		3
	1: Poco	3: Medio	
T	Tiempo que implica implementarlo		4
	1: Largo plazo	2: Mediano plazo	
I	Inversión requerida		5
	1: Alta	3: Media	
S	Nivel de seguridad en el servicio		3
	1: Poco	3: Medio	

Elaboración Propia

Tabla 27: Matriz FACTIS – Contramedidas

	5	2	3	4	5	3	
Herramientas	F	A	C	T	I	S	Puntaje ponderado
La metodología 5S es una herramienta de gestión que permite crear y mantener un lugar de trabajo organizado, limpio y eficiente.	3	3	3	2	5	5	78
Diseña layout que facilite el flujo: Minimiza las distancias y optimiza la disposición materiales	2	1	5	2	3	5	65
Identificar y gestionar cuellos de botella con TOC para luego distribuir tareas equilibradamente con Balanceo de Líneas para optimizar el layout de la planta.	2	3	3	2	3	1	51
Un WMS ayudará a gestionar el almacenamiento de productos de manera eficiente, incluyendo la ubicación de estanterías, zonas de refrigeración y la implementación	1	3	3	1	3	3	48
Desarrollar guías visuales y mapas del almacén para facilitar la localización de productos.	3	1	3	1	1	3	44
Emplear códigos de barras o sistemas RFID para rastrear y localizar productos de manera rápida y precisa dentro del almacén.	2	1	3	1	1	3	39

Elaboración Propia

Capítulo 4: PROPUESTA DE MEJORA

En este capítulo se presentan las propuestas de mejora para abordar las causas raíz identificadas en el análisis previo. Se integrarán diversas herramientas y metodologías mencionadas en el primer capítulo como la Teoría de Restricciones (**TOC**), la clasificación **ABC**, la metodología **5S**, la simulación con **ARENA** y el Planeamiento Sistemático de la Distribución (**PSD/SLP**) para optimizar los procesos y aumentar la eficiencia operativa de la empresa.

4.1. Integración de Propuestas

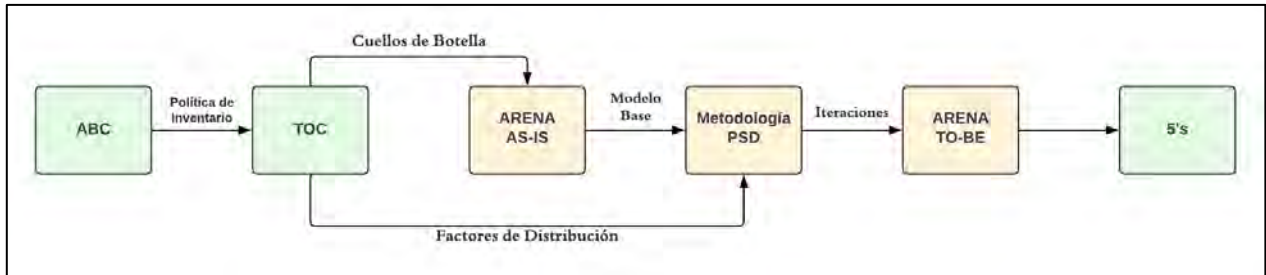
La secuencia de las propuestas se ha establecido considerando el impacto y la interrelación entre las diferentes herramientas y metodologías, de modo que se obtenga una sinergia al aplicarlas en el orden propuesto. La implementación de la clasificación **ABC multicriterio** y **Teoría de Restricciones** se plantean como las bases para identificar y priorizar las áreas críticas.

En primer lugar, la clasificación **ABC multicriterio**, al considerar múltiples factores para la optimización de la gestión de inventarios, permitirá destinar los recursos a los productos de mayor impacto para la empresa desde varios criterios o perspectivas. Seguidamente, **TOC** permitirá identificar los cuellos de botella y limitaciones en el proceso productivo lo cual complementará la identificación de los factores de distribución en **PSD**.

Pasando a las propuestas principales, la simulación del estado actual con **ARENA (Modelo AS-IS)** ayudará a comprender las limitaciones actuales corroborando los cuellos de botella detectados previamente. Posteriormente, estará la aplicación del **PSD/SLP** que guiará el rediseño de la distribución en planta mediante iteraciones

que se realizarán con apoyo de otro modelo de simulación **To-Be**.

Finalmente, la **Metodología 5S** asegura que el nuevo diseño se mantenga ordenado y eficiente además de asegurar o establecer una cultura de mejora continua dentro de la planta, de modo que se puedan seguir obteniendo mejoras ante los cambios de las necesidades de la empresa. Esta secuencia se puede apreciar en la **figura 22**.



*Figura 21: Orden de Integración
Elaboración Propia*

4.2. ABC Multicriterio

La clasificación ABC se aplicará para optimizar la gestión de inventarios, enfocándose en los productos y materiales que representan un mayor valor económico y que requieren una gestión más rigurosa en base a un análisis multicriterio. Esta metodología es en realidad útil en especial en el caso de comercializadoras que manejan una gran cantidad de artículos, dado que los inventarios representan una parte significativa de la inversión de la empresa, este tipo de clasificación permite concentrar los esfuerzos en aquellos productos que tienen mayor valor y generan mayores ingresos, lo cual es crucial para optimizar la gestión de stocks y evitar roturas o sobre stock que pueden impactar negativamente a la compañía. Cabe señalar que para el diseño y elaboración de las propuestas se ha tomado la data de la embotelladora ABC correspondiente al período desde el 2021 como se muestra en el Anexo 4 y 5.

4.2.1. Levantamiento de datos

En la empresa bajo estudio, se gestionan dos tipos de almacenes: el de Producto Terminado y el de Productos en Proceso, que incluyen concentrados e insumos necesarios para la producción. Ambos almacenes enfrentan problemas significativos que impactan la eficiencia operativa y la rentabilidad. En el caso del almacén de Producto Terminado, los principales problemas son el vencimiento de productos y el sobre stock, lo cual es consecuencia de la falta de políticas claras de inventario y una mala distribución del espacio de almacenamiento. La falta de control sobre las fechas de caducidad, la ineficiencia en la rotación de productos y el exceso de inventario provocan pérdidas económicas, aumentan los costos de almacenamiento y limitan la capacidad de respuesta ante las demandas del mercado. Por otro lado, el almacén de Productos en Proceso también enfrenta problemas críticos, como el desajuste entre los niveles de inventario de insumos y las necesidades de producción, lo que genera acumulación innecesaria o desabastecimiento de materiales clave. Este desbalance puede provocar interrupciones en el flujo de trabajo y pérdidas por el deterioro de insumos que no se usan a tiempo. Además, la falta de una planificación adecuada para coordinar el abastecimiento con la producción agrava estos problemas, afectando la continuidad operativa de la empresa.

Para abordar estos problemas, se recopilaron datos clave a través de diversas fuentes. Primero, se utilizó el histórico de ventas de la empresa, que proporcionó información detallada sobre la rotación de productos, su frecuencia de venta y su contribución a los ingresos totales. También se

llevaron a cabo **tomas de tiempos** para analizar los procesos de reabastecimiento y la duración del ciclo de vida de los productos dentro del inventario. Asimismo, se realizó un **análisis exhaustivo de datos** relacionado con los niveles de stock, tiempos de reposición, costos asociados y fechas de caducidad.

Por un lado, en el almacén de Producto Terminado, la Tabla 28 presentará todos los SKU vigentes y activos a la fecha, con el propósito de analizarlos en base a los datos detallados, que incluyen el inventario promedio al cierre del mes, el costo unitario, la demanda mensual, el lead time (tiempo de reposición) y los días de inventario presentes en la Tabla 29. Por otro lado, en la Tabla 30 se presentarán los SKU's del almacén de productos en proceso, mostrando información clave en la Tabla 31 como el inventario, expresado en kilogramos, el costo unitario, la demanda mensual y los días de inventario disponible (DII) y % de Pérdidas.

Tabla 28: Total de SKU's de Producto Terminado

ID	SKU	ID	SKU
1	Guarana PET 500 x15	23	Sensación Surtida PET 1500 x6
2	Sensación Negra PET 500 x15	24	BUM Negra PET 1500 x6
3	Sensación Naranja PET 500 x15	25	BUM Naranja PET 1500 x6
4	Sensación Fresa PET 500 x15	26	BUM Fresa PET 1500 x6
5	Sensación Piña PET 500 x15	27	BUM Piña PET 1500 x6
6	Sensación Amarilla PET 500 x15	28	BUM Amarilla PET 1500 x6
7	Sensación Limon PET 500 x15	29	BUM Limon PET 1500 x6
8	Sensación Surtida PET 500 x12	30	BUM Surtida PET 1500 x6
9	BUM Negra PET 400 x15	31	Guarana PET 3000 x6
10	BUM Naranja PET 400 x15	32	Sensación Negra PET 3000 x6
11	BUM Fresa PET 400 x15	33	Sensación Naranja PET 3000 x6
12	BUM Piña PET 400 x15	34	Sensación Fresa PET 3000 x6
13	BUM Amarilla PET 400 x15	35	Sensación Piña PET 3000 x6
14	BUM Limon PET 400 x15	36	Sensación Amarilla PET 3000 x6
15	BUM Surtida PET 400 x12	37	Sensación Limon PET 3000 x6
16	Guarana PET 1500 x6	38	Sensación Surtida PET 3000 x6
17	Sensación Negra PET 1500 x6	39	BUM Negra PET 3000 x6
18	Sensación Naranja PET 1500 x6	40	BUM Naranja PET 3000 x6
19	Sensación Fresa PET 1500 x6	41	BUM Fresa PET 3000 x6
20	Sensación Piña PET 1500 x6	42	BUM Piña PET 3000 x6
21	Sensación Amarilla PET 1500 x6	43	BUM Amarilla PET 3000 x6
22	Sensación Limon PET 1500 x6	44	BUM Limon PET 3000 x6
		45	BUM Surtida PET 3000 x6

Elaboración Propia

Tabla 29: Total de SKU's de Producto en Proceso

ID	SKU
1	Benzonato de Sodio
2	Ácido Cítrico
3	Aspartamo
4	Acesulfamo-K
5	Ázucar
6	Esencia Fresa
7	Color Fresa
8	Esencia Naranja
9	Color Naranja
10	Esencia Guaraná
11	Color Amarillof.
12	Esencia Piña
13	Color Piña
14	Esencia Negra
15	Ácido Fosfórico
16	Caramelina
17	Ácido Málico
18	Color Amarilla
19	Esencia Amarilla
20	Color Limón
21	Esencia Limón
22	BC 61310-17

Elaboración Propia

Tabla 30: Base Datos 2023 de Productos Terminados

Artículo	Inventario	Costo Unitario	V. Inventario	Demanda Mensual	Demanda Diaria	Precio de Venta	Lead Time	DII	% Inv
1	607.08	7.50	4,553	5,059	168	9.50	15.00	111	12.0%
2	557.05	7.75	4,317	4,285	142	9.50	15.00	119	13.0%
3	78.3	7.65	599	1,566	52	9.50	8.00	59	5.0%
4	179.13	7.65	1,370	2,559	85	9.50	8.00	59	7.0%
5	173.28	7.65	1,326	2,888	96	9.50	7.00	17	6.0%
6	538.33	7.75	4,172	4,141	138	9.50	15.00	105	13.0%
7	195.02	8.00	1,560	2,786	92	9.50	8.00	37	7.0%
8	587.28	6.00	3,524	4,894	163	8.00	13.00	105	12.0%
9	160.32	7.24	1,161	2,004	66	8.50	6.00	20	8.0%
10	89.7	6.80	610	2,990	99	8.50	9.00	22	3.0%
11	758.68	6.63	5,029	5,836	194	8.50	15.00	111	13.0%
12	715.5	7.28	5,206	4,770	159	8.50	14.00	115	15.0%
13	148.32	7.20	1,068	1,854	61	8.50	6.00	36	8.0%
14	729.43	6.59	4,810	5,611	187	8.50	14.00	109	13.0%
15	809.06	6.54	5,293	5,779	192	8.50	13.00	112	14.0%
16	870.6	9.73	8,471	5,804	193	12.00	13.00	103	15.0%
17	563.78	9.69	5,465	4,027	134	12.00	13.00	115	14.0%
18	128.85	9.90	1,275	2,577	85	12.00	7.00	28	5.0%
19	96.96	9.86	956	2,424	80	12.00	10.00	18	4.0%
20	195.6	10.06	1,968	2,445	81	12.00	5.00	30	8.0%
21	573.44	10.35	5,935	4,096	136	12.00	14.00	117	14.0%
22	86.08	9.69	834	2,152	71	12.00	6.00	37	4.0%
23	746.59	10.37	7,743	5,743	191	12.00	13.00	101	13.0%
24	81.12	9.18	745	2,704	90	11.00	7.00	40	3.0%
25	47.64	9.18	437	1,191	39	11.00	7.00	14	4.0%
26	149.16	9.46	1,411	2,486	82	11.00	8.00	10	6.0%
27	82.65	9.40	777	2,755	91	11.00	5.00	21	6.0%
28	121.62	8.71	1,059	2,027	67	11.00	7.00	28	6.0%
29	47.4	9.18	435	1,580	52	11.00	8.00	12	3.0%
30	231.76	8.71	2,018	2,897	96	11.00	7.00	22	8.0%
31	149.1	20.39	3,040	2,485	82	23.00	6.00	13	6.0%
32	0	20.87	0	2,730	91	23.00	5.00	12	0.0%
33	44.1	20.82	918	2,205	73	23.00	7.00	19	2.0%
34	35.6	20.80	741	1,780	59	23.00	8.00	11	2.0%
35	0	20.56	0	1,240	41	23.00	6.00	11	0.0%
36	73.89	20.82	1,538	2,463	82	23.00	9.00	21	3.0%
37	0	20.83	0	2,462	82	23.00	9.00	13	0.0%
38	24.56	20.49	503	2,456	81	23.00	7.00	35	1.0%
39	43.02	19.19	826	2,151	71	22.00	5.00	12	2.0%
40	22.38	19.67	440	2,238	74	22.00	8.00	36	1.0%
41	10.49	19.72	207	1,049	34	22.00	7.00	13	1.0%
42	21.72	19.29	419	2,172	72	22.00	8.00	26	1.0%
43	25.88	19.67	509	1,294	43	22.00	6.00	21	2.0%
44	33.42	19.70	658	1,671	55	22.00	6.00	28	2.0%
45	0	19.42	0	2,750	91	22.00	8.00	35	0.0%

Elaboración Propia

Tabla 31: Base Datos 2023 de Productos en Proceso

ID	Inventario (kg)	Costo Unitario	V. Inventario	Demanda Mensual	DII	% Pérdidas
1	50	200.0	10000.0	9.7	40.0	11%
2	100	100.0	10000.0	6.1	34.0	12%
3	30	300.0	9000.0	22.0	24.0	10%
4	25	250.0	6250.0	24.5	48.0	12%
5	1500	3.5	5250.0	149.6	32.0	12%
6	5	81.0	405.0	5.0	19.0	5%
7	10	110.0	1100.0	2.3	19.0	4%
8	9	79.0	711.0	5.7	26.0	3%
9	10	54.0	540.0	2.7	15.0	7%
10	9	62.0	558.0	3.3	18.0	3%
11	10	94.0	940.0	2.9	26.0	4%
12	8	50.0	400.0	0.3	18.0	4%
13	5	98.0	490.0	4.0	15.0	4%
14	7	68.0	476.0	6.7	30.0	3%
15	5	108.0	540.0	1.5	29.0	5%
16	25	380.0	9500.0	13.0	40.0	11%
17	6	105.0	630.0	1.9	24.0	6%
18	5	115.0	575.0	1.3	17.0	5%
19	10	141.0	1410.0	4.5	15.0	3%
20	10	122.0	1220.0	8.6	20.0	5%
21	6	137.0	822.0	5.0	19.0	4%
22	6	125.0	750.0	4.3	19.0	3%

Elaboración Propia

Con base en los datos presentados, para el análisis del almacén de Productos Terminados se identifican criterios clave para el análisis mostrados en la Tabla 32, tales como el **Valor del Inventario**, calculado mediante la multiplicación del costo unitario por el inventario disponible; el **Margen de Ganancia**, que representa la diferencia entre el precio de venta y el costo unitario; el **Lead Time** o tiempo de reposición; los **Días de Inventario** y el **Sobre Stock**, el cual fue reclasificado según el porcentaje del nivel de inventario restante, tal como se detalla en la Tabla 33. Respecto al análisis de Productos en Proceso, en la Tabla 34 donde los criterios más relevantes fueron Valor de Inventario, Margen de Ganancia, Lead Time y % de Pérdidas el cual fue reclasificado por escala y porcentajes presentes en la Tabla 35.

Tabla 32: Cálculo de criterios de Producto Terminado

Artículo	V. Inventario	Margen Ganancia	Lead Time	SobreStock	DII
1	4,553	2.00	15.00	3	111
2	4,317	1.75	15.00	4	119
3	599	1.85	8.00	1	59
4	1,370	1.85	8.00	2	59
5	1,326	1.85	7.00	2	17
6	4,172	1.75	15.00	4	105
7	1,560	1.50	8.00	2	37
8	3,524	2.00	13.00	3	105
9	1,161	1.26	6.00	2	20
10	610	1.70	9.00	0	22
11	5,029	1.87	15.00	4	111
12	5,206	1.22	14.00	4	115
13	1,068	1.30	6.00	2	36
14	4,810	1.91	14.00	4	109
15	5,293	1.96	13.00	4	112
16	8,471	2.27	13.00	4	103
17	5,465	2.31	13.00	4	115
18	1,275	2.10	7.00	1	28
19	956	2.14	10.00	1	18
20	1,968	1.94	5.00	2	30
21	5,935	1.65	14.00	4	117
22	834	2.31	6.00	1	37
23	7,743	1.63	13.00	4	101
24	745	1.82	7.00	0	40
25	437	1.82	7.00	1	14
26	1,411	1.54	8.00	2	10
27	777	1.60	5.00	0	21
28	1,059	2.29	7.00	2	28
29	435	1.82	8.00	0	12
30	2,018	2.29	7.00	2	22
31	3,040	2.61	6.00	2	13
32	0	2.13	5.00	0	12
33	918	2.18	7.00	0	19
34	741	2.20	8.00	0	11
35	0	2.44	6.00	0	11
36	1,538	2.18	9.00	0	21
37	0	2.17	9.00	0	13
38	503	2.51	7.00	0	35
39	826	2.81	5.00	0	12
40	440	2.33	8.00	0	36
41	207	2.28	7.00	0	13
42	419	2.71	8.00	0	26
43	509	2.33	6.00	0	21
44	658	2.30	6.00	0	28
45	0	2.58	8.00	0	35

Elaboración Propia

Tabla 33: Clasificación de Sobre Stock en Almc. Producto Terminado

SobreStock	
12%	4
9%	3
5%	2
3%	1
0%	0

Elaboración Propia

Tabla 34: Cálculo de criterios de Producto en Proceso

ID	V. Inventario	Demanda Mensual	DII	% Pérdidas
1	10000.0	9.7	40.0	4
2	10000.0	6.1	34.0	4
3	9000.0	22.0	24.0	4
4	6250.0	24.5	48.0	4
5	5250.0	149.6	32.0	4
6	405.0	5.0	19.0	1
7	1100.0	2.3	19.0	1
8	711.0	5.7	26.0	0
9	540.0	2.7	15.0	2
10	558.0	3.3	18.0	0
11	940.0	2.9	26.0	1
12	400.0	0.3	18.0	1
13	490.0	4.0	15.0	1
14	476.0	6.7	30.0	0
15	540.0	1.5	29.0	1
16	9500.0	13.0	40.0	4
17	630.0	1.9	24.0	1
18	575.0	1.3	17.0	1
19	1410.0	4.5	15.0	0
20	1220.0	8.6	20.0	1
21	822.0	5.0	19.0	1
22	750.0	4.3	19.0	0

Elaboración Propia

Tabla 35: Clasificación de % Pérdidas en Almc. Producto en Proceso

% Pérdidas	
10%	4
8%	3
6%	2
3%	1
0%	0

Elaboración Propia

Al llevar a cabo una clasificación ABC Multicriterio, es fundamental normalizar la información correspondiente a cada uno de los valores. Esto se debe a que los diferentes criterios emplean unidades de medida que no son directamente comparables ni operables entre sí, como es el caso de días y unidades, que se utilizan en el **lead time** y la demanda, respectivamente. A

través de la ecuación (1), se obtienen los valores normalizados $[yn]_{ij}$, los cuales se sitúan en un rango de 0 a 1 para todos los datos. Estos valores están positivamente correlacionados, de manera que los valores altos (es decir, cercanos o iguales a 1) representan una mayor relevancia, mientras que los valores bajos (cercanos o iguales a 0) indican menor importancia. Los resultados del proceso de normalización del almacén de Producto Termina y Productos en Proceso se presentan en la Tabla 36 y 37 respectivamente a través de la fórmula presente en la Figura 23.

$$yn_{ij} = \frac{y_{ij} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}}{\max_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}}$$

Figura 22: Ecuación de Normalización Dialnet (2011)

Tabla 36: Criterios Normalizados del Almc. Producto Terminado

Artículo	V. Inventario	Margen Ganancia	Lead Time	SobreStock	DII	SUMAPRODUCTO
1	0.5375	0.4887	1.0000	0.7500	0.9266	0.8056
2	0.5096	0.3311	1.0000	1.0000	1.0000	0.8841
3	0.0707	0.3942	0.3000	0.2500	0.4495	0.3164
4	0.1618	0.3942	0.3000	0.5000	0.4495	0.4005
5	0.1565	0.3942	0.2000	0.5000	0.0642	0.2643
6	0.4925	0.3311	1.0000	1.0000	0.8716	0.8438
7	0.1842	0.1736	0.3000	0.5000	0.2477	0.3201
8	0.4160	0.4887	0.8000	0.7500	0.8716	0.7369
9	0.1371	0.0210	0.1000	0.5000	0.0917	0.2133
10	0.0720	0.3000	0.4000	0.0000	0.1101	0.1502
11	0.5937	0.4074	1.0000	1.0000	0.9266	0.8781
12	0.6145	0.0000	0.9000	1.0000	0.9633	0.8304
13	0.1261	0.0453	0.1000	0.5000	0.2385	0.2587
14	0.5678	0.4292	0.9000	1.0000	0.9083	0.8522
15	0.6248	0.4621	0.8000	1.0000	0.9358	0.8494
16	1.0000	0.6586	0.8000	1.0000	0.8532	0.8818
17	0.6451	0.6821	0.8000	1.0000	0.9633	0.8817
18	0.1505	0.5548	0.2000	0.2500	0.1651	0.2351
19	0.1129	0.5743	0.5000	0.2500	0.0734	0.2657
20	0.2323	0.4515	0.0000	0.5000	0.1835	0.2734
21	0.7006	0.2684	0.9000	1.0000	0.9817	0.8714
22	0.0984	0.6852	0.1000	0.2500	0.2477	0.2477
23	0.9140	0.2548	0.8000	1.0000	0.8349	0.8273
24	0.0879	0.3739	0.2000	0.0000	0.2752	0.1688
25	0.0516	0.3753	0.2000	0.2500	0.0367	0.1687
26	0.1666	0.1971	0.3000	0.5000	0.0000	0.2464
27	0.0917	0.2389	0.0000	0.0000	0.1009	0.0633
28	0.1250	0.6728	0.2000	0.5000	0.1651	0.3193
29	0.0513	0.3770	0.3000	0.0000	0.0183	0.1083
30	0.2382	0.6730	0.2000	0.5000	0.1101	0.3141
31	0.3589	0.8724	0.1000	0.5000	0.0275	0.3014
32	0.0000	0.5701	0.0000	0.0000	0.0183	0.0625
33	0.1084	0.6049	0.2000	0.0000	0.0826	0.1361
34	0.0874	0.6123	0.3000	0.0000	0.0092	0.1327
35	0.0000	0.7638	0.1000	0.0000	0.0092	0.0991
36	0.1816	0.6023	0.4000	0.0000	0.1009	0.1887
37	0.0000	0.5974	0.4000	0.0000	0.0275	0.1480
38	0.0594	0.8124	0.2000	0.0000	0.2294	0.1960
39	0.0974	1.0000	0.0000	0.0000	0.0183	0.1152
40	0.0520	0.6976	0.3000	0.0000	0.2385	0.2065
41	0.0244	0.6640	0.2000	0.0000	0.0275	0.1171
42	0.0495	0.9382	0.3000	0.0000	0.1468	0.2028
43	0.0601	0.6949	0.1000	0.0000	0.1009	0.1258
44	0.0777	0.6786	0.1000	0.0000	0.1651	0.1452
45	0.0000	0.8522	0.3000	0.0000	0.2294	0.2140

Elaboración Propia

Tabla 37: Criterios Normalizados del Almc. Producto en Proceso

Articulo	V. Inventario	Margen Ganancia	DII	SobreStock	Suma Producto
1	1.0000	0.0635	0.7576	1.0000	0.5579
2	1.0000	0.0390	0.5758	1.0000	0.5190
3	0.8958	0.1458	0.2727	1.0000	0.4587
4	0.6094	0.1624	1.0000	1.0000	0.5772
5	0.5052	1.0000	0.5152	1.0000	0.5536
6	0.0005	0.0317	0.1212	0.2500	0.1025
7	0.0729	0.0139	0.1212	0.2500	0.1079
8	0.0324	0.0367	0.3333	0.0000	0.0736
9	0.0146	0.0163	0.0000	0.5000	0.1531
10	0.0165	0.0207	0.0909	0.0000	0.0219
11	0.0563	0.0175	0.3333	0.2500	0.1490
12	0.0000	0.0000	0.0909	0.2500	0.0932
13	0.0094	0.0251	0.0000	0.2500	0.0784
14	0.0079	0.0434	0.4545	0.0000	0.0960
15	0.0146	0.0083	0.4242	0.2500	0.1621
16	0.9479	0.0854	0.7576	1.0000	0.5548
17	0.0240	0.0112	0.2727	0.2500	0.1331
18	0.0182	0.0069	0.0606	0.2500	0.0896
19	0.1052	0.0282	0.0000	0.0000	0.0133
20	0.0854	0.0561	0.1515	0.2500	0.1195
21	0.0440	0.0317	0.1212	0.2500	0.1068
22	0.0365	0.0270	0.1212	0.0000	0.0306

Elaboración Propia

Finalmente, el puntaje total obtenida por cada ítem (organizado de mayor a menor), se muestra en la columna 7 de la Tabla 36 y columna 6 de la Tabla 37, se obtiene por medio de la ecuación expresada en la figura 24 donde y_{ij} es el valor normalizado del ítem i -ésimo con respecto al criterio j -ésimo y w_j es el peso asignado al criterio j , bajo la restricción de que la suma total sea igual a 1. **Estas puntuaciones fueron determinadas por expertos a través de una matriz de encuestas para identificar el actual factor de priorización;** estas se muestran en la Tabla 38 para el almacén de Producto Terminado y en la Tabla 39 para el almacén de Producto en Proceso.

$$PuntajeTotal = \sum_{i=1}^I w_j y n_{ij}$$

Figura 23: Ecuación de Puntaje Total
Dialnet (2011)

Tabla 38: Puntuación de criterios en Almc. Producto Terminado

V. Inventario	Margen Ganancia	Lead Time	SobreStock	DII
10%	10%	20%	30%	30%

Elaboración Propia

Tabla 39: Puntuación de criterios en Almc. Producto en Proceso

V. Inventario	Margen Ganancia	DII	SobreStock
50%	50%	20%	30%

Elaboración Propia

Aplicando la distribución ABC en la tabla 40, siguiendo el principio de Pareto según la metodología 60-30, ya que ofrece una segmentación más precisa y flexible en la gestión de inventarios, lo que la hace ideal para empresas con una gran variedad de productos o ventas complejas. A diferencia de la regla 80-20, que se enfoca en una pequeña proporción de productos como se apreciará en el análisis de la Tabla 41.

Tabla 40: Nueva Clasificación de Almacén de Productos Terminados

Artículo	Normalización	% Frecuencia	% Frecuencia Acumulado	NUEVA CLASIFICACIÓN	ANTIGUA CLASIFICACIÓN	
2	0.8841	5.24%	5.24%	A	A	
16	0.8818	5.23%	10.47%		A	
17	0.8817	5.23%	15.70%		A	
11	0.8781	5.21%	20.90%		A	
21	0.8714	5.17%	26.07%		A	
14	0.8522	5.05%	31.12%		A	
15	0.8494	5.04%	36.15%		A	
6	0.8438	5.00%	41.16%		A	
12	0.8304	4.92%	46.08%		A	
23	0.8273	4.90%	50.98%		A	
1	0.8056	4.78%	55.76%		A	
8	0.7369	4.37%	60.13%		A	
4	0.4005	2.37%	62.50%		B	B
7	0.3201	1.90%	64.40%			A
28	0.3193	1.89%	66.29%	B		
3	0.3164	1.88%	68.17%	C		
30	0.3141	1.86%	70.03%	A		
31	0.3014	1.79%	71.82%	B		
20	0.2734	1.62%	73.44%	B		
19	0.2657	1.58%	75.01%	B		
5	0.2643	1.57%	76.58%	A		
13	0.2587	1.53%	78.12%	C		
22	0.2477	1.47%	79.58%	B		
26	0.2464	1.46%	81.04%	B		
18	0.2351	1.39%	82.44%	B		
45	0.2140	1.27%	83.71%	A		
9	0.2133	1.26%	84.97%	B		
40	0.2065	1.22%	86.20%	B		
42	0.2028	1.20%	87.40%	B		
38	0.1960	1.16%	88.56%	B		
36	0.1887	1.12%	89.68%	B		
24	0.1688	1.00%	90.68%	A		
25	0.1687	1.00%	91.68%	C		
10	0.1502	0.89%	92.57%	A		
37	0.1480	0.88%	93.45%	B		
44	0.1452	0.86%	94.31%	C		
33	0.1361	0.81%	95.11%	B		
34	0.1327	0.79%	95.90%	C		
43	0.1258	0.75%	96.65%	C		
41	0.1171	0.69%	97.34%	C		
39	0.1152	0.68%	98.02%	B		
29	0.1083	0.64%	98.67%	C		
35	0.0991	0.59%	99.25%	C		
27	0.0633	0.38%	99.63%	A		
32	0.0625	0.37%	100.00%	A		

Elaboración Propia

Tabla 41: Nueva Clasificación de Almacén de Productos en Proceso

Artículo	Normalización	% Frecuencia	% Frecuencia Acumulado	NUEVA CLASIFICACIÓN	ANTIGUA CLASIFICACIÓN
4	0.5772	12.1%	12.1%	A	A
1	0.5579	11.7%	23.9%		A
16	0.5548	11.7%	35.6%		A
5	0.5536	11.6%	47.2%		A
2	0.5190	10.9%	58.1%		A
3	0.4587	9.7%	67.8%	B	A
15	0.1621	3.4%	71.2%		C
9	0.1531	3.2%	74.4%		C
11	0.1490	3.1%	77.6%		C
17	0.1331	2.8%	80.4%		C
20	0.1195	2.5%	82.9%		A
7	0.1079	2.3%	85.1%		C
21	0.1068	2.2%	87.4%	C	B
6	0.1025	2.2%	89.5%		A
14	0.0960	2.0%	91.6%		A
12	0.0932	2.0%	93.5%		C
18	0.0896	1.9%	95.4%		C
13	0.0784	1.7%	97.1%		B
8	0.0736	1.5%	98.6%		A
22	0.0306	0.6%	99.3%		B
10	0.0219	0.5%	99.7%		B
19	0.0133	0.3%	100.0%		B

Elaboración Propia

La Tabla 42 y 43 se observan las diferencias entre la nueva y la anterior clasificación del inventario de Producto Terminado y Producto en Proceso respectivamente. En la clasificación anterior, se priorizaban únicamente los productos con mayor demanda, sin tomar en cuenta otros criterios igualmente relevantes en este contexto. Por el contrario, la nueva clasificación ABC Multicriterio incorpora una evaluación más completa, considerando múltiples factores, lo que resulta en una reordenación significativa del inventario. La nueva clasificación ABC Multicriterio considera diversos factores, lo que ha

causado cambios significativos: Por un lado, en el almacén de productos terminados, los ítems tipo A disminuyeron un 40%, pasando de 20 a 12; los tipos B se redujeron un 6,3%, de 16 a 15; mientras que los tipos C se duplicaron, con un aumento del 100%. Por otro lado, en el almacén de productos en proceso, los ítems tipo A disminuyeron un 50%, pasando de 10 a 5; los tipos B aumentaron en 40%, de 5 a 7; mientras que los tipos C aumentaron en 3 ítems que corresponde a 42,9%. Esta nueva clasificación es más efectiva, ya que integra factores adicionales, permitiendo una gestión más precisa del inventario al priorizar productos de mayor relevancia según varios criterios, no solo la demanda.

Tabla 42: Comparación de clasificaciones Almacén de Productos Terminados

	A	B	C
ANTIGUA	20	16	9
NUEVA	12	15	18
DIF	-40.0%	-6.3%	100.0%

Elaboración Propia

Tabla 43: Comparación de clasificaciones Almacén de Productos en Proceso

	A	B	C
ANTIGUA	10	5	7
NUEVA	5	7	10
DIF	-50.0%	40.0%	42.9%

Elaboración Propia

4.2.2. Nuevas Políticas:

Para los productos de tipo A, se deben implementar políticas de monitoreo constante y un reabastecimiento frecuente, con revisiones semanales o mensuales. Es esencial mantener inventarios de seguridad estrictamente controlados para evitar quiebres de stock. Se deben establecer acuerdos a largo

plazo con los proveedores para garantizar estabilidad en el suministro, así como realizar análisis periódicos de la demanda para ajustar el inventario. También es recomendable emplear herramientas tecnológicas avanzadas de gestión, como sistemas de alerta temprana, para detectar posibles desajustes en tiempo real.

En el caso de los productos de clasificación B, requieren un control intermedio, con revisiones trimestrales y políticas de reabastecimiento menos estrictas que los ítems tipo A. Se recomienda optimizar los niveles de inventario en función de la demanda, evitando tanto sobre stock como desabastecimientos. Las compras de estos ítems deben ser planificadas con anticipación, aprovechando oportunidades de ahorro en el costo sin afectar la disponibilidad. Además, se puede implementar un sistema de rotación que permita la revisión periódica de los artículos para evitar que queden obsoletos. Finalmente, para los productos de clasificación C, los de menor valor e impacto, pueden gestionarse con políticas de control relajadas, con revisiones anuales y niveles de inventario mínimos. Se debe minimizar el capital inmovilizado en estos productos, comprando en grandes lotes solo cuando resulte conveniente. Además, es recomendable aplicar estrategias de reducción de costos de almacenamiento, como la externalización de inventario o el uso de sistemas just-in-time. Los productos tipo C también pueden ser objeto de campañas periódicas para reducir su exceso mediante promociones o liquidaciones.

4.2.3. Curva de Intercambio

Para definir las propuestas de lotes y frecuencia de pedidos para la empresa ABC, se ha decidido calcular y analizar sus curvas de intercambio.

- **Política Actual:**

En las Tablas 44 y Tabla 45 se presentan las políticas vigentes correspondientes a cada ítem. Estas incluyen el tamaño de lote, el stock de ciclo, la frecuencia semanal de pedidos y la cantidad de pedidos anual. Es importante señalar que, en el caso de los productos en proceso y los productos terminados, los datos se refieren a los lotes de fabricación y al número de órdenes de producción.

Tabla 44: BD en Almacén de Insumos

ID	Costo Unitario	Demanda anual	Lote (Actual)	Stock Ciclo (S/.) (Actual)	N° Pedidos (Actual)	Stock Prom Actual
4	250,0	294	15	5625	20,00	7,50
1	200,0	117	20	2000	6,00	10,00
16	380,0	156	15	5700	10,00	7,50
5	3,5	1795	50	700	36,00	25,00
2	100,0	73	20	4000	4,00	10,00
3	300,0	264	10	6000	26,00	5,00
15	108,0	18	10	1080	2,00	5,00
9	54,0	32	10	540	3,00	5,00
11	94,0	34	10	470	3,00	5,00
17	105,0	23	15	1575	2,00	7,50
20	122,0	104	10	2440	10,00	5,00
7	110,0	28	15	2475	2,00	7,50
21	137,0	60	10	685	6,00	5,00
6	81,0	60	10	810	6,00	5,00
14	68,0	81	10	1360	8,00	5,00
12	50,0	3	5	250	1,00	2,50
18	115,0	15	5	1150	3,00	2,50
13	98,0	48	10	1960	5,00	5,00
8	79,0	69	10	1580	7,00	5,00
22	125,0	51	20	3750	3,00	10,00
10	62,0	40	20	1860	2,00	10,00
19	141,0	54	20	2820	3,00	10,00

Elaboración Propia

Tabla 45: BD en Almacén de Producto Terminado

ID	Costo Unitario	Demanda anual	Lote (Actual)	Stock Ciclo (S/.) (Actual)	N° Pedidos (Actual)	Stock Prom Actual
2	6,4	6606	240	6171,69	28	120,0
6	6,3	3905	240	6009,86	17	120,0
7	5,9	1652	240	2815,28	7	120,0
8	6,1	1533	240	2931,86	7	120,0
9	5,5	5215	240	5316,27	22	120,0
4	6,5	1591	240	3891,61	7	120,0
12	5,2	3800	240	4982,25	16	120,0
5	6,2	1659	240	2245,95	7	120,0
3	6,4	1678	240	2300,94	7	120,0
13	7,7	2659	240	2754,00	12	120,0
1	6,0	5524	240	3594,02	24	120,0
15	7,7	2912	240	2754,00	13	120,0
11	5,6	434	200	2258,97	3	100,0
14	7,7	370	200	3825,00	2	100,0
10	5,8	466	200	2306,04	3	100,0
24	10,3	250	200	4110,93	2	100,0
16	8,0	237	200	2400,00	2	100,0
23	10,0	221	200	4017,62	2	100,0
30	10,0	252	200	3000,64	2	100,0
27	10,5	365	200	3140,60	2	100,0
19	10,7	296	200	4270,10	2	100,0

Elaboración Propia

Para ilustrar el procedimiento llevado a cabo, se utilizarán como ejemplo los ítems pertenecientes al almacén de Insumos, dado que el mismo procedimiento se aplica a los ítems de productos terminados. Para la elaboración de la curva de intercambio, se siguieron los pasos que se detallan a continuación:

- Calcular el stock de ciclo y número de pedidos considerando lotes económicos de compra. Los cálculos se muestran en la Tabla 46.

Tabla 46: Muestra de datos en Almacén de Insumos

ID	Costo Unitario	Demanda anual	EOQ	Stock Ciclo (S/.)	Nº Pedidos	POQ (ANUAL)
4	250,0	294	36,77	4596,87	8	2
1	200,0	117	25,94	2593,74	5	3
16	380,0	156	21,73	4128,32	7	2
5	3,5	1795	767,98	1343,96	2	5
2	100,0	73	28,97	1448,71	3	5
3	300,0	264	31,81	4771,79	8	1
15	108,0	18	13,84	747,60	1	9
9	54,0	32	26,11	704,84	1	10
11	94,0	34	20,40	958,57	2	7
17	105,0	23	15,87	833,25	1	8
20	122,0	104	31,31	1909,92	3	4

Elaboración Propia

- Se calcula la constante de la curva de intercambio multiplicando el stock de ciclo total por número de pedidos total:

$$\text{Constante} = (35\ 960,74 \times 76) = 2\ 733\ 016$$

- Finalmente se tabulan distintos valores de A/r y se calculan los valores correspondientes de TCS y N, aplicando las siguientes fórmulas:

$$TCS = \sqrt{(CTE) \left(\frac{A}{\gamma}\right)}$$

$$N = \sqrt{(CTE) / \left(\frac{A}{\gamma}\right)}$$

Los valores obtenidos con los cuales se grafica la curva de intercambio se muestran en la Tabla 47.

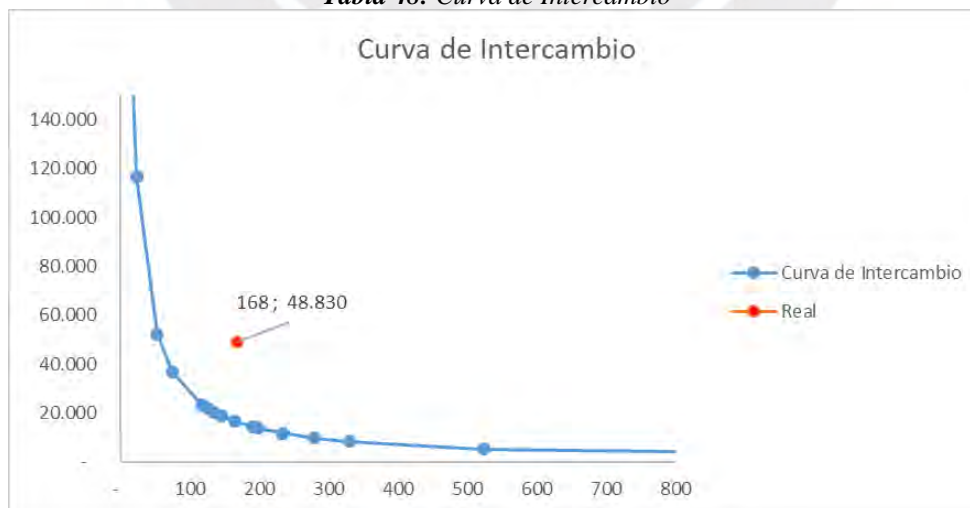
Tabla 47: Curva de Intercambio 1

CTE	2.733.015,96	
N	TCS	A/r
1.653	1.653	1
523	5.228	10
331	8.266	25
279	9.780	35
234	11.690	50
198	13.832	70
191	14.317	75
165	16.532	100
145	18.849	130
135	20.247	150

Elaboración Propia

- **Límites financieros y operacionales:**

Tras mantener conversaciones con los responsables del área logística, se estableció un límite máximo de pedidos de $N = 500$, basado en la capacidad de almacenamiento disponible. Asimismo, considerando los montos de las líneas de crédito asignadas por los proveedores de la empresa, se determinó un límite financiero de 100 000 soles acordado con los gerentes de la empresa. En la Tabla 48 se presentan dichos límites reflejados en la Curva de Intercambio como se muestra en el Anexo 6 y 7.

Tabla 48: Curva de Intercambio

Elaboración Propia

- **Punto de operación ideal:**

Partiendo de la situación actual de la empresa en la gestión de inventarios, se procedió a identificar un punto de operación ideal sobre la curva de intercambio. Para ello, se consideraron tres alternativas: mantener constante el número de pedidos anuales, conservar el stock de ciclo total sin cambios, o desplazar el punto actual hacia la curva de intercambio.

Es relevante destacar que la empresa proporcionó el dato del costo de ordenar, el cual asciende a S/. 115. Este valor incluye un costo prorrateado por el uso de equipos y el recurso humano involucrado en la ejecución de un pedido.

- **Alternativa 1:** Manteniendo el número total de pedidos constante

A partir de la constante igual a 2 733 016, y con $N=168$, se obtuvo un TCS de 16 268. Como dato proporcionado por la empresa, se tiene un costo de pedido (valor de A) igual a 115 soles. Como se tiene valores de TCS y N y esta alternativa se encuentra ubicada en la curva es posible aplicar la fórmula $r = A \cdot N \cdot TCS$ obteniendo un valor de $r=1.19$. De la fórmula $\text{Costo}_{\text{total}} = TCS \cdot r + A \cdot n$, se calcularon los costos respectivos dando un total de S/. 38 640.

- **Alternativa 2:** Manteniendo el stock de ciclo total constante

De igual manera que se calculó el TCS en la alternativa 1, y aplicando la fórmula para un TCS = 48830, se obtuvo un $N = 56$. De la fórmula $\text{Costo}_{\text{total}} = TCS \cdot r + A \cdot n$, se calcularon los costos respectivos dando un total de S/. 12 880.

- **Alternativa 3:** Desplazándose en la curva a través de la recta A/r
De los valores actuales para TCS y N, se pudo determinar el valor de la pendiente de la recta A/r siendo este 575. Este valor se utilizó para calcular tanto el TCS y el N utilizando, además, la constante calculada para la curva de intercambio. Es así como se obtuvieron valores de TCS = 39 642 y N = 69. De la fórmula Costo _ total = $TCS \cdot r + A \cdot n$, se calcularon los costos respectivos dando un total de S/. 15 857.

A partir de los resultados, se elige la alternativa 2, ya que es la propuesta que minimiza los costos de almacenamiento para la empresa.

4.2.4. Establecimiento de nueva política de gestión de inventarios

Con el valor de A/r de la Alternativa más económica, se calculan los valores finales para la política de gestión de inventarios y el stock de ciclo que será un dato muy importante para el dimensionamiento de los almacenes. Estos valores se muestran en la siguiente Tabla 49:

Tabla 49: Alternativa propuesta sobre Curva de Intercambio en Almacén de Insumos

ID	Costo Unitario	Demanda anual	EOQ	Stock Ciclo (S/.)	N° Pedidos	POQ (ANUAL)
4	250,0	294	45,29	5660,80	6	2
1	200,0	117	31,94	3194,05	4	3
16	380,0	156	26,76	5083,80	6	2
5	3,5	1795	945,72	1655,01	2	6
2	100,0	73	35,68	1784,00	2	6
3	300,0	264	39,17	5876,21	7	2
15	108,0	18	17,05	920,62	1	11
9	54,0	32	32,15	867,97	1	12
11	94,0	34	25,12	1180,42	1	9
17	105,0	23	19,54	1026,11	1	10
20	122,0	104	38,56	2351,97	3	4
7	110,0	28	21,07	1158,80	1	9
21	137,0	60	27,64	1893,09	2	6
6	81,0	60	35,94	1455,63	2	7
14	68,0	81	45,58	1549,64	2	7
12	50,0	3	10,23	255,73	0	41
18	115,0	15	15,08	867,22	1	12
13	98,0	48	29,23	1432,08	2	7
8	79,0	69	39,03	1541,60	2	7
22	125,0	51	26,67	1667,15	2	6
10	62,0	40	33,54	1039,82	1	10
19	141,0	54	25,84	1821,97	2	6
				44.283,71	50,79	
				TCS	N	

Elaboración Propia

Tabla 50: Costo total en Almacén de Insumos

A	115
r	0,13
Costo Total	11.680,81

Elaboración Propia

Los valores determinados para la frecuencia y los lotes de pedidos fueron evaluados en conjunto con la gerencia de la empresa, con el objetivo de validar su viabilidad considerando las condiciones de trabajo que mantienen con sus proveedores. Como resultado, se concluyó que es factible implementar este sistema de pedidos como punto de partida para la nueva estrategia de gestión logística.

De manera similar, se llevó a cabo el mismo procedimiento para el almacén de Producto Terminado, llegando a conclusiones equivalentes respecto a su aplicabilidad.

Tabla 51: Alternativa propuesta sobre Curva de Intercambio en Almacén de Producto Terminado

ID	Costo Unitario	Demanda anual	EOQ	Stock Ciclo (S/.)	N° Pedidos	POQ (ANUAL)
2	6,4	6606	1475	4740	4	3
6	6,3	3905	1149	3596	3	4
7	5,9	1652	772	2264	2	6
8	6,1	1533	729	2226	2	6
9	5,5	5215	1412	3909	4	3
4	6,5	1591	720	2337	2	5
12	5,2	3800	1245	3230	3	4
5	6,2	1659	750	2340	2	5
3	6,4	1678	745	2382	2	5
13	7,7	2659	858	3280	3	4
1	6,0	5524	1397	4184	4	3
15	7,7	2912	898	3433	3	4
11	5,6	434	403	1139	1	11
14	7,7	370	320	1224	1	10
10	5,8	466	414	1192	1	11
24	10,3	250	227	1166	1	11
16	8,0	237	250	1002	1	13
23	10,0	221	216	1084	1	12
30	10,0	252	231	1155	1	11
27	10,5	365	272	1422	1	9
19	10,7	296	242	1293	1	10
28	10,6	360	267	1424	1	9
18	10,0	350	272	1364	1	9
29	10,3	209	208	1065	1	12
38	15,8	75	100	792	1	16
25	10,3	204	204	1056	1	12
36	15,9	400	231	1832	2	7
35	16,1	196	160	1293	1	10
34	15,6	226	175	1366	1	9
20	10,4	218	210	1097	1	12
42	16,5	193	157	1297	1	10
21	10,6	262	229	1211	1	10
44	15,7	278	194	1518	1	8
22	9,9	303	254	1262	1	10
31	15,7	241	180	1416	1	9
17	10,2	232	219	1121	1	11
40	16,1	223	171	1377	1	9
45	15,7	300	201	1578	1	8
39	15,6	73	99	776	1	16
41	16,4	135	132	1084	1	12
26	10,2	342	267	1355	1	9
37	16,1	260	185	1487	1	9
43	15,9	102	117	926	1	14
32	15,9	450	245	1944	2	7
33	16,3	217	168	1369	1	9
				50.020	47	
				TCS	N	

Elaboración Propia

4.3. TOC

La aplicación de la Teoría de Restricciones (TOC) se centra en identificar y gestionar las limitaciones que impiden a la empresa alcanzar su máximo potencial productivo. En este caso, para esta propuesta se procederá a aplicar los cinco pasos secuenciales de la TOC para mejorar el desempeño del sistema de producción de bebidas carbonatadas.

4.3.1. Primer Paso: Balance de Línea

Como primer paso se procedió a realizar el balance de línea del proceso productivo actual en base a la data recopilada anteriormente. Para esta se

realizaron mediciones de tiempo para cada operación involucrada en la producción de un lote de **1,000 botellas de 500 ml y 400 ml**, puesto que los tiempos entre estos dos productos en la práctica se pueden considerar idénticos y a su vez estos representan el mayor impacto según la clasificación ABC hecha previamente. Sin embargo, cabe recalcar que el proceso productivo para los demás tipos de SKU sigue una secuencia muy parecida y las máquinas están ubicadas en las mismas zonas que se han establecido para tomar los tiempos de traslado entre operaciones más adelante por lo que el balance de línea realizado para estas dos líneas se puede extrapolar para el resto de los productos. De esta forma, para asegurar la representatividad y confiabilidad de los datos, se llevaron a cabo 10 tomas de tiempo por operación bajo condiciones normales de trabajo en dos días distintos. Estas mediciones consideraron variaciones naturales en el proceso, como fluctuaciones en la velocidad de las máquinas, pausas operativas y diferencias en la ejecución por parte del personal.

Las mediciones se realizaron utilizando cronómetros digitales en minutos y redondeado al nivel de la centésima. El personal fue instruido para continuar sus labores sin modificaciones que pudieran afectar la autenticidad de los tiempos. Los datos recolectados se registraron en la **tabla 52**, donde se muestra cada toma de tiempo por operación y el tiempo promedio resultante de dicha operación

Tabla 52: Toma de Tiempos

		Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Toma 5	Toma 6	Toma 7	Toma 8	Toma 9	Toma 10	Promedio
1	Traslado a Zona de Mezclado	6.79	6.89	6.93	6.87	6.85	6.86	7.04	7.08	6.78	6.82	6.89
2	Pesado de concentrado	6.09	6.04	6.12	6.23	6.21	6.27	6.28	6.29	6.13	6.19	6.19
3	Dilución de Concentrado	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720.00
4	Mezclado del concentrado con jarabe											
5	Enfriado de Mezcla	2.94	2.78	2.52	2.14	2.21	2.84	2.25	2.99	2.38	2.53	2.56
6	Carbonizar											
7	Inspección de Mezcla	7.91	8.09	8.02	8.13	8.04	8.26	8.35	8.29	8.32	8.53	8.19
8	Traslado Zona de Soplado	4.91	4.64	4.89	4.57	4.43	4.17	4.61	4.81	4.67	4.55	4.63
9	Soplado de Preformas	24.70	24.90	24.60	24.80	24.75	24.85	24.65	24.95	24.50	25.10	24.78
10	Inspección de botella	1.48	1.60	1.50	1.63	1.55	1.51	1.60	1.56	1.38	1.55	1.53
11	Traslado a Zona Llenado	18.89	19.17	19.10	18.72	18.96	19.12	19.74	19.70	19.55	19.29	3.14
12	Limpieza de Botella (x12)	14.07	13.39	13.94	13.89	13.84	14.18	14.44	14.13	13.97	14.25	14.01
13	Llenado de Bebida	15.12	15.17	15.52	14.40	15.31	14.32	15.47	15.12	15.55	15.48	15.15
14	Traslado de Tapas a Zona de Llenado	2.69	2.49	2.55	2.09	2.39	2.48	1.92	2.04	2.16	2.54	2.34
15	Preparación de Tapas	2.73	3.27	3.14	2.50	2.77	3.86	2.59	2.58	8.27	3.88	3.56
16	Enroscado	0.24	1.23	0.65	1.59	1.88	1.16	0.66	0.32	0.02	0.78	0.85
17	Empaquetado	14.08	13.64	13.63	13.95	13.65	13.72	13.76	13.75	13.69	14.09	13.80
18	Paletizado	21.58	21.96	21.05	21.41	21.08	21.84	21.37	21.13	20.94	21.21	21.36

Elaboración Propia

Como se puede observar, se han tomado los tiempos de traslado entre las operaciones más importantes y que representan un gran valor respecto a los demás con los que cuenta el proceso productivo. Sin embargo, estas serán incluidas en su operación consecuente, ya que por su naturaleza están enlazadas a estas y deben ser incluidas en sus tiempos impactando negativamente en su utilización. Esta agrupación se puede observar en la **tabla 53** donde se ha pintado de un mismo color las agrupaciones elegidas. Asimismo, se procedió a llevar los tiempos de minuto por lote a minutos por tanque, ya que esto permitirá medir de mejor forma los tiempos de traslado y a su vez se puede dar una mejor conclusión en base a los dos tanques con los que cuenta la empresa actualmente. Finalmente, en la tercera columna también se muestran los tiempos en segundos por paquete que toma el proceso productivo, representando un paquete a 12 botellas.

Tabla 53: Agrupación de Tiempos Cronometrados

ID	Operación	Tiempos [Min/Lote]	Tiempos [Min/Tanque]	Tiempos [Seg/Paquete]
1	Traslado a Zona de Mezclado	6.89	16.54	4.96
2	Pesado de concentrado	6.19	14.85	4.46
3	Dilución de Concentrado	720	1728	518
4	Mezclado del concentrado con jarabe	2.56	6.14	1.84
5	Enfriado de Mezcla			
6	Carbonizar			
7	Inspección de Mezcla	8.19	19.66	5.90
8	Traslado Zona de Soplado	4.63	11.12	3.34
9	Soplado de Preformas	24.78	59.47	17.84
10	Inspección de botella	1.53	3.67	1.10
11	Traslado a Zona Llenado	3.14	7.53	2.26
12	Limpieza de Botella	14.01	33.62	10.09
13	Llenado de Bebida	15.15	36.36	10.91
14	Traslado de Tapas a Zona de Llenado	2.34	5.62	1.69
15	Preparación de Tapas	3.56	8.54	2.56
16	Enroscado	0.85	2.04	0.61
17	Empaquetado	13.80	33.12	9.94
18	Paletizado [Cada 12 paquetes]	21.36	51.26	15.38

Elaboración Propia

4.3.2. Segundo Paso: Identificar la Restricción

Como segundo paso para TOC se procederá a identificar la restricción que limita la capacidad global del sistema. Con los tiempos previamente mencionados que representan los tiempos promedios para el consumo de un tanque con capacidad de 1200 L se procederá a realizar este análisis. No obstante, cabe mencionar que si bien es cierto que previamente ya se han identificado las operaciones en el DOP realizado en el anterior capítulo, se

consideró pertinente no incluir en el análisis la operación de **dilución del concentrado**, puesto que este es constante que no puede acelerarse debido a la naturaleza de la esta actividad lo cual lo hace muy predecible para un lote y supone un valor muy elevado de 12 horas que generaría confusiones al momento de realizar cualquier tipo de análisis. De este modo, eliminando el proceso de este paso se facilitará la tarea de evaluar los tiempos para un lote de productos estándar y que la identificación de la restricción no se vea afectada. Por otro lado, como se mencionó en el primer paso, se añadieron los tiempos de traslado a algunas operaciones, ya que suponen un gran impacto en el porcentaje de utilización de estas operaciones entre las que se encuentran las operaciones de pesado de concentrado, soplado de preformas, llenado de bebidas y preparación de tapas. Este resultado se puede observar en la **tabla 54**.

Tabla 54: Tabla de Tiempos Agrupados

ID	Operación	Tiempo [Min/Tanque]
1	Pesado de concentrado	31.39
2	Dilución de Concentrado	1728
3	Carbonizado	6.14
4	Inspección de Mezcla	19.66
5	Soplado de Preformas	70.59
6	Inspección de botella	3.67
7	Llenado de Bebida	77.51
8	Preparación de Tapas	16.20
9	Empaquetado	33.12
10	Paletizado	51.26

Elaboración Propia

Asimismo, cabe señalar que en la planta trabaja un turno de **9 am a 6 pm** que incluye 1 hora de almuerzo dando de este modo un total de 480 minutos de tiempo disponible al día. Además, se cuentan con dos máquinas llenadoras, una de menor capacidad para las botellas tanto de 500 ml como de 400 ml y otra con la capacidad de llenar 1.5 L y 3 L de las cuales se realizará un enfoque en las botellas de 500 ml por ser el producto que más se vende, y una sopladora de 3 cavidades automática. Con todo esto mencionado se empieza el análisis de los tiempos mencionados previamente resultado del promedio de una muestra de 10 toma de tiempos en la **tabla 55**. A su vez, se presenta el porcentaje de utilización de las mismas operaciones en la **figura 25**.

Tabla 55: Tiempos Estándar de la Elaboración de Botellas

Tiempos en minutos para un tanque								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pesado de concentrado	Carbonizado	Inspección de Mezcla	Soplado de Preformas	Inspección de botella	Llenado de Bebida	Preparación de Tapas	Empaquetado	Paletizado
31.39	6.14	19.66	70.59	3.67	77.51	16.20	33.12	51.26

Elaboración Propia

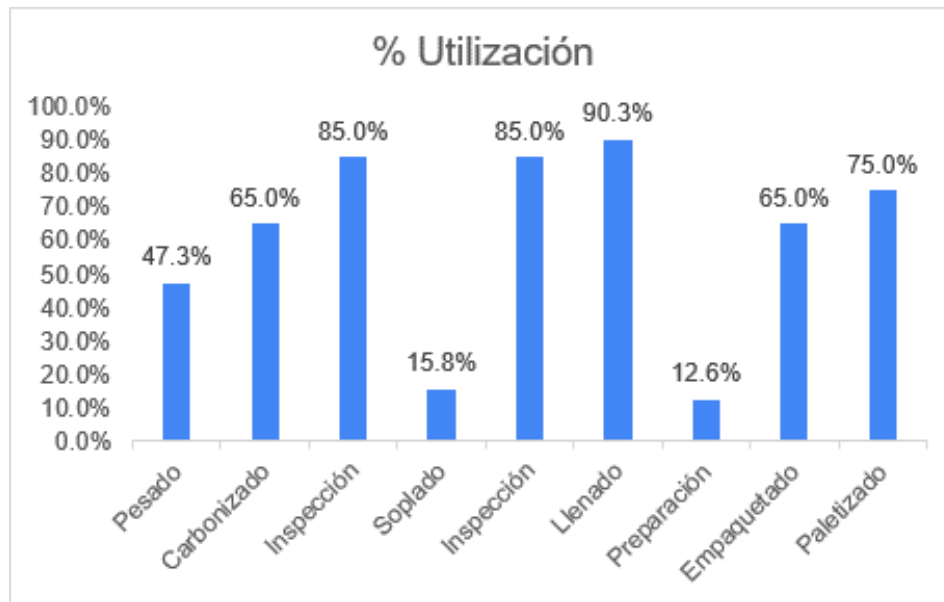


Figura 24: Utilización de las operaciones
Elaboración Propia

Con estos datos se puede analizar el cuello de botella existente en el sistema. Este análisis se puede hacer en base al tiempo disponible por día que serían 8 horas o 480 minutos y el tiempo que toma al sistema para acabar con 1 tanque en minutos que se observa en la **tabla 56** Con estos datos se puede hallar la capacidad que tiene en teoría la planta en términos de tanques. Para ello, se puede hacer un cálculo simple teniendo en cuenta que el turno diario, por ejemplo, para el caso de Llenado de Bebidas se puede realizar el siguiente cálculo multiplicando por un factor de 2 que representa a la cantidad de tanques que cuenta la fábrica actualmente:

$$2 \times \frac{8 \times 60}{77.51} = 6.19 \frac{\text{Tanques}}{\text{Día}}$$

Esto a su vez se puede traducir en una capacidad de botellas por día teniendo en cuenta que cada tanque tiene una capacidad de 1 200 L y a su vez cada lote que representa 1 000 botellas contiene 500 L.

$$6.19 \frac{\text{Tanques}}{\text{Día}} \times 1200 \frac{\text{L}}{\text{Tanque}} \times \frac{1}{500 \frac{\text{L}}{\text{Lote}}} \times 1000 \frac{\text{Botellas}}{\text{Lote}} = 29,722 \frac{\text{Botellas}}{\text{Día}}$$

Finalmente, del análisis se puede concluir que la etapa de **llenado de bebida** resulta ser la restricción principal del sistema, ya que tiene la **menor capacidad** y, por lo tanto, limita la producción total diaria. Con una sola máquina llenadora de 500ml/400ml, esta operación solamente es capaz de llegar a **29 722 botellas** por día si se consideran los dos tanques que pueden trabajar en paralelo, capacidad que se puede considerar muy inferior al resto de operaciones. Por otro lado, se puede observar que la utilización de esta operación es de las mayores con un **90,3%** y su siguiente actividad es la que menor % de utilización se cuenta con solamente un 12,6%. Con ello se demuestra que existe un poco margen de flexibilidad por lo que se debe considerar muy importante cualquier mejora a esta operación de modo que se supere esta barrera, ya que la situación actual impediría que la empresa pueda satisfacer o responder ante una demanda superior en escenarios o periodos en los que esta aumente como lo son los periodos de verano o en épocas de campaña navideña. Asimismo, es te desbalance genera acumulación de inventario en proceso entre las etapas de llenado y preparación de tapas,

incrementando los costos operativos y riesgos asociados al almacenamiento prolongado. Riesgo que a su vez se ve potenciado, debido a que no se tiene un buen control por parte de la empresa en temas de gestión de almacenamiento, por ejemplo, actualmente se extrae el inventario que se les sea más fácil retirar en vez del más antiguo lo que provoca incluso mayores pérdidas.

Tabla 56: Tabla de Análisis de Capacidad

Proceso	Minutos / Tanque	Capacidad de Tanque Diaria	Botellas por Día	Utilización
Pesado de concentrado	31.4	15.29	73,398	47.3%
Carbonizado	6.14	78.19	375,292	65.0%
Inspección de Mezcla	19.66	24.42	117,192	85.0%
Soplado de Preformas	70.59	6.80	32,638	15.8%
Inspección de botella	3.67	130.72	627,450	85.0%
Llenado de Bebida	77.51	6.19	29,722	90.3%
Preparación de Tapas	16.20	29.62	142,186	12.6%
Empaquetado	33.12	14.49	69,564	65.0%
Paletizado	51.26	9.36	44,942	75.0%

Elaboración Propia

4.3.3. Tercer Paso: Explotar la restricción

Como siguiente paso, se encuentra el plantear estrategias para aprovechar al máximo la restricción identificada, de modo que se pueda incrementar su rendimiento sin incurrir en grandes inversiones. En otras palabras, se buscará incrementar la capacidad efectiva del cuello de botella para intentar satisfacer la demanda actual, la cual es **23,472 botellas diarias** entre el producto de 500 y 400 mL.

Para lograr esto, se ha identificado que la ineficiencia radica principalmente

en los tiempos improductivos asociados al traslado de materiales. Por consiguiente, la estrategia de explotación se centrará en la minimización de estos tiempos muertos mediante dos acciones concretas:

1. La estandarización de procedimientos operativos y capacitación del personal.
2. La reconfiguración del flujo de trabajo mediante la herramienta de **Planeación Sistemática de la Distribución (PSD)**.

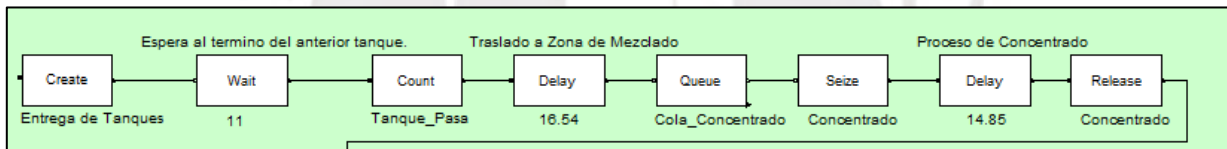
La aplicación del PSD permitirá optimizar la distribución de planta actual, reduciendo las distancias y tiempos de transporte que actualmente limitan al recurso restringido. Sin embargo, antes de implementar cambios físicos, es imperativo validar el escenario actual. Para ello, se utilizará el software de simulación Arena, el cual permitirá visualizar gráficamente el flujo, cuantificar el impacto del cuello de botella y establecer una línea base (As-Is) para el análisis posterior.

4.4. ARENA [Modelo As Is]

Como se planteó previamente, se procederá a implementar un modelo de ARENA que abarcará desde el mezclado de ingredientes principales hasta el paletizado del envasado final. Con ello, se busca identificar los cuellos de botella y determinar la capacidad real de proceso productivo actual. No obstante, cabe señalar que para mejorar la precisión se ha planteado que el proceso de elaboración de preformas y preparación de mezcla se desarrolle en paralelo y no en línea como previamente se ha planteado para determinar la capacidad usando TOC.

4.4.1. Simulación del Proceso de Concentrado

En este primer submodelo, que se puede observar en la **figura 26**, se simula la creación de tanques de concentrado. Los tanques son entregados al proceso mediante un bloque Create y luego se les asigna un tiempo de espera en el bloque Wait, dependiendo de la finalización del tanque anterior. Una vez listo, el tanque pasa por un bloque Count para registrar su paso, seguido de un retraso de 16.54 unidades de tiempo en el bloque Delay que representa el traslado a la zona de mezclado por tanque en minutos. El tanque espera en la cola Queue, antes de entrar en el proceso de Seize y Release con un retraso adicional de 14.85 unidades de tiempo, donde se completa el proceso de concentrado.



*Figura 25: Submodelo de Concentrado
Elaboración Propia*

4.4.2. Simulación del Proceso de Carbonatado

Continuando con este siguiente submodelo (**Figura 27**) el concentrado pasa a la zona de carbonatado, donde entra en una cola (bloque Queue). El proceso de carbonatado requiere que se capture un recurso correspondiente para después aplicarle un retraso de 6.14 minutos que representa la demora para carbonatar un tanque entero y luego se libere este recurso. Tras el proceso, el tanque espera a que haya botellas disponibles mediante el bloque Wait. Finalmente, se da una señal de inicio para el siguiente tanque y se registra su paso con un bloque Count como un tanque de mezclado finalizado.

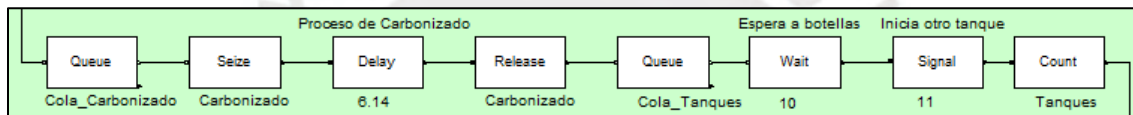
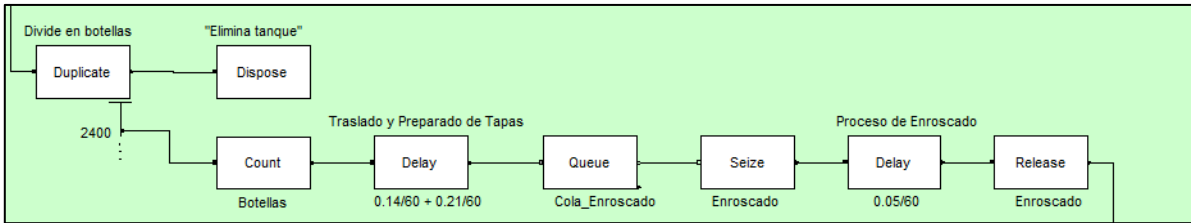


Figura 26: Submodelo de Carbonatado
Elaboración Propia

4.4.3. Simulación del Proceso de Enroscado

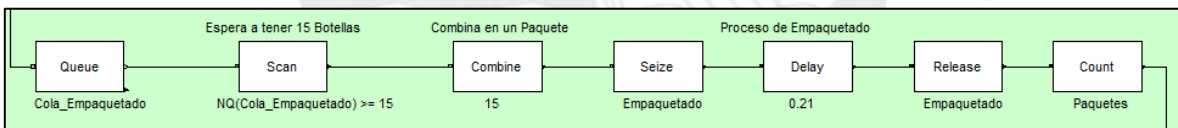
En el siguiente paso del modelo (**Figura 28**), el tanque se duplica en botellas mediante el bloque Duplicate para representar el lote en 2400 botellas. La entidad principal que es el tanque es desecha del modelo puesto que lo importante en este paso son las botellas que representa individualmente. Posterior a esto se encuentra un Count que permite contabilizar la cantidad de botellas que se producen al día. Del mismo modo, se asigna un Delay que representa el traslado y preparado de tapas por botella en minutos para luego empezar con el proceso de enroscado como tal donde se le asigna un tiempo por botella.



*Figura 27: Submodelo de Enroscado
Elaboración Propia*

4.4.4. Simulación del Proceso de Empaquetado

En esta parte del modelo las botellas pasan al proceso de empaquetado donde deben esperar a que se junten 15 unidades en una cola (Queue) mediante el bloque Scan que analiza la cantidad de botellas que se encuentran en la cola de empaquetado. Las botellas son combinadas en una sola entidad que representa un paquete mediante el bloque correspondiente (Combine), y pasan al proceso de empaquetado asignándole el recurso de empaquetado y el tiempo del proceso en minutos para un paquete como se aprecia en la **figura 29**.



*Figura 28: Submodelo de Empaquetado
Elaboración Propia*

4.4.5. Simulación del Proceso de Paletizado

Finalmente, los paquetes de botellas son llevados al área de paletizado, donde se espera a que se completen 192 paquetes antes de combinarlos en un palet mediante el mismo bloque empleado en el anterior proceso. Nuevamente se realiza el proceso de asignación del recurso correspondiente y el tiempo que toma el paletizado de un lote de 192 paquetes, completando así el proceso y registrando el número de palets (Count) como se aprecia en la **figura 30**.

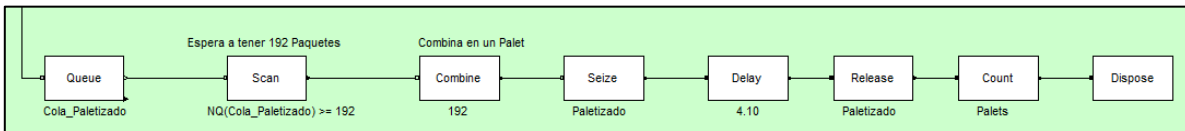


Figura 29: Submodelo de Paletizado
Elaboración Propia

4.4.6. Simulación del Proceso de Preformado y Llenado

El área de preformas y llenado es un proceso aparte que ocurre en paralelo a la elaboración del concentrado para los tanques. Este proceso comienza con la entrega de preformas (Create) y un retraso que representa el traslado a la zona de llenado seguido del inicio del proceso de limpieza con los tiempos adecuados en minutos por botella que toma la operación. Luego, las preformas pasan por un proceso de llenado para luego esperar a tener 2400 de estas, que representan la cantidad que hay en un tanque de 1200 L, para poder combinarlos en una sola entidad que enviará una señal para que el proceso de mezclado continúe con el enroscado correspondiente para cada botella. Asimismo, se ha asignado un Count para determinar la cantidad de botellas para tanques que se han realizado como se aprecia en la **figura 31**.

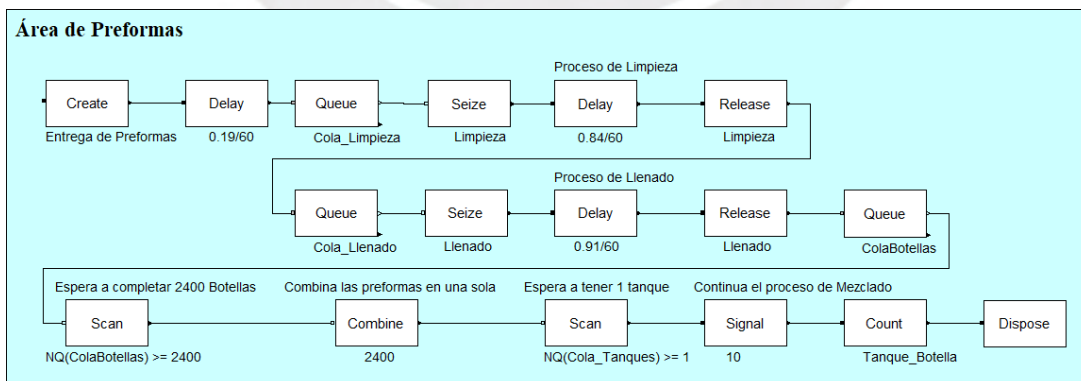


Figura 30: Submodelo Preformas y Llenado
Elaboración Propia

4.4.7. Resultados de la Simulación

En base al modelo planteado se obtuvieron los siguientes resultados para un Replicate o corrida de simulación de 8 horas:

- **Botellas procesadas:** Se procesaron 21600 botellas a lo largo de la simulación, lo cual es consistente con los resultados obtenidos en el TOC para satisfacer la demanda diaria.
- **Paquetes y Palets:** Se empaquetaron 1439 paquetes y se completaron 6 palets.
- **Tanques:** Respecto a la cantidad de tanques, se tiene que como tanques procesados completamente han pasado 9, quedando 1 a mitad de este.

De esta manera, se puede concluir que el proceso cumple con la producción que se ha establecido en el **TOC** previamente. Con respecto al cuello de botella, el número promedio de botellas en cola para el **proceso de llenado** es **759.51 unidades**, lo cual es un volumen alto en comparación con los otros procesos del sistema. Esta alta acumulación implica que el sistema no está fluyendo de manera uniforme gracias a esta operación. En otras palabras, el llenado es el paso que más restringe el avance de las botellas. Al acumularse en esta etapa, afecta los procesos posteriores como el enroscado y el empaquetado, limitando el número de productos terminados que pueden salir del sistema.

4.5. Localización

En este punto, se realizará un análisis detallado para demostrar que la ubicación

actual de la empresa en el distrito de **La Victoria** de la provincia de **Chiclayo** en el departamento de **Lambayeque** es la opción más adecuada. Para ello, se evaluarán diversos factores, tanto a un nivel más general como lo es el de macrolocalización como a nivel más específico dentro de la región previamente establecida en un análisis denominado microlocalización.

4.5.1. Macrolocalización

En este apartado de macrolocalización, se va a asumir que la planta debe estar ubicada en el departamento de Lambayeque por motivos de cercanía a los principales gerentes y dueños de la empresa que ven muy importante este aspecto. De esta manera, se evaluará si la provincia seleccionada, Chiclayo, fue la mejor opción o si es posible que alguna de las demás fue una mejor alternativa. Para ello, se deben mencionar las provincias que constituyen al departamento además de la ya mencionada son Ferreñafe y Lambayeque, para una ayuda visual se puede apreciar la **figura 32**.



Figura 31: Provincias de Lambayeque

Fuente: <https://goo.su/maDOxk>

En este caso se procedió a utilizar el método cualitativo el cual se realiza por

medio de una matriz de comparaciones pareadas en base a factores subjetivos pertinentes dado la naturaleza de las necesidades de una empresa embotelladora los cuales se pueden apreciar en la **tabla 57**.

Tabla 57: Factores de Macro Localización

Identificador	Descripción
A	Vías de comunicación
B	Población Total
C	Seguridad
D	Índice de Pobreza

Elaboración Propia

Para los factores establecidos se procedió a realizar la siguiente matriz de comparación pareada que se puede observar en la **tabla 58** donde se obtienen los pesos para el respectivo análisis posterior. Cabe mencionar que en la tabla un 1 representa que el factor es más importante con el que se le está comparando; así mismo, cuando hay dos factores con el mismo valor se da a entender que tienen el mismo nivel de importancia.

Tabla 58: Matriz de comparaciones pareadas de factores de Macrolocalización

Factor	1	2	3	4	5	6	Suma Pref	Índice Wj
A	1	1	1				3	42.9%
B	0			1	1		2	28.6%
C		0		0		1	1	14.3%
D			0		1	0	1	14.3%
Total							7	1

Elaboración Propia

- **A: Vías de Comunicación:**

En este caso para las vías de comunicación o red vial se tendrá en cuenta los km de extensión que se cuenta de la misma en cada provincia. Este factor es importante ya que representa una buena red de comunicación importante para la logística de la planta. En este caso para la provincia de Lambayeque se cuenta con 824,56 km, para la de

Ferreñafe 384,28 km y finalmente para la de Chiclayo se cuenta con un total de 881,99 km (Provías Descentralizado, 2010).

- **B: Población Total:**

Este factor se basa directamente en la población que tiene cada una de las provincias. Esto con el objetivo de seleccionar la que cuente con la mayor cantidad de público al cual poder llegar con las bebidas gasificadas. En este caso según el INEI en un censo realizado en el 2017, Lambayeque tenía una población total de 1 197 260. En este caso Chiclayo contaba con cerca de 799 675 habitantes lo cual representa cerca del 66,8% de la población total del departamento. Las demás provincias, Lambayeque y Ferreñafe, contaban con tan solo 300 170 y 97 415 habitantes respectivamente.

- **C: Seguridad:**

Para analizar este factor se analizarán las denuncias registradas por comisión de delitos contra la vida, el cuerpo y la salud en las provincias mencionadas previamente. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (s.f.) que presenta información sobre denuncias por comisión de delitos contra la vida, para el 2017 la provincia de Chiclayo tuvo un total de 2 128 denuncias mientras que Lambayeque tuvo un total de 627 denuncias. Por el lado de Ferreñafe no se tiene un registro claro; sin embargo, se puede suponer que al no contar con un índice muy alto de este tipo de denuncias no entro en el análisis

propuesto por la entidad encargada. Por ello, se le considerará como el mejor en términos de seguridad respecto a las demás provincias.

- **D: Índice de Pobreza:**

Para evaluar este indicador se utilizará el porcentaje de pobreza que representa cada una de las provincias de la región buscando en este caso la que resalte por tener el que tenga menor pobreza, de modo que impulse la compra de materia prima y venta de los de los productos en la zona local. Para ello se tiene que Chiclayo representa un aproximado de media de 12,4% de la población total siendo el que menor índice tiene respecto a los demás. Por otro lado, Lambayeque y Ferreñafe cuentan con un índice de 33,85% y 45,75% respectivamente (Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa [SINEACE], 2021). Visualmente, se puede apreciar en la **Figura 33.**

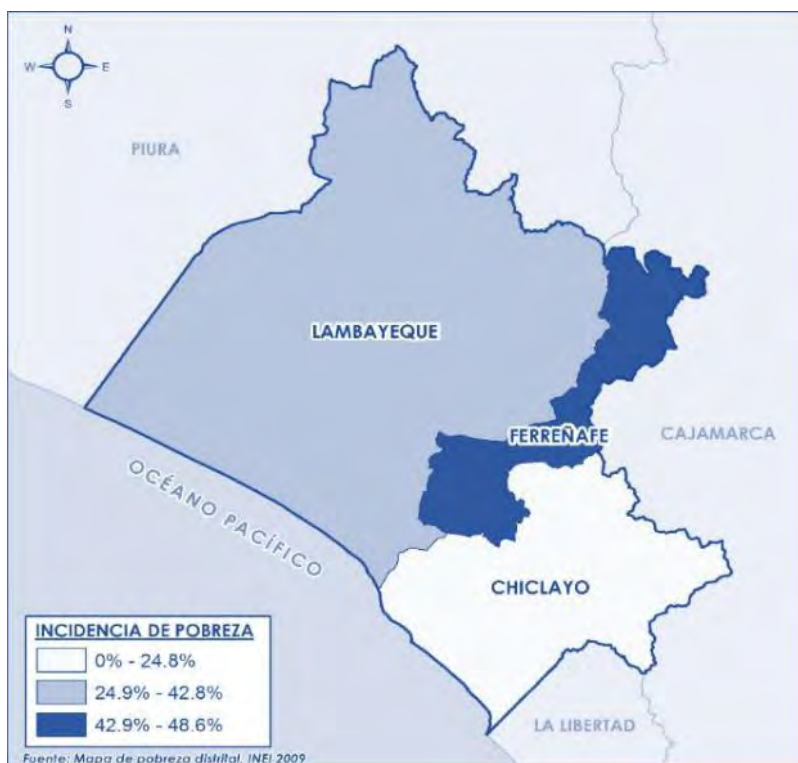


Figura 32: Índice de pobreza por provincia en Lambayeque

Fuente: <https://goo.su/wT6CzB>

Teniendo en cuenta todo lo mencionado previamente y siguiendo la escala de 3 como el que indica que se trata de la mejor propuesta, un 2 como el punto intermedio y un 1 como la peor propuesta respecto al factor analizado. El resultado de este análisis se puede observar en la **tabla 59**. De esta manera, se concluye que Chiclayo resulta ser la mejor opción entre las 3 provincias.

Tabla 59: Matriz de ponderación macro localización

Factor	Ponderación	Chiclayo		Lambayeque		Ferreñafe	
		Clasificación	Puntaje	Clasificación	Puntaje	Clasificación	Puntaje
A	42.9%	3	1.29	2	0.86	1	0.43
B	28.6%	3	1.29	2	0.86	1	0.43
C	14.3%	1	0.43	2	0.86	3	1.29
D	14.3%	3	1.29	2	0.86	1	0.43
Total			4.29	Total	3.43	Total	2.57

Elaboración Propia

4.5.2. Microlocalización

Una vez determinado que la provincia óptima es la de Chiclayo, ahora se

procederá a analizar si es distrito seleccionado, La Victoria, fue la mejor opción frente a dos de los distritos aledaños que, junto al mencionado, representan la mayor parte de la población de la provincia. En este caso los seleccionados serán **José Leonardo Ortiz y Chiclayo**.

Para este caso los factores para tener en cuenta en el método cualitativo serán los que se pueden ver codificados en la tabla 60.

Tabla 60: Factores de Micro Localización

Identificador	Descripción
A	Suministro de Agua
B	Seguridad
C	Vías de Acceso
D	Costo del terreno

Elaboración propia

De la misma manera que se trabajaron los factores de macrolocalización, se procedió a realizar una tabla de comparaciones pareadas de los factores de microlocalización. Este resultado se puede observar en la tabla 61 con los respectivos pesos resultantes para cada factor.

Tabla 61: Matriz de comparaciones pareadas de factores de Microlocalización

Factor	1	2	3	4	5	6	Suma Pref	Índice Wj
A	1	1	1				3	37.5%
B	1			1	0		2	25.0%
C		0		0		1	1	12.5%
D			0		1	1	2	25.0%
Total							8	1

Elaboración propia

- **A: Suministro de Agua**

Este factor es de los más importantes a la hora de evaluar los distritos, ya que representan la materia prima más importante en el caso de bebidas de cualquier tipo; es decir, es esencial para inicio de las actividades de producción.

- **B: Seguridad**

Nuevamente este factor será de vital importancia al momento de elegir el distrito donde se debería ubicar la fábrica. Para ello, se evaluarán los distritos en base a la reincidencia de crímenes que se han registrado en el 2017 contra la seguridad pública según el Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (s.f.). Esta lista la encabeza José Leonardo Ortiz con un total de 1,265 casos, mientras que Chiclayo registró un total de 958 casos. Por el lado de la Victoria, no entró en la lista por lo que se puede suponer que es el distrito más seguro entre todos los mencionados.

- **C: Vías de Acceso**

En este punto se evaluará que cada distrito tenga facilidades en el acceso del transporte para poder llevar el producto terminado hacia los distintos clientes que estarán ubicados hacia el sur de la provincia.

- **D: Costo del Terreno**

Otro factor que influirá de manera directa en la decisión de la localización del proyecto será el costo del terreno de las posibles zonas de ubicación de la planta. En este caso se evalúa cuánto fue el costo de la fábrica actual con los precios promedio que se encuentran en la actualidad en los otros dos distritos de Chiclayo.

Con los factores ya establecidos y ponderados junto a la misma escala usada en la etapa de macrolocalización, se obtiene el resultado que se puede observar en la **tabla 62**. Este resultado confirma que la localización actual de la planta

(Antenor Orrego 1880, La Victoria) es la mejor en comparación al análisis realizado con las demás provincias y distritos más relevantes de Chiclayo en términos de cantidad de habitantes y comercios.

Tabla 62: Matriz de ponderación micro localización

Factor	Ponderación	José Leonardo Ortiz		Chiclayo		La Victoria	
		Clasificación	Puntaje	Clasificación	Puntaje	Clasificación	Puntaje
A	37.5%	3	1.13	1	0.38	2	0.75
B	25.0%	2	0.75	1	0.38	3	1.13
C	12.5%	1	0.38	2	0.75	3	1.13
D	25.0%	2	0.75	1	0.38	3	1.13
		Total	3.00	Total	1.88	Total	4.13

Elaboración Propia

4.6. Planeación Sistemática de la Distribución [PSD]

Como ya se expuso antes, el Planeamiento Sistemático de la Distribución (PSD) es un enfoque estructurado que permitirá analizar, diseñar y optimizar la distribución física de las instalaciones. Este método tiene como objetivo principal que al finalizar la metodología se maximice la eficiencia operativa y minimice los costos relacionados con el manejo de materiales, transporte interno y espacio disponible.

Para ello, en este capítulo, se iniciará con los aspectos fundamentales aplicados a la situación actual de la embotelladora; es decir, herramientas que ya se han presentado en capítulos previos pero que tienen relación con la metodología PSD, entre estas están el DOP, el DAP y el Diagrama de Recorrido. Luego de estas se aplicará en sí la metodología para llegar a la mejor distribución posible.

4.6.1. Análisis de Flujo

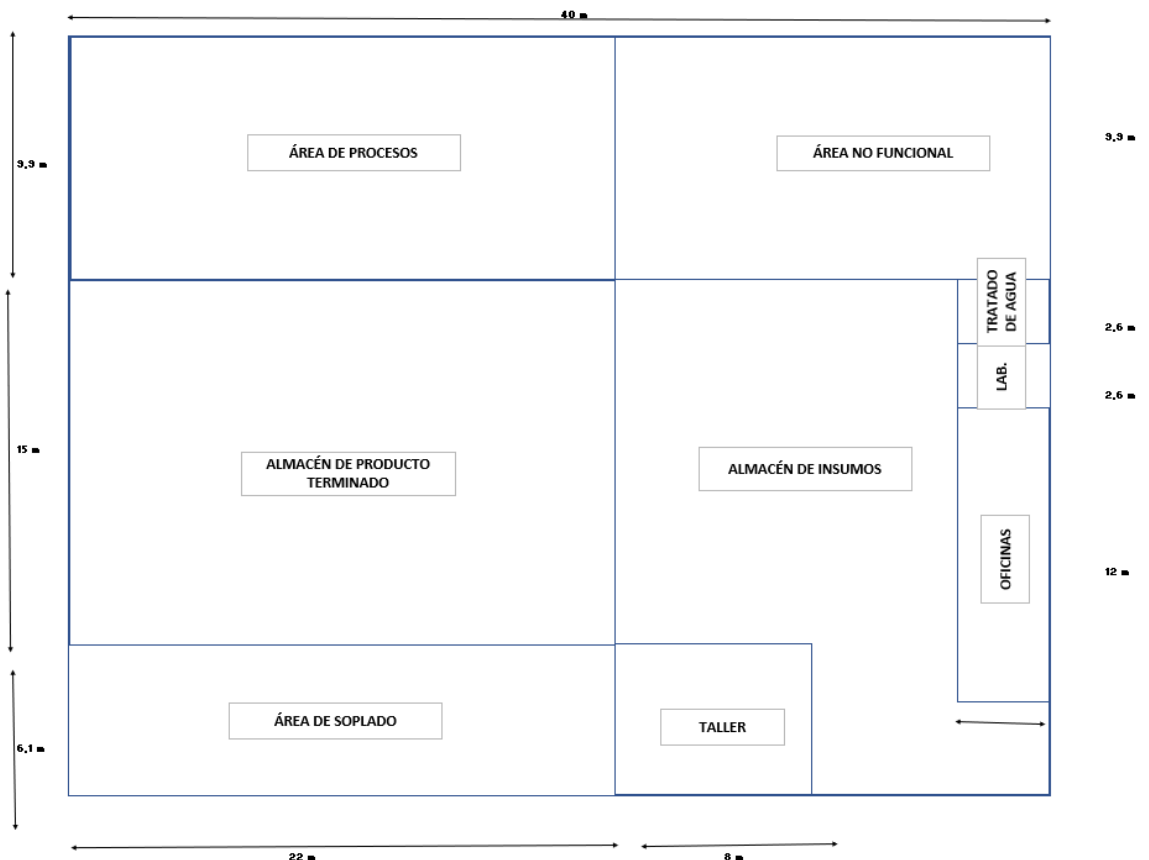
El análisis de flujo realizado en el capítulo 2, permitió mapear y evaluar el ingreso de los materiales, la secuencia de las operaciones y la cantidad de personas involucradas, identificando ineficiencias clave en el sistema. Para ello se utilizaron las herramientas DOP y el DAP que se pueden observar en

la figura 12 y figura 13 respectivamente lo cual permitió tener una vista integral del proceso.

A partir del análisis, se evidenciaron diversas áreas críticas a primera vista. En primer lugar, se identificaron cuellos de botella generados principalmente por la cantidad de traslados de materia prima y producto en proceso. Acompañado con lo obtenido en el punto de Balance de Línea en TOC, también se detectaron desbalances significativos en las operaciones, donde ciertos procesos muestran tiempos desproporcionados que afectan la sincronización general. Atribuidos nuevamente en mayor parte a los movimientos que existen entre las diferentes áreas lo cual genera poca utilización en los diferentes procesos. En el próximo punto, se presentará el Diagrama de Recorrido Mejorado, que incorpora ajustes visuales para reflejar con mayor precisión la disposición actual del sistema donde se verá claramente la dimensión de los traslados actuales.

4.6.2. Plano de la planta actual

En este punto se presenta de forma más precisa y con mejor detalle las áreas presentes en la planta actual. Este plano se puede apreciar en la **figura 34**.



*Figura 33: Plano de planta actual
Elaboración propia*

4.6.3. Tabla Relacional de Actividades [TRA]

Esta etapa constituye un paso fundamental dentro de la metodología PSD, ya que permite analizar las relaciones entre las distintas áreas del sistema en función de su proximidad y dependencia operativa. Para poder iniciar se requiere de una correcta identificación de todas las actividades que se llevan a cabo, lo cual ya se obtuvo en los dos pasos previos. De esta forma, se tienen un total de 9 áreas que se pueden observar en la **tabla 63** con su respectivo identificador.

Tabla 63: Áreas de la fábrica

Identificador	Descripción
A1	Oficinas
A2	Área de tratado de agua

A3	Área no funcional
A4	Área de procesos
A5	Área de laboratorio
A6	Área de soplado
A7	Taller
A8	Almacenamiento Producto Terminado
A9	Almacenamiento de Insumos

Elaboración propia

Con ellas se procederá a elaborar el TRA usando los siguientes factores de proximidad que se observan en la **tabla 64** a mayor detalle.

Tabla 64: Relaciones de Proximidad

Valor	Proximidad
A	Absolutamente necesaria cercanía
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinaria
U	Ulterior o Sin importancia
X	Excluyente o No deseable

Elaboración propia

Cabe mencionar, que la cantidad de relaciones existentes se pueden hallar mediante la aplicación de la fórmula que se puede apreciar en la siguiente ecuación:

$$\text{Número de Relaciones} = \frac{N \times (N - 1)}{2}$$

Siendo N la cantidad de áreas que ya han sido mencionadas previamente; es decir, un total de 9 áreas da como resultado un número total de relaciones de 36. Además, se siguió la siguiente proporción que se aprecia en la **tabla 65** para determinar las relaciones entre las distintas áreas:

Tabla 65: *Número de Relaciones según su valor*

#Re A	<= 5%	1.8	1
#Re E	<= 10%	3.6	3
#Re I	<= 15%	5.4	5
#Re O	<= 20%	7.2	7
#Re U	>= 50%	-	20
	100%		36

Elaboración propia

Con la distribución planteada se procedió a realizar el TRA de letras para todas las áreas mencionadas anteriormente con su letra identificadora respectiva. El resultado se puede apreciar en la **figura 35**. Cabe mencionar que solamente una de las áreas tiene una relación X con otra. Esta es el área de producción y oficinas. El motivo de esta se debe a que la primera área ocasiona demasiado ruido y olores que podría llegar a afectar a los empleados que se encuentran dentro del área administrativa. A su vez, se puede resaltar que la relación más fuerte entre áreas se encuentra entre el área productiva y tratado de agua, ya que es el área que produce el insumo principal para la producción de las bebidas gasificadas.

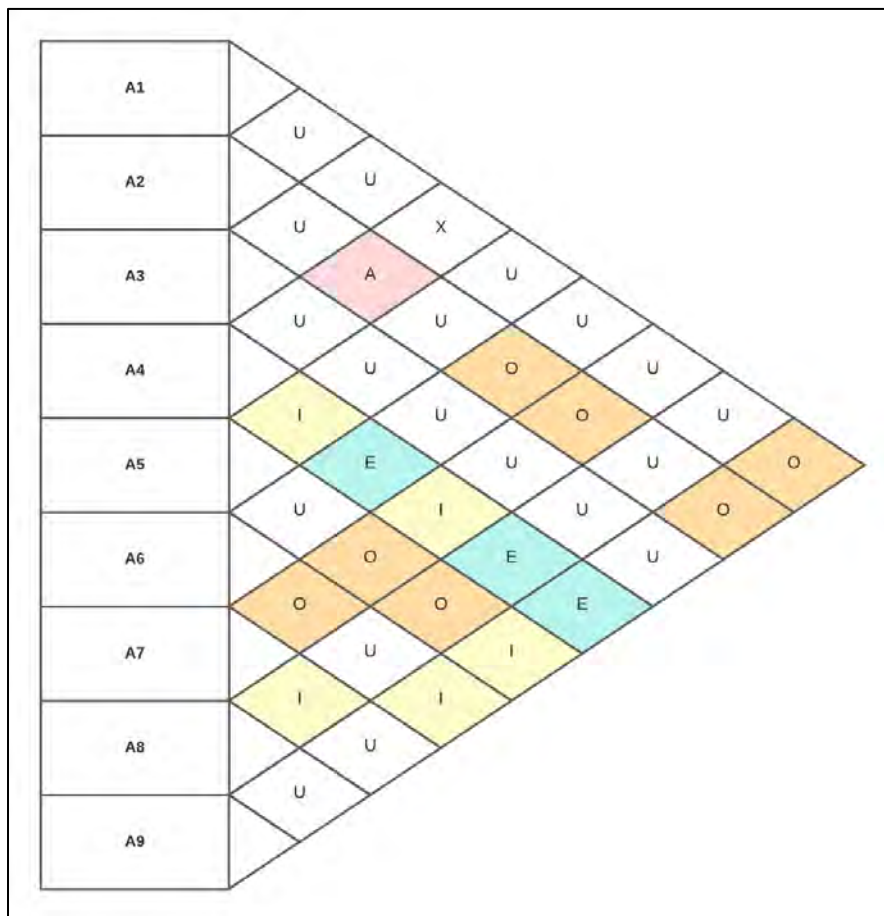


Figura 34: TRA de letras
Elaboración propia

4.6.4. Diagrama Relacional de Actividades [DRA]

Con el TRA realizado previamente, se puede realizar el Diagrama Relacional de Actividades o DRA que permitirá observar de forma gráfica una aproximación de la distribución idea teniendo en cuenta las relaciones planteadas previamente. Para ello se tiene la tabla resumen número 66 donde se menciona tanto el color y el número de líneas que se utilizara para graficarlo.

Tabla 66: Resumen de relaciones de TRA

Calificación	Color	Número de Líneas	Relación de Actividades
A	Rojo	4	(A2, A4)
E	Azul	3	(A4, A6) (A4, A8) (A4, A9)
I	Verde	2	(A4, A5) (A4, A7) (A5, A9) (A6, A9) (A7, A8)

O	Morado	1	(A5, A7) (A5, A8) (A6, A7) (A2, A6) (A2, A7) (A2, A9) (A1, A9)
U	-	-	-
X	Negro	Zigzag	(A1, A3)

Elaboración propia

4.6.5. Layout de Bloques Unitarios [LBU]

Con el TRA y las consideraciones mencionadas en el DRA, se pueden generar propuestas utilizando, para este caso, el método de Francis.

Como primer paso se procedió a realizar el TRA extendido al cual se le hará ponderación en base a las relaciones entre cada una de las áreas con la finalidad de obtener el Ratio Total o RCT de cada una de estas, de modo que se pueda generar una secuencia óptima para asignar cada una ellas cuando se diseñen las propuestas. Para ello, se utilizan los puntajes que se pueden observar en la **tabla 67** dependiendo del tipo de relación que tenga el área con otra. El resultado final de la ponderación se puede observar en la **tabla 68**.

Tabla 67: Puntaje según Tipo de Relación

Tipo Relación	Puntaje
A	10000
E	1000
I	100
O	10
U	0
X	10000

Elaboración propia

Tabla 68: TRA Extendido y ponderado

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	E	I	O	U	X	RCT
1		U	U	X	U	U	U	U	O	0	0	0	1	6	1	10,010
2	U		U	A	U	O	O	U	O	1	0	0	3	4	0	10,030
3	U	U		U	U	U	U	U	U	0	0	0	0	8	0	0
4	X	A	U		I	E	I	E	E	1	3	2	0	1	1	23,200
5	U	U	U	I		U	O	O	I	0	0	2	2	4	0	220
6	U	O	U	E	U		O	U	I	0	1	1	2	4	0	1,120
7	U	O	U	I	O	O		I	U	0	0	2	3	3	0	230
8	U	U	U	E	O	U	I		U	0	1	1	1	5	0	1,110
9	O	O	U	E	I	I	U	U		0	1	2	2	3	0	1,220

Elaboración propia

Con este análisis se obtuvo la siguiente secuencia que se puede observar en la **tabla 69** para la elaboración del LBU por el método mencionado previamente.

El motivo detrás de la asignación de cada uno de estos también se encuentra en la tabla.

Tabla 69: Secuencia de Áreas para el LBU

Secuencia	Motivo
4	Mayor RCT.
2	Relación tipo A con 4.
9	Relación tipo E con 4 y mayor RCT que 8 y 6.
8	Relación tipo E con 4 y mayor RCT que 6.
6	Relación tipo E con 4.
7	Relación tipo I con 4 y mayor RCT que 5.
5	Relación tipo I con 4.
1	Relación tipo X con 4.
3	Menor RCT

Elaboración propia

Finalmente, con el orden propuesto se procedió a elaborar la alternativa óptima de la planta. El paso a paso de la metodología Francis se puede observar en el anexo 10. Con ello, el nuevo esquema final tras estas iteraciones se puede apreciar en la **figura 36**. Cabe mencionar, que el área 3 que representa el área no funcional se deja fuera del análisis, ya que este espacio puede ser usado posteriormente por cualquier otra área que lo requiera o para la creación de una nueva área que mejore de alguna manera la eficiencia operativa o el ambiente laboral.



Figura 35: LBU por Método de Francis
Elaboración propia

Asimismo, como otra propuesta, en un inicio se desarrolló en LBU por medio

del método tradicional. El diagrama resultante, teniendo en cuenta la tabla 66 como leyenda, se puede observar en la **figura 37**. Esta opción se descartó para el propósito de evaluar la simulación To-Be, pero se desarrolló para mostrar la diferencia que existe con el método que involucra un algoritmo robusto.

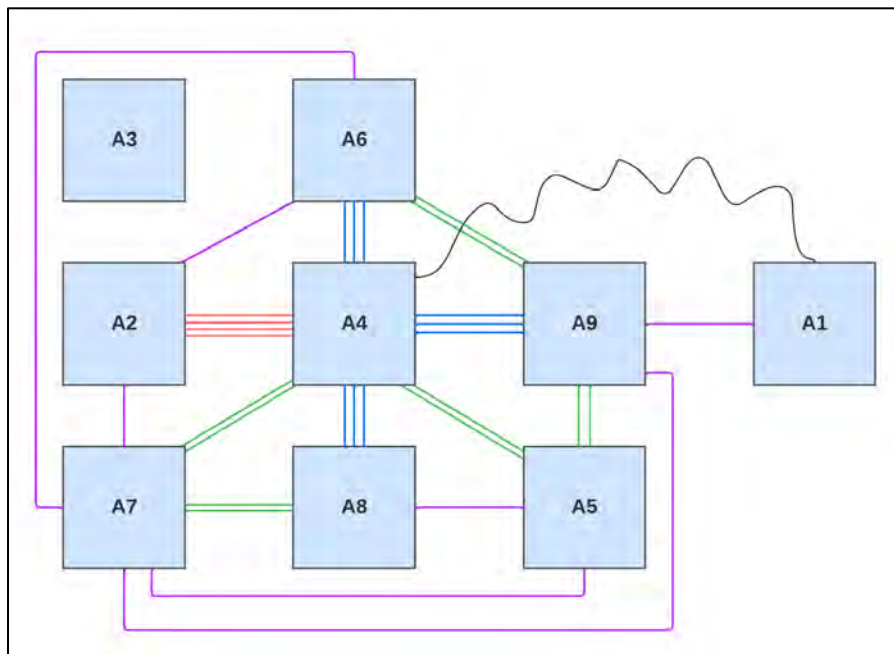


Figura 36: Diagrama Relacional de Actividades por método tradicional
Elaboración propia

4.6.6. Dimensionamiento de Áreas [Guerchet]

El método de Guerchet es un método que se centra en el estudio de combinaciones y distribuciones, permitiendo modelar escenarios en los que es necesario asignar elementos de un conjunto a diferentes categorías bajo ciertas restricciones. Su relevancia radica en su capacidad para simplificar cálculos complejos y ofrecer soluciones prácticas en áreas como probabilidad, estadística y análisis de operaciones. En este desarrollo, exploraremos los fundamentos teóricos del método, su aplicación paso a paso y ejemplos prácticos que faciliten su comprensión como se ve en la **Tabla 70 a la 85**.

Asimismo, respecto al K, en cada área se determinó mediante la fórmula descrita en la siguiente fórmula:

$$k = 0.5 \cdot \frac{hEM}{hEF}$$

hEM = Altura promedio ponderada de los elementos móviles
hEF = Altura promedio ponderada de los elementos fijos o estáticos

Tabla 70: Guerchet en Área de Procesos

ELEMENTO	CANTIDAD	N DE LADOS	LARGO	ANCHO	ALTURA	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE	VOLUMEN	Ss + Sg	K	SUPERFICIE	SUPERFICIE
	n	N	L (m)	A (m)	H (m)	Ss	Área * n	Sg = Ss * N	Área Total *			Se = K * (Ss +	ST = (Ss + Sg
FIJOS	Carbonatado	1	3	1.7	0.9	2.2	1.53	1.53	4.59	3.366	6.12	2.61	8.73
	Llenadora	1	4	2.9	2.2	2	6.38	6.38	25.52	12.76	31.9	13.63	45.53
	Etiquetadora	1	3	1.05	1	2.07	1.05	1.05	3.15	2.1735	4.2	1.79	5.99
	Sistema de	1	4	0.72	1.06	1.95	0.7632	0.7632	3.0528	1.48824	3.816	1.63	5.45
	Faja	1	2	1.45	0.12	0.9	0.174	0.174	0.348	0.1566	0.522	0.22	0.74
	Transportadora	1	2	2.45	0.12	1.46	0.294	0.294	0.588	0.42924	0.882	0.38	1.26
	Envolvedora	1	4	2.45	2.9	1.88	7.105	7.105	28.42	13.3574	35.525	15.17	50.70
	Horno y	1	3	1.61	0.95	3.03	1.5295	1.5295	4.5885	4.634385	6.118	2.61	8.73
	Fechador laser	1	2	8.2	0.46	1.4	3.772	3.772	7.544	5.2808	11.316	4.83	16.15
MÓVILES	Operarios	7		0.5	0.5	1.65	0.5	3.5	0	5.775	0.5		
													143.28

Elaboración propia

Tabla 71: Área propuesta en Área de Procesos

L (m)	A (m)	AREA TOTAL
22	7	154

Elaboración propia

Tabla 72: Guerchet en Área de Soplado

ELEMENTO	CANTIDAD	N DE LADOS	LARGO	ANCHO	ALTURA	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE	VOLUMEN	Ss + Sg	K	SUPERFICIE	SUPERFICIE	
	n	N	L (m)	A (m)	H (m)	Ss	Área * n	Sg = Ss * N	Área Total *			Se = K * (Ss +	ST = (Ss + Sg	
FIJOS	Sopladora Semi	1	4	1.3	2.2	2.86	2.86	11.44	5.863	14.3	0.45	6.11	20.41	
	Faja que	1	3	0.4	1.22	1.9	0.488	1.464	0.9272	1.952		0.83	2.79	
	Embudo de	1	3	1.05	1.05	1.2	1.1025	1.1025	3.3075	1.323		4.41	1.88	6.29
	Sistema de	1	4	0.72	1.06	1.95	0.7632	0.7632	3.0528	1.48824		3.816	1.63	5.45
MÓVILES	Operarios	2		0.5	0.5	1.65	0.5	1	1.65	0.5				
													34.93	

Elaboración propia

Tabla 73: Área propuesta en Área de Soplado

L (m)	A (m)	AREA TOTAL
10	4	40

Elaboración propia

Tabla 74: Guerchet en Almacén de Producto Terminado

ELEMENTO	CANTIDAD	N DE LADOS	LARGO	ANCHO	ALTURA	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE	VOLUMEN	Ss + Sg	K	SUPERFICIE	SUPERFICIE
	n	N	L (m)	A (m)	H (m)	Ss	Área * n	Sg = Ss * N	Área Total *			Se = K * (Ss +	ST = (Ss + Sg
FIJOS	Montacargas	1	4	1.6	0.9	2.09	1.44	1.44	5.76	3.0096	7.2	3.08	10.28
	Traspaletas	3	4	1.24	0.54	1.5	0.6696	2.0088	2.6784	3.0132	3.348	1.43	14.33
	Pallets	30	4	1.2	0.8	0.15	0.96	28.8	3.84	4.32	4.8	2.05	205.51
MÓVILES	Operarios	3		0.5	0.5	1.65	1.5	0	2.475	0.5			
													230.12

Elaboración propia

Tabla 75: Área propuesta en Almacén de Producto Terminado

L (m)	A (m)	AREA TOTAL
-------	-------	------------

8	30	240
---	----	-----

Elaboración propia

Tabla 76: Guerchet en Almacén de insumos

	ELEMENTO	CANTIDAD n	N DE LADOS N	LARGO L (m)	ANCHO A (m)	ALTURA H (m)	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE	VOLUMEN	Ss + Sg	K	SUPERFICIE	SUPERFICIE
							Ss	Área * n	Sg = Ss * N	Área Total *			Se = K * (Ss +	ST = (Ss + Sg
FIJOS	Montacargas	1	4	1.6	0.9	2.09	1.44	1.44	5.76	3.0096	7.2	1.80	3.08	10.28
	Traspaletas	3	4	1.24	0.54	1.5	0.6596	2.0088	2.6784	3.0132	3.348		1.43	14.33
	Pallets	15	4	1.2	0.8	0.15	0.96	14.4	3.84	2.16	4.8		2.05	102.75
MÓVILES	Operarios	3		0.5	0.5	1.65	0.5	1.5	0	2.475	0.5			127.36

Elaboración propia

Tabla 77: Área propuesta en Almacén de insumos

L (m)	A (m)	AREA TOTAL
10	15	150

Elaboración propia

Tabla 78: Guerchet en Laboratorio

	ELEMENTO	CANTIDAD n	N DE LADOS N	LARGO L (m)	ANCHO A (m)	ALTURA H (m)	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE	VOLUMEN	Ss + Sg	K	SUPERFICIE	SUPERFICIE
							Ss	Área * n	Sg = Ss * N	Área Total *			Se = K * (Ss +	ST = (Ss + Sg
FIJOS	Mesas	4	1	1.5	1	0.9	1.5	6	1.5	5.4	3	0.92	1.28	17.13
MÓVILES	Operarios	2		0.5	0.5	1.65	0.25	0.5	0	0.825	0.25			17.13

Elaboración propia

Tabla 79: Área propuesta en Laboratorio

L (m)	A (m)	AREA TOTAL
5	4	20

Elaboración propia

Tabla 80: Guerchet en Tratado de Agua

	ELEMENTO	CANTIDAD n	N DE LADOS N	LARGO L (m)	ANCHO A (m)	ALTURA H (m)	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE	VOLUMEN	Ss + Sg	K	SUPERFICIE	SUPERFICIE
							Ss	Área * n	Sg = Ss * N	Área Total *			Se = K * (Ss +	ST = (Ss + Sg
FIJOS	Tanque	1	3	3.5	3.5	3	12.25	12.25	36.75	36.75	49	0.28	20.93	69.93
MÓVILES	Operarios	1		5	0.5	1.65	0.5	0.5	0	0.825	0.5			69.93

Elaboración propia

Tabla 81: Área propuesta en Tratado de Agua

L (m)	A (m)	AREA TOTAL
10	7	70

Elaboración propia

Tabla 82: Guerchet en Taller

	ELEMENTO	CANTIDAD n	N DE LADOS N	LARGO L (m)	ANCHO A (m)	ALTURA H (m)	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE	VOLUMEN	Ss + Sg	K	SUPERFICIE	SUPERFICIE
							Ss	Área * n	Sg = Ss * N	Área Total *			Se = K * (Ss +	ST = (Ss + Sg
FIJOS	Mesa de	5	1	1.5	1	0.9	1.5	7.5	1.5	6.75	3	0.92	1.28	21.41
MÓVILES	Operarios	2		0.5	0.5	1.65	0.25	0.5	0	0.825	0.25			21.41

Elaboración propia

Tabla 83: Área propuesta en Taller

L (m)	A (m)	AREA TOTAL
6	4	24

Elaboración propia

Tabla 84: Guerchet en Oficinas

	ELEMENTO	CANTIDAD	N DE LADOS	LARGO	ANCHO	ALTURA	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE	VOLUMEN	Ss + Sg	K	SUPERFICIE	SUPERFICIE
		n	N	L (m)	A (m)	H (m)	Ss	Área * n	Sg = Ss * N	Área Total *			Se = K * (Ss + Sg)	ST = (Ss + Sg)
FIJOS	Mesas	3	1	1.5	1	0.9	1.5	4.5	1.5	4.05	3	0.92	1.28	12.84
MÓVILES	Operarios	2		0.5	0.5	1.65	0.25	0.5	0	0.825	0.25			12.84

Elaboración propia

Tabla 85: Área propuesta en Oficina

L (m)	A (m)	AREA TOTAL
5	4	20

Elaboración propia

4.6.7. Diagrama Relacional de Espacios [DRE]

Con las nuevas dimensiones halladas para cada una de las áreas junto a su longitud y ancho, se pudo elaborar el DRE respectivo en base al LBU desarrollado dos puntos atrás. Con ello se obtuvo el siguiente diagrama que se puede observar en la **figura 38**. Cabe mencionar que el laboratorio no podía ingresar dentro de la posición recomendada por el LBU; no obstante, se colocó en una ubicación que fuera pertinente y cercana a la sugerida por el diagrama mencionado previamente.

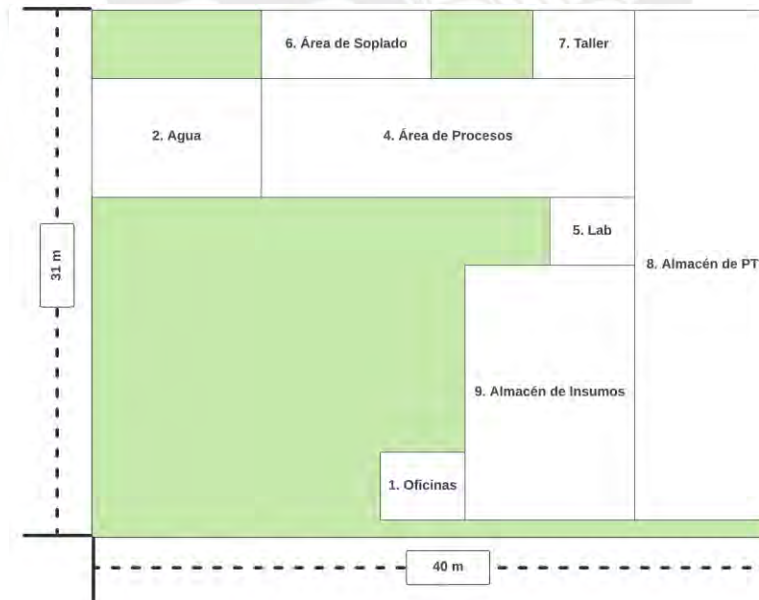
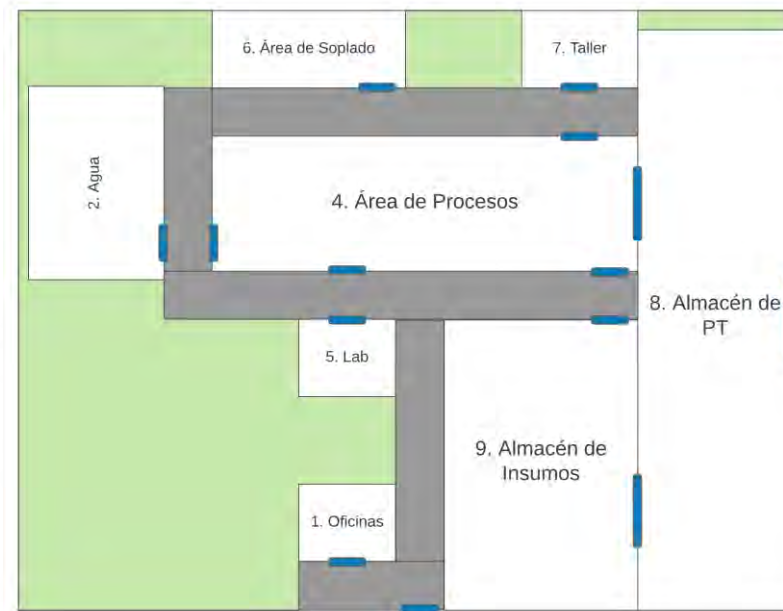


Figura 37: DRE de la nueva disposición
Elaboración propia

4.6.8. Diagrama General del Conjunto [DGC]

Una vez desarrollado el DRE se puede elaborar el DGC que integrará los pasillos y disposición final de las áreas dentro de los límites de la planta. Asimismo, se incluyen las puertas que serán asignadas a cada una de las áreas teniendo en cuenta dimensiones apropiadas para el ingreso de personas o el ingreso de elementos más grandes como pueden ser montacargas en el área de almacenes. El resultado final de este se puede apreciar en la **figura 39**.



*Figura 38: DGC de la nueva disposición
Elaboración propia*

4.7. Modelo ARENA [To Be]

Tras proponer la nueva configuración de las áreas en el método de PSD, se dispuso a modelar nuevamente en el software de ARENA esta nueva disposición con el fin de obtener una estimación en los aumentos de producción debido a la reducción drástica de los tiempos de algunas operaciones debido a la desaparición de los tiempos que estaban asociados a los grandes recorridos que existían entre las áreas antes del reordenamiento. Cabe mencionar que se verá exclusivamente ahorros en

términos de producción, los ahorros en términos de reducción de inventario en proceso ya se manejaron en la propuesta de ABC. Con todo ello, se obtuvo que la producción aumento en un total de 7200 unidades al día que implicarían un ingreso adicional a la empresa. El resultado de la simulación se puede apreciar en la figura 40.

Identifier	Count	Limit
Tanque_Botella	12	Infinite
Botellas2	28800	Infinite
Botellas1	28800	Infinite
Paquetes	1791	Infinite
Tanque_Inicia	13	Infinite
Tanques	12	Infinite
Palets	8	Infinite

*Figura 39: Resultado de Simulación To Be
Elaboración propia*

4.8. Metodología 5S

La Gerencia General junto con los propietarios de la empresa, quienes conforman la Alta Dirección, tienen la responsabilidad de involucrarse y ser conscientes de lo esencial que es aplicar cada etapa de este manual para lograr los resultados esperados. Su rol no solo implica brindar los recursos económicos y materiales necesarios, sino también impulsar propuestas de mejora, liderar los cambios y tomar decisiones clave. Además, su implicancia debe ser evidente en la forma en que promueven la participación de todos los colaboradores y fortalecen el trabajo en equipo, facilitando así el cumplimiento de los objetivos del programa de las 5'S

Para asegurar una adecuada implementación, se formará un Comité encargado de supervisar tanto la aplicación del manual como la ejecución del programa. Este comité estará integrado por personal de distintas áreas, seleccionados por su compromiso con la mejora continua y con la responsabilidad de asumir funciones específicas durante cada fase del proceso.

FASE	ACTIVIDADES	RESPONSABLE
Planificar	<ul style="list-style-type: none"> - Definir las actividades que se van a ejecutar. - Gestionar los recursos necesarios para llevarlas a cabo. - Supervisar y controlar los costos generados. - Informar a los equipos sobre las tareas programadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerente General - Jefe de Operaciones
Hacer	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinar y liderar las reuniones del Comité 5'S. - Organizar las sesiones de capacitación. - Motivar el trabajo colaborativo y asegurar la participación del personal. - Ejecutar y dirigir las actividades correspondientes al programa 5'S. 	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de Recursos Humanos - Jefes de Área
Verificar	<ul style="list-style-type: none"> - Monitorear el avance de las tareas. - Evaluar los resultados obtenidos según los indicadores establecidos. - Realizar auditorías internas e inspecciones para validar el cumplimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinador de Calidad - Jefe de Procesos
Actuar	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar acciones correctivas cuando sea necesario. - Documentar los hechos ocurridos y las medidas aplicadas. - Detectar y proponer nuevas oportunidades de mejora. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerente General - Jefe de Mejora Continua - Coordinador de Calidad

Actualmente, la empresa carece de un sistema estructurado que promueva la mejora continua en la organización, orden y limpieza del lugar de trabajo. Esto ha derivado en problemas operativos que afectan la eficiencia y productividad. Para abordar estas deficiencias, se ha propuesto la implementación de la metodología 5S enfocándose en las áreas críticas identificadas previamente en las propuestas anteriores: Almacén de Insumos y Almacén de Productos Terminados.

Para la aplicación de las 5S se usarán la lista de verificación adaptada de la propuesta por Hirano (Hirano, 2009). A continuación, se muestran los criterios de evaluación para asignar las puntuaciones a cada una de las 5S como se ve en la **Tabla 86**:

Tabla 86: Criterios de Evaluación 5S

Puntuación	Interpretación
1	Nunca
2	Muy Pocas Veces
3	Algunas Veces
4	Muchas Veces
5	Siempre

Elaboración propia

4.8.1. Almacén de Producto Terminado

Se identificó que en el almacén de productos terminados se encuentran materiales que no corresponden a esa área, como concentrados que deberían estar en su almacén específico. Esta falta de organización genera retrasos en la selección de elementos, ya que los insumos están distribuidos sin un orden adecuado en diferentes almacenes. Asimismo, se observó la presencia de pallets fuera de lugar, lo que dificulta las tareas de Picking y retrasa el proceso de preparación y despacho de productos, afectando significativamente la eficiencia operativa.

Además, la presencia de tarimas apiladas sin un orden definido y materiales almacenados de manera desigual dificulta la identificación de productos específicos y limita el acceso a ciertas áreas del almacén. Este desorden no solo incrementa los tiempos de operación y el riesgo de errores en el control de inventarios, sino que también representa un peligro potencial para la seguridad laboral, afectando negativamente la productividad y la eficiencia del proceso.

A continuación, se aplica los formatos de listas de verificación de la tabla 87 a la tabla 91:

Tabla 87: Lista de verificación para una disposición adecuada en el Almacén de Producto Terminado (Seiri)

Categoría	Descripción	1	2	3	4	5	Puntuación
Clasificar SEIRE	1 Los productos terminados están organizados por tipo (bebidas) en pallets diferenciados.		✓				45%
	2 No se observan artículos personales o elementos que no sean necesarios para la operación del almacén.				✓		
	3 Algunos pallets no tienen productos en condiciones desiguales, lo que podría dificultar la clasificación rápida.		✓				
	4 Espacios específicos están asignados para el tránsito de pallets.	✓					

*Elaboración propia***Tabla 88: Lista de verificación para un orden adecuado en el Almacén de Producto Terminado (Seiton)**

Categoría	Descripción	1	2	3	4	5	Puntuación
Ordenar SEITON	1 Los pallets están apilados de forma uniforme y se respeta una altura de seguridad adecuada.		✓				35%
	2 Se observan etiquetas visibles en los pallets que permitan identificar rápidamente el contenido.	✓					
	3 Existen zonas amplias para el tránsito sin áreas congestionadas.			✓			
	4 Existe una señalización clara para categorizar espacios de almacenamiento.	✓					

*Elaboración propia***Tabla 89: Lista de verificación para una limpieza adecuada en el Almacén de Producto Terminado (Seiso)**

Categoría	Descripción	1	2	3	4	5	Puntuación
Limpiar SEISO	1 El suelo está libre de suciedad visible y se observa un esfuerzo por mantener el área limpia.			✓			65%
	2 No se encuentran equipos o herramientas desordenadas en el lugar.					✓	
	3 Los pallets de madera no muestran signos de desgaste.	✓					
	4 No existen áreas de difícil acceso que no muestren evidencias claras de poca limpieza.				✓		

*Elaboración propia***Tabla 90: Lista de verificación de estandarización en el Almacén de Producto Terminado (Seiketsu)**

Categoría	Descripción	1	2	3	4	5	Puntuación
Estandarizar SEIKETSU	1 Hay manuales visibles o sistemas visuales que aseguren la estandarización del proceso.	✓					20%
	2 Las prácticas esta claramente identificadas en procedimientos escritos.	✓					
	3 Se observa una lista de verificación o protocolos predefinidos para supervisar el cumplimiento de las 5S.	✓					
	4 Las alturas de apilamiento de pallets está documentado visualmente.	✓					

*Elaboración propia***Tabla 91: Lista de verificación de disciplina en el Almacén de Producto Terminado (Shitsuke)**

Categoría	Descripción	1	2	3	4	5	Puntuación
Disciplina SHITSUKE	1 El personal parece mantener las áreas organizadas, lo cual indica un compromiso hacia las 5S.				✓		45%
	2 Hay evidencia visible de auditorías regulares para verificar el cumplimiento.	✓					
	3 Se percibe el cumplimiento de reglamentos internos por parte de los operarios.			✓			
	4 Se observan elementos que fomenten la disciplina visual (carteles, reconocimientos, etc.).	✓					

Elaboración propia

Finalmente, se obtiene en la figura 41 el resultado de las puntuaciones obtenidas en las listas de verificación:

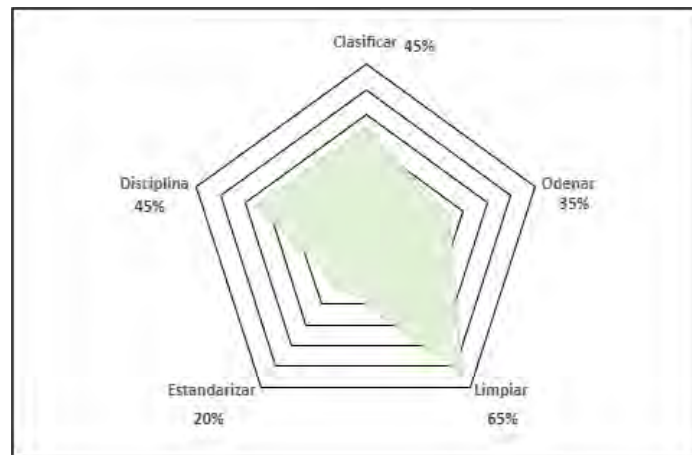


Figura 40: Puntuación en el Almacén de Producto Terminado
Elaboración propia

4.8.2. Almacén de Insumos

En el almacén de insumos se identificaron diversos puntos de mejora relacionadas con la organización y disposición de los materiales. Se observó la presencia de productos apilados de manera irregular, lo que dificulta el acceso rápido y eficiente a los insumos necesarios para el proceso productivo. Además, algunos pallets contienen materiales mal etiquetados o sin identificación clara, lo que genera confusión y retrasa las tareas de selección y abastecimiento.

Asimismo, se encontraron espacios de almacenamiento saturados y con distribución ineficiente, lo que limita el tránsito adecuado dentro del almacén y aumenta los riesgos asociados a la manipulación de los insumos. Este desorden no solo llega a afectar a la operación diaria de la fábrica, sino que también puede representar un peligro potencial para la seguridad de los trabajadores.

A continuación, se aplican las listas de verificación correspondientes para evaluar el cumplimiento de las 5S en este almacén, como se detalla en las

tablas posteriores de la tabla 92 a la 96.

Tabla 92: Lista de verificación para una disposición adecuada en el Almacén de Insumos (Seiri)

Categoría	Descripción	1	2	3	4	5	Puntuación
SEIRE	1 Los productos terminados están organizados por tipo en pallets diferenciados.		✓				40%
	2 No se observan artículos personales o elementos que no sean necesarios para la operación del almacén.			✓			
	3 Algunos pallets no tienen productos en condiciones desiguales, lo que podría dificultar la clasificación rápida.		✓				
	4 Espacios específicos están asignados para el tránsito de pallets.	✓					

Elaboración propia

Tabla 93: Lista de verificación para un orden adecuado en el Almacén de Insumos (Seiton)

Categoría	Descripción	1	2	3	4	5	Puntuación
SEITON	1 Los pallets están apilados de forma uniforme y se respeta una altura de seguridad adecuada.			✓			45%
	2 Se observan etiquetas visibles en los pallets que permitan identificar rápidamente el contenido.			✓			
	3 Existen zonas amplias para el tránsito sin áreas congestionadas.		✓				
	4 Existe una señalización clara para categorizar espacios de almacenamiento.	✓					

Elaboración propia

Tabla 94: Lista de verificación para una limpieza adecuada en el Almacén de Insumos (Seiso)

Categoría	Descripción	1	2	3	4	5	Puntuación
SEISO	1 El suelo está libre de suciedad visible y se observa un esfuerzo por mantener el área limpia.					✓	65%
	2 No se encuentran equipos o herramientas desordenadas en el lugar.					✓	
	3 Los pallets de madera no muestran signos de desgaste.		✓				
	4 No existen áreas de difícil acceso que no muestren evidencias claras de poca limpieza.	✓					

Elaboración propia

Tabla 95: Lista de verificación de estandarización en el Almacén de Insumos (Seiketsu)

Categoría	Descripción	1	2	3	4	5	Puntuación
SEIKETSU	1 Hay manuales visibles o sistemas visuales que aseguren la estandarización del proceso.	✓					30%
	2 Las prácticas esta claramente identificadas en procedimientos escritos.		✓				
	3 Se observa una lista de verificación o protocolos predefinidos para supervisar el cumplimiento de las 5S.		✓				
	4 Las alturas de apilamiento de pallets está documentado visualmente.	✓					

Elaboración propia

Tabla 96: Lista de verificación de disciplina en el Almacén de Insumos (Shitsuke)

Categoría	Descripción	1	2	3	4	5	Puntuación
SHITSUKE	1 El personal parece mantener las áreas organizadas, lo cual indica un compromiso hacia las 5S.		✓				30%
	2 Hay evidencia visible de auditorías regulares para verificar el cumplimiento.		✓				
	3 Se percibe el cumplimiento de reglamentos internos por parte de los operarios.			✓			
	4 Se observan elementos que fomenten la disciplina visual (carteles, reconocimientos, etc.).	✓					

Elaboración propia

Finalmente, se obtiene en la **figura 42** el resultado de las puntuaciones obtenidas en las listas de verificación:

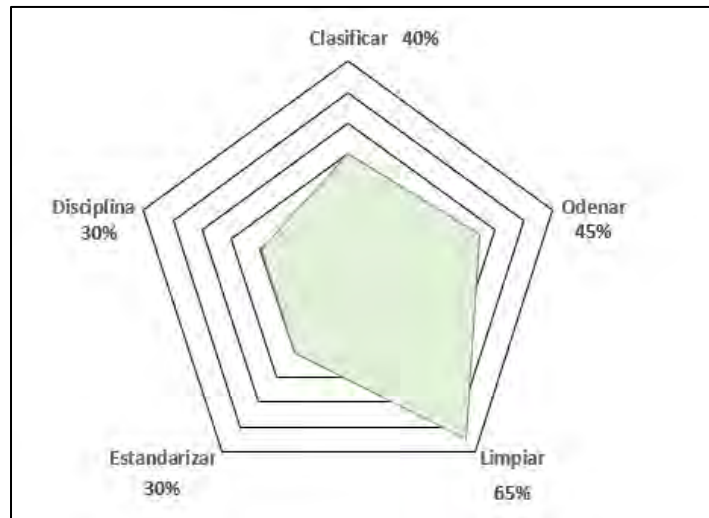


Figura 41: Puntuación en el Almacén de Insumos
Elaboración propia

4.8.3. Acciones correctivas

A continuación, observaremos las acciones correctivas propuestas para ambos almacenes, ya que ambos comparten una misma naturaleza al ser áreas con una finalidad similar se pueden tomar las propuestas para los dos. Cada una de las acciones se enlistan en la tabla 97 según el tipo de S respectivo.

Tabla 97: Acciones Correctivas 5S

S	Acciones
Seiri (Organizar)	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar una inspección para identificar y reubicar materiales que no correspondan al área, como concentrados, al almacén adecuado. - Retirar pallets en mal estado y materiales que obstruyan el acceso o no sean útiles para las operaciones. - Asignar y señalar un espacio adecuado para los pallets, asegurando su correcta ubicación. - Definir y señalar zonas específicas para cada material, como productos terminados e insumos. - Utilizar etiquetas, colores y mapas del almacén para facilitar la identificación rápida de productos y materiales. - Formar al equipo sobre la importancia de clasificar materiales y mantener el orden para mejorar la eficiencia.

<p>Seiton (Orden)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar un sistema de señalización visual que incluya colores y etiquetas para diferenciar áreas y materiales dentro del almacén. - Establecer estanterías modulares que permitan reconfigurar el espacio según las necesidades del inventario. - Definir y señalar rutas claras para el tránsito de equipos y materiales, evitando obstrucciones. - Crear mapas visuales del almacén para facilitar la localización de productos y la organización del espacio.
<p>Seiso (Limpieza)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar y aplicar protocolos de limpieza antes y después de cada turno, con áreas de responsabilidad asignadas a cada empleado. - Instalar estaciones de limpieza con los materiales necesarios (Por ejemplo: Escobas, paños y desinfectantes) en puntos estratégicos del almacén. - Realizar inspecciones regulares para verificar la limpieza y corregir cualquier deficiencia encontrada. - Retirar pallets dañados o en mal estado que puedan comprometer la limpieza o seguridad del área.
<p>Seiketsu (Estandarizar)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Crear un manual de procedimientos operativos estándar que incluya instrucciones detalladas para la clasificación, orden y limpieza. - Implementar listas de verificación regulares para supervisar el cumplimiento de las 5S en cada área del almacén. - Capacitar al personal en el uso de las 5S y en la importancia de estandarizar las actividades del almacén. - Programar auditorías mensuales para garantizar la continuidad de las buenas prácticas y realizar ajustes necesarios.
<p>Shitsuke (Disciplina)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Documentar procedimientos específicos para el almacenamiento, manipulación y reubicación de materiales, así como para las tareas de picking y despacho. - Programar revisiones regulares para verificar que los materiales estén en las áreas asignadas y que los estándares de organización se respeten. - Promover el cumplimiento de las normas mediante capacitaciones frecuentes y recordatorios prácticos para reforzar los hábitos positivos. - Establecer un sistema de reconocimiento para los trabajadores que contribuyan al mantenimiento del orden y propongan mejoras. - Usar tableros de control con indicadores visuales para monitorear el cumplimiento de las normas y detectar desviaciones rápidamente.

Elaboración propia

Capítulo 5: IMPACTO ECONÓMICO

Como ya se pudo observar en el punto anterior, con la implementación de la mejora se logró **disminuir el tiempo total** que le toma a un pedido pasar por todo el almacén. Además de **incrementar en 7200 paquete respecto a la cantidad de pedidos diaria** que se logran cumplir al día.

Si bien, el tiempo de inspección ha aumentado considerablemente, esto se puede considerar a consecuencia del aumento de órdenes completadas al día y que al optimizar los demás procesos esta zona es el cuello de botella al solo trabajar un solo jefe de almacén. Aumentar la capacidad de esta zona incrementaría aún más la eficiencia del proceso en su totalidad. A continuación, se describirán cada uno de los puntos relevantes en el análisis del flujo económico. El detalle completo de este se encuentra en el **anexo 09**.

- **Egresos relevantes:**

A continuación, de la tabla 98 a la tabla 100 se visualizarán los egresos relevantes respecto a las mejoras implementadas. En la tabla 101 se puede apreciar un resumen de los activos para cada una de las propuestas.

Tabla 98: Costos de software de Simulación

Aplicación de la Software de Simulación			
Servicio	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Costo Total (S/)
Licencia de software de simulación ARENA	1	1325	1325
Capacitación en uso del software ARENA	1	3500	3500
Subtotal Activos Intangibles			4825

Elaboración propia

Tabla 99: Costos de PSD

Planeamiento Sistemático de Distribución (PSD)			
Producto/Material	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Costo Total (S/)
Estanterías y sistemas de almacenamiento	8	200	1600
Subtotal Activos Fijos			1600
Servicio	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Costo Total (S/)
Licencia de software CAD (AutoCAD)	1	210	210
Consultoría en rediseño de distribución de planta	1	12000	12000
Subtotal Activos Intangibles			12000

Elaboración propia

Tabla 100: Costos de Metodología 5S

Implementación de la Metodología 5S			
Producto/Material	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Costo Total (S/)
Contenedores, estantes y gabinetes	2	1200	2400
Etiquetadoras y suministros	2	3000	6000
Equipos y suministros de limpieza	2	2500	5000
Subtotal Activos Fijos			13400
Servicio	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Costo Total (S/)
Capacitación en metodología 5S	1 curso	4000	4000
Subtotal Activos Intangibles			4000

Elaboración propia

Tabla 101: Resumen de Costos de Implementación

Propuesta	Activos Fijos (S/)	Activos Intangibles (S/)	Total (S/)
1. Curva de Intercambio	0	4825	4825
2. PSD	1600	12000	13600
3. Metodología 5S	13400	4000	17400
Total General	15000	20825	35825

Elaboración propia

Asimismo, observamos en la tabla 102 la depreciación y amortización por material tangible o intangible respectivamente:

Tabla 102: Resumen de depreciación y amortización

	Monto (Sin IGV) S/.	IGV	Total	Vida Útil (Años)	Depreciación	Depreciación/Amortización
Estanterías y sistemas de almacenamiento	S/ 1.600	S/ 288	S/ 1.888	2	S/ 800	50,00%
Contenedores, estantes y gabinetes	S/ 2.400	S/ 432	S/ 2.832	2	S/ 1.200	50,00%
Etiquetadoras y suministros	S/ 6.000	S/ 1.080	S/ 7.080	1	S/ 6.000	100,00%
Equipos y suministros de limpieza	S/ 5.000	S/ 900	S/ 5.900	1	S/ 5.000	100,00%
Licencia de software de simulación ARENA	S/ 1.325	S/ 239	S/ 1.564	1	S/ 1.325	100,00%
Capacitación en uso del software ARENA	S/ 3.500	S/ 630	S/ 4.130	1	S/ 3.500	100,00%
Licencia de software CAD (AutoCAD)	S/ 210	S/ 38	S/ 248	1	S/ 210	100,00%
Consultoría en rediseño de distribución de planta	S/ 12.000	S/ 2.160	S/ 14.160	1	S/ 12.000	100,00%
Capacitación en metodología 5S	S/ 4.000	S/ 720	S/ 4.720	1	S/ 4.000	100,00%
	S/ 36.035	S/ 6.486	S/ 42.521		S/ 34.035	

Elaboración propia

5.1. Determinación del Costo de Oportunidad de Capital

Para la determinación del COK o costo de oportunidad, primero se trabajó con una relación 40/60 para la deuda y aporte propio, junto al beta de la industria del sector retail de Estados Unidos, obtenido de la base de datos de betas sectoriales de la Escuela de Negocios Stern de la Universidad de Nueva York (Damodaran, 2026). Con ello y el

impuesto a la renta respectivo de 29,50% se obtuvo un Beta del Proyecto (Apalancado) de 1.12. Esto se puede apreciar en la Tabla 103.

Tabla 103: Estructura de Capital

Estructura de Capital	
Deuda	40%
Aporte Propio	60%
Deuda/Capital (Equity)	67%
Beta de la Industria	0.76
Beta Apalancado	1.12

Elaboración propia

Con ello, se pudo calcular el COK en dólares, el cual luego se convirtió a soles aplicando la inflación respectiva de cada país. Para esto, se utilizó el riesgo país del Perú al 27 de febrero de 2023, el cual se situó en 1.90 puntos porcentuales según lo reportado por Gestión (2023). La tasa libre de riesgo estuvo representada por el rendimiento de los bonos del Tesoro de EE.UU. a 10 años, registrando un valor de 4,40% para dicha fecha (BCRP, 2024), mientras que el rendimiento del mercado estadounidense utilizado fue de 18,01% (Damodaran, 2024). Con estos datos se obtuvo un COK en dólares de 21,51%, que transformado a soles resultó en 21,81%, como se aprecia en la Tabla 104.

Tabla 104: Cálculo del COK

Riesgo País	1.90%
Rendimiento de mercado	18.01%
Tasa Libre de Riesgo	4.40%
COK [Estados Unidos] (\$)	21.51%
Inflación en Perú	4.34%
Inflación en Estados Unidos	2.90%
COK [Perú] (S/.)	21.81%

Elaboración propia

Con este valor se pudo hallar el valor total del WACC o costo ponderado de capital que se encuentra en la Tabla 105. Además, se consideró una tasa de 12,51% que es la TEA que considera el BBVA para los préstamos.

Tabla 105: Cálculo del WACC

	Monto	Costo	Costo (d.i.)
Deuda	S/ 17,009	12.51%	8.82%
Aporte Propio	S/ 25,513	21.81%	21.81%
Total	S/ 42,521	WAC	16.61%

Elaboración propia

5.2. Flujo de caja económico:

A continuación, se observa el flujo de caja económico en la tabla 106.

Tabla 106: Flujo de caja Económico

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos Relevantes	S/ -	S/ 76,936	S/ 76,936	S/ 76,936	S/ 76,936	S/ 76,936
Inversión Inicial	-S/ 42,521	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Egresos Relevantes	S/ -	-S/ 61,242	-S/ 61,242	-S/ 61,242	-S/ 61,242	-S/ 61,242
Pago de IGTV	S/ -	S/ 4,092	-S/ 2,394	-S/ 2,394	-S/ 2,394	-S/ 2,394
Impuesto a la Renta	S/ -	S/ 1,397	-S/ 78	-S/ 469	-S/ 469	-S/ 469
F. Caja Económico	-S/ 42,521.30	S/ 21,183.13	S/ 13,221.83	S/ 12,830.95	S/ 12,830.95	S/ 12,830.95
Flujo Financiamiento Neto	S/ 17,008.52	-S/ 2,127.77	-S/ 2,127.77	-S/ 2,127.77	-S/ 2,127.77	-S/ 19,136.29
Escudo Tributario G. Financiero	S/ -	S/ 627.69	S/ 627.69	S/ 627.69	S/ 627.69	S/ 627.69
F. Caja Financiero	-S/ 25,512.78	S/ 19,683.05	S/ 11,721.75	S/ 11,330.88	S/ 11,330.88	S/ 5,677.64

Elaboración propia

En la Tabla 107, para el cálculo de los indicadores económicos se usó en primer lugar el WACC para calcular el VPN para los 5 años, dando un valor total positivo de S/. 6348,53.

Además, se calculó la TIR-E usando los mismos flujos dando un resultado 23,62%.

Tabla 107: Indicadores Económicos

WACC	16.6114%
VAN - E	S/ 6,348.53
TIR-E	23.62%
COK	21.5051%
VAN - F	S/ 7,997.56
TIR-F	41.75%

Elaboración propia

Capítulo 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La aplicación de la metodología ABC en la empresa de bebidas carbonatadas ha identificado problemas clave en la gestión de inventarios. En el Almacén de Productos Terminados, los productos de categoría A disminuyeron en un 40%, mientras que los de categoría C aumentaron un 100%, indicando acumulación de

productos menos prioritarios y pérdida de foco en los críticos. En el Almacén de Productos en Proceso, la categoría A cayó un 50%, mientras que B y C incrementaron en 40% y 42,9%, respectivamente, evidenciando desbalances que afectan la disponibilidad de insumos clave para la producción. Estas ineficiencias contribuyen a interrupciones, reprocesos y un uso ineficiente del espacio, lo que impacta negativamente en la productividad, rentabilidad y competitividad de la empresa.

- La implementación de la curva de intercambio, basada en los resultados del análisis ABC, permitió reducir significativamente los costos totales (TCs) y el número de pedidos, optimizando la gestión de inventarios en la empresa. En el almacén de insumos, los TCs disminuyeron en 4 546,29 soles y los pedidos en 117, mientras que en el almacén de productos terminados se redujeron 29 336,3 soles en TCs y 141 pedidos. Estas mejoras reflejan un balance más eficiente entre los costos de almacenamiento y reposición, priorizando los productos críticos de categoría A y reduciendo el espacio y recursos destinados a productos de menor relevancia. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que fortalece la capacidad de planificación y reduce el riesgo de interrupciones en la producción.
- Tras un análisis de localización se confirmó que la ubicación actual de la planta (La Victoria, Chiclayo) es la más adecuada para la empresa. Esto tras el análisis tanto a nivel de macrolocalización como el de microlocalización donde se consideraron factores como acceso a vías de comunicación, población, seguridad, suministro de agua y costo promedio del terreno. Estos respaldaron la decisión de mantener la planta en su ubicación actual garantizando la proximidad al mercado objetivo y con acceso a los recursos necesarios para la planta tanto a nivel de infraestructura como de materiales.

- La aplicación de la metodología PSD o Planeamiento Sistemático de la Distribución permitió optimizar la distribución en la planta reduciendo significativamente los desplazamientos innecesarios reflejándose en los tiempos de traslado entre áreas que están fuertemente relacionadas entre gracias a la nueva distribución. Por ejemplo, el traslado de mezclado o concentrado paso de 16,54 minutos por tanque a 1.21 minutos por tanque únicamente. Asimismo, los tiempo de traslado de tapas y el movimiento a la zona de llenado disminuyó 85% y 74% respectivamente. Además, mediante el rediseño también se aseguró un mejor flujo de materiales y productos que se tradujeron en el aumento de la productividad que fue validada en el software de Simulación. No obstante, para lograr esto se tendrá que hacer un traslado del área de producción lo que se tradujo en costos adicionales asociados a este movimiento de la maquinaria.
- El uso del software de Simulación Arena sirvió para poder identificar y confirmar los cuellos de botella a lo largo del proceso productivo, específicamente en la etapa de llenado, la cual limitaba la capacidad de la producción. En el modelo actual (As-Is) se pudo apreciar una acumulación de botellas según los Count especialmente en la cola de llenado. Tras aplicar la metodología PSD y reconfigurar la distribución de la planta se simuló nuevamente esta configuración obteniendo como resultado un incremento en la producción diaria de 7200 botellas demostrando la eficacia de la propuesta y el posible potencial de aumentar la eficiencia operativa.
- El diagnóstico de la metodología 5S evidencia que en ambos almacenes la etapa de limpiar alcanza un 65%, siendo la más fortalecida. Sin embargo, se identifican deficiencias en estandarizar con 20% en producto terminado y 30% en insumos, así

como en disciplina con 45% y 30% respectivamente, lo que refleja poca sostenibilidad en las prácticas. Por otro lado, clasificar registra 45% en producto terminado y 40% en insumos, mientras que ordenar alcanza 35% y 45% respectivamente, mostrando niveles intermedios. Ante estos resultados, se han propuesto medidas como implementación de señalización, manuales, capacitaciones y auditorías, con el fin de mejorar la eficiencia, el uso del espacio y garantizar un entorno de trabajo ordenado y seguro. De esta manera, se espera que se mejore inclusive en mayor medida la eficiencia, optimización del espacio dentro de cada área y la fomentación de un entorno de trabajo seguro y organizado, lo cual es la base para una cultura de mejora continua.

6.2. Recomendaciones

- Para mejorar esta situación, se recomienda optimizar la gestión de inventarios priorizando productos de categorías A y B, implementando políticas de reordenamiento y mantenimiento preventivo, y reorganizando estratégicamente el almacén. Esto permitiría reducir costos, mejorar la accesibilidad de insumos críticos y minimizar tiempos muertos. Además, un sistema automatizado de inventarios facilitaría la planificación y control de la demanda, asegurando un balance adecuado entre oferta y demanda.
- Se recomienda complementar las estrategias de optimización implementadas con herramientas tecnológicas, como un sistema automatizado de gestión de inventarios (por ejemplo, un software ERP). Este sistema permitiría monitorear en tiempo real los niveles de inventario, realizar cálculos precisos de la curva de intercambio y priorizar automáticamente los productos de acuerdo con su clasificación ABC.

Asimismo, capacitar al personal en el uso de estas herramientas y en la metodología ABC mejorará su comprensión de los procesos y su capacidad para tomar decisiones basadas en datos, alineándose con las necesidades específicas de la empresa. En casos de alta demanda estacional, la automatización aseguraría una respuesta oportuna, mientras que, en situaciones de cambios en el mercado, permitiría ajustar rápidamente los niveles de inventario sin afectar la operatividad. Estas acciones fortalecerían la competitividad de la empresa y garantizarían un uso eficiente de los recursos.

- Se recomienda utilizar prácticas de Visual Management en toda la planta para facilitar la transición cultural y potenciar la implementación de la Metodología PSD. Esto implica el uso de ayudas visuales como señalizaciones claras, mapas de flujo de procesos, etiquetas, paneles informativos y gráficos que representen la distribución de las áreas y las rutas de movimiento de materiales y personal. Estas herramientas visuales permitirían al personal comprender y adaptarse más fácilmente a los cambios en la distribución y los procesos operativos, mejorando la comunicación interna, reduciendo errores y promoviendo un ambiente de trabajo más organizado y eficiente. Con esta implementación no solo reforzaría la cultura de mejora continua, sino que también facilita el seguimiento y cumplimiento de los nuevos estándares operativos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah, A. M., & Malik, S. A. (2012). Key indicators of SWOT analysis between bumiputera and non-bumiputera Industrialized Building System (IBS) contractors in Selangor. *ICSSBE 2012 - Proceedings, 2012 International Conference on Statistics in Science, Business and Engineering: "Empowering Decision Making with Statistical Sciences,"* 61–65. <https://doi.org/10.1109/ICSSBE.2012.6396527>
- Álvarez -Arias, D., de Ávila-Moore, J., & Hurtado -Rivera, J. (2022). Aplicación de Metodología SLP para Redistribución de Planta en Micro Empresa Colombiana del Sector Marroquinería: Un Estudio de Caso. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 4(1). <https://doi.org/10.17981/BILO.4.1.2022.11>
- ASAKA, T. (1992). Manual de herramientas de calidad: el enfoque japonés. Madrid: Tecnología de Gerencia y Producción.
- Banco Central de Reserva del Perú [BCRP]. (s.f.). *Bonos del Tesoro EE.UU. – 10 años (%)* [Serie estadística PD04719XD]. BCRPData. <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04719XD/html>
- BESTERFIELD, D. (2009). Control de calidad. México: Prentice-Hall.
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Mazzuto, G., & Paciarotti, C. (2013). Visual Management implementation and evaluation through mental workload analysis. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(7), 294-299. <https://doi.org/10.3182/20130522-3-BR-4036.00065>
- Collazos Valencia, C. J. (2013). *Rediseño del sistema productivo utilizando técnicas de distribución de planta: Caso de estudio planta procesadora de alimentos*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21370>
- Crisóstomo, Mayra & Sánchez, Andrea (2019). *Propuesta de mejora en la confección de ropa de vestir femenina de una PYME mediante la aplicación de la metodología Lean Six sigma y herramientas VSM, 5S'S y distribución de la planta*. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/13982>
- Damodaran, A. (2026). *Betas by Sector (US)*. NYU Stern. https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html
- Damodaran, A. (2024). *Historical returns on stocks, bonds and bills: 1928–2024*. NYU Stern. https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html
- Espinoza Ramirez, J. L. (2019). Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en la línea de ensamble del proceso de producción de grupos electrógenos utilizando las herramientas de la metodología TLS (Teoría de las restricciones “TOC” – Lean Manufacturing – Six Sigma). <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/13290>
- Fehringer, D., Hohhof, B., & Johnson, T. (2006). State of the art: Competitive intelligence. Washington: Competitive Intelligence Foundation
- GALGANO, A. (1995). Los siete instrumentos de la calidad total. Madrid: Ediciones Díaz de Santos
- Gestión. (2023, 28 de febrero). *Riesgo país de Perú cerró en 1.90 puntos porcentuales el último lunes*. <https://gestion.pe/economia/economia-riesgo-pais-de-peru-cerro-en-190-puntos-porcentuales-el-ultimo-lunes-riesgo-pais-de-peru-peru-noticia/>
- Goldratt, E. y Cox, J. (1993). La meta. Un proceso de mejora continua. México: Ediciones North RiverPress. pp. 337
- Harrison, J. P. (2010). Essentials of strategic planning in healthcare. Health Administration Press.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (s.f.). Denuncias por comisión de delito (Capítulo 2). https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1534/cap02.pdf
- Macków, J. (2023). Simulation as a tool supporting business decisions. *Procedia Computer*

- Science, 225, 108–117. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2023.09.097>
- Marañón-Granados M.M., Murrieta-Dueñas R., Cortez-González J., Hernández-Juárez M.A. (2016). “Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016” Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México
 - Marudhamuthu, R., Krishnaswamy, M., y Pillai, D. M. (2011). The Development and Implementation of Lean Manufacturing Techniques in Indian garment Industry. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 5(6), 527-532.
 - Motta Calderón, M. & Yupari Arce, H. (2019). Distribución de planta en el área de producción de la empresa metalmecánica SEFAME S.A.C. *Repositorio Institucional - UTP*. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/5164>
 - Muotka, S., Togiani, A., & Varis, J. (2023). A Design Thinking Approach: Applying 5S Methodology Effectively in an Industrial Work Environment. *Procedia CIRP*, 119, 363–370. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2023.03.103>
 - Muther (1968). DISTRIBUCION EN PLANTA. <https://richardmuther.com/wp-content/uploads/2016/07/Spanish-PPL.pdf>
 - Muther, R., & Hales, L. (2016). *Systematic Layout Planning Fourth Edition*. <https://richardmuther.com/wp-content/uploads/2016/07/Systematic-Layout-Planning-SLP-4th-edition-soft-copy.pdf>
 - Novillo Maldonado, E. , González Ramón, E. , Quinche Labanda, D., & Salcedo Muñoz, V.(2017). Herramientas de calidad: estudio de caso Universidad Técnica de Machala. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 4(3).
 - Palko, M., Pacaiova, H., & Nagyova, A. (2015). Analysis and identification of nonconforming products by 5W2H Method. 10. http://www.cqm.rs/2015/cd1/pdf/papers/focus_1/006.pdf
 - Paredes Rodríguez, A. M. (2017). Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio. *Entramado*, 13(1), 262-277. <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25103>
 - Pichardo Muñoz, Arlette. (1984). PLANIFICACION Y PROGRAMACIÓN SOCIAL. Editorial Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
 - Provías Descentralizado. (2010). *Plan vial departamental participativo Lambayeque 2010-2020*. https://www.proviasdes.gob.pe/planes/lambayeque/pvdp/PVDP_Lambayeque2010_2020.pdf
 - Rajesh, G., & Malliga, P. (2013). Supplier Selection based on AHP QFD Methodology. *Procedia Engineering*, 64, 1283–1292. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2013.09.209>
 - Rivera Salinas, J. F. (2021). Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de almacenamiento de un depósito temporal en un contexto de pandemia. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/20783>
 - Rother, M. y Shook, J. (1998). Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda, Massachusetts, EEUU, Lean Enterprise Institute.
 - Russo, R. D. F. S. M., & Camanho, R. (2015). Criteria in AHP: A Systematic Review of Literature. *Procedia Computer Science*, 55, 1123–1132. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2015.07.081>
 - S. Gu et al., "Active Distribution Network Planning and Operation Optimisation Based on Digital Twin Technology," 2023 5th International Conference on Electrical Engineering and Control Technologies (CEECT), Chengdu, China, 2023, pp. 206-212, doi: 10.1109/CEECT59667.2023.10420653.

- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9–26. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-1](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-1)
- Samejima, M., Shimizu, Y., Akiyoshi, M., & Komoda, N. (2006). SWOT analysis support tool for verification of business strategy. 2006 IEEE International Conference on Computational Cybernetics, ICCCB. <https://doi.org/10.1109/ICCCYB.2006.305700>
- Senthil Kumar, K. M., Akila, K., Arun, K. K., Prabhu, S., & Selvakumar, C. (2022). Implementation of 5S practices in a small scale manufacturing industries. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1913–1916. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2022.01.402>
- Serrano, I. (2007). Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos. Universitat de Girona.
- Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa [SINEACE]. (2021). Caracterización regional Lambayeque. <https://repositorio.sineace.gob.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12982/6220/Caracterizaci%C3%B3n%20Regional%20Lambayeque.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tague, N. (2005). The Quality Toolbox. Milwaukee, Wisconsin: American Society for Quality. Recuperado el 1 de noviembre de 2019
- Titto, L. (2018). Propuesta de mejora de una empresa de producción de sanitarios y accesorios de baño en Lima Metropolitana
- Vásques, J. (2013). Propuesta de un sistema de planificación de la producción aplicado a una empresa textil dedicada a la fabricación de calcetines.
- Vilar J., Gómez F., Tejero M. (1997). Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad
- Vizán, H. J. (2013). Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. Madrid, España, España.
- Watson, K., Blackstone, J. y Stanley G. (2006). The evolution of management philosophy: The theory of constraints. *Journal of Operations Management*
- Zairi, M. (1991). Total Quality Management For Engineers. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Zapata, C. M., & Isaza, J. (2004). Alineación entre metas organizacionales y elicitación de requisitos del software. *Dyna*, 71(143), 101-110.
- Zhu, X., Zhang, R., Chu, F., He, Z., & Li, J. (2014). A Flexsim-based Optimization for the Operation Process of Cold-Chain Logistics Distribution Centre. *Journal of Applied Research and Technology*, 12(2), 270–278. [https://doi.org/10.1016/S1665-6423\(14\)72343-0](https://doi.org/10.1016/S1665-6423(14)72343-0)

Anexos

Anexo 01. Imágenes del área de Almacén de Producto Terminado.





Anexo 02. Imágenes del área de Almacén de Insumos.





Anexo 03. Imágenes de Maquinas de Proceso Productivo.

Llenadoras 1.5L, 3L



Horno



Sopladora



Carbonatadora



Filtros de Agua



Preparación de jarabesLaboratorio

Anexo 04. Implementación de ABC en Insumos

ID	Inventario	Costo	V.	Demanda	DII	% Pérdidas
1	50	200.0	10000.0	9.7	40.0	11%
2	100	100.0	10000.0	6.1	34.0	12%
3	30	300.0	9000.0	22.0	24.0	10%
4	25	250.0	6250.0	24.5	48.0	12%
5	1500	3.5	5250.0	149.6	32.0	12%
6	5	81.0	405.0	5.0	19.0	5%
7	10	110.0	1100.0	2.3	19.0	4%
8	9	79.0	711.0	5.7	26.0	3%
9	10	54.0	540.0	2.7	15.0	7%
10	9	62.0	558.0	3.3	18.0	3%
11	10	94.0	940.0	2.9	26.0	4%
12	8	50.0	400.0	0.3	18.0	4%
13	5	98.0	490.0	4.0	15.0	4%
14	7	68.0	476.0	6.7	30.0	3%
15	5	108.0	540.0	1.5	29.0	5%
16	25	380.0	9500.0	13.0	40.0	11%
17	6	105.0	630.0	1.9	24.0	6%
18	5	115.0	575.0	1.3	17.0	5%
19	10	141.0	1410.0	4.5	15.0	3%
20	10	122.0	1220.0	8.6	20.0	5%
21	6	137.0	822.0	5.0	19.0	4%
22	6	125.0	750.0	4.3	19.0	3%

ID	V.	Demanda	DII	% Pérdidas
1	10000.0	9.7	40.0	4
2	10000.0	6.1	34.0	4
3	9000.0	22.0	24.0	4
4	6250.0	24.5	48.0	4
5	5250.0	149.6	32.0	4
6	405.0	5.0	19.0	1
7	1100.0	2.3	19.0	1
8	711.0	5.7	26.0	0
9	540.0	2.7	15.0	2
10	558.0	3.3	18.0	0
11	940.0	2.9	26.0	1
12	400.0	0.3	18.0	1
13	490.0	4.0	15.0	1
14	476.0	6.7	30.0	0
15	540.0	1.5	29.0	1
16	9500.0	13.0	40.0	4
17	630.0	1.9	24.0	1
18	575.0	1.3	17.0	1
19	1410.0	4.5	15.0	0
20	1220.0	8.6	20.0	1
21	822.0	5.0	19.0	1
22	750.0	4.3	19.0	0

% Pérdidas	
10%	4
8%	3
6%	2
3%	1
0%	0

Normalización

Artículo	V.	Margen	Lead Time	SobreStock	SumaProd
1	1.0000	0.0635	0.7576	1.0000	0.5579
2	1.0000	0.0390	0.5758	1.0000	0.5190
3	0.8958	0.1458	0.2727	1.0000	0.4587
4	0.6094	0.1624	1.0000	1.0000	0.5772
5	0.5052	1.0000	0.5152	1.0000	0.5536
6	0.0005	0.0317	0.1212	0.2500	0.1025
7	0.0729	0.0139	0.1212	0.2500	0.1079
8	0.0324	0.0367	0.3333	0.0000	0.0736
9	0.0146	0.0163	0.0000	0.5000	0.1531
10	0.0165	0.0207	0.0909	0.0000	0.0219
11	0.0563	0.0175	0.3333	0.2500	0.1490
12	0.0000	0.0000	0.0909	0.2500	0.0932
13	0.0094	0.0251	0.0000	0.2500	0.0784
14	0.0079	0.0434	0.4545	0.0000	0.0960
15	0.0146	0.0083	0.4242	0.2500	0.1621
16	0.9479	0.0854	0.7576	1.0000	0.5548
17	0.0240	0.0112	0.2727	0.2500	0.1331
18	0.0182	0.0069	0.0606	0.2500	0.0896
19	0.1052	0.0282	0.0000	0.0000	0.0133
20	0.0854	0.0561	0.1515	0.2500	0.1195
21	0.0440	0.0317	0.1212	0.2500	0.1068
22	0.0365	0.0270	0.1212	0.0000	0.0306

SUMAPRODUCTO

Artículo	Normalizac	%	%	
4	0.5772	12.1%	12.1%	A
1	0.5579	11.7%	23.9%	
16	0.5548	11.7%	35.6%	
5	0.5536	11.6%	47.2%	
2	0.5190	10.9%	58.1%	
3	0.4587	9.7%	67.8%	B
15	0.1621	3.4%	71.2%	
9	0.1531	3.2%	74.4%	
11	0.1490	3.1%	77.6%	
17	0.1331	2.8%	80.4%	
20	0.1195	2.5%	82.9%	
7	0.1079	2.3%	85.1%	C
21	0.1068	2.2%	87.4%	
6	0.1025	2.2%	89.5%	
14	0.0960	2.0%	91.6%	
12	0.0932	2.0%	93.5%	
18	0.0896	1.9%	95.4%	
13	0.0784	1.7%	97.1%	
8	0.0736	1.5%	98.6%	
22	0.0306	0.6%	99.3%	
10	0.0219	0.5%	99.7%	
19	0.0133	0.3%	100.0%	

Anexo 05. Implementación de ABC en Productos Terminados

Artículo	Inventario	Costo Unitario	V. Inventario	Demanda Mensual	Demanda Diaria	Precio de Venta	Lead Time	DII	% Inv
1	718.12	5.99	4,302	5,524	184	7.50	12.00	102	13.0%
2	1056.96	6.43	6,795	6,606	220	8.00	15.00	112	16.0%
3	234.92	6.39	1,501	1,678	55	8.00	14.00	111	14.0%
4	238.65	6.49	1,548	1,591	53	8.00	14.00	120	15.0%
5	248.85	6.24	1,553	1,659	55	8.00	15.00	106	15.0%
6	624.8	6.26	3,911	3,905	130	8.00	15.00	103	16.0%
7	264.32	5.87	1,550	1,652	55	8.00	14.00	117	16.0%
8	229.95	6.11	1,405	1,533	51	8.00	15.00	112	15.0%
9	730.1	5.54	4,043	5,215	173	7.50	14.00	103	14.0%
10	46.6	5.77	269	466	15	7.50	10.00	31	10.0%
11	47.74	5.65	270	434	14	7.50	10.00	44	11.0%
12	570	5.19	2,958	3,800	126	7.50	13.00	111	15.0%
13	425.44	7.65	3,255	2,659	88	7.50	13.00	117	16.0%
14	37	7.65	283	370	12	7.50	10.00	49	10.0%
15	407.68	7.65	3,119	2,912	97	7.50	15.00	100	14.0%
16	18.96	8.00	152	237	7	12.00	6.00	28	8.0%
17	11.6	10.24	119	232	7	12.00	5.00	15	5.0%
18	14	10.05	141	350	11	12.00	7.00	37	4.0%
19	20.72	10.68	221	296	9	12.00	8.00	16	7.0%
20	2.18	10.43	23	218	7	12.00	7.00	40	1.0%
21	2.62	10.59	28	262	8	12.00	9.00	21	1.0%
22	6.06	9.94	60	303	10	12.00	8.00	21	2.0%
23	11.05	10.04	111	221	7	12.00	9.00	40	5.0%
24	15	10.28	154	250	8	12.00	9.00	30	6.0%
25	16.32	10.33	169	204	6	12.00	5.00	11	8.0%
26	10.26	10.15	104	342	11	12.00	7.00	19	3.0%
27	25.55	10.47	267	365	12	12.00	8.00	15	7.0%
28	21.6	10.65	230	360	12	12.00	6.00	23	6.0%
29	12.54	10.25	129	209	6	12.00	5.00	25	6.0%
30	20.16	10.00	202	252	8	12.00	6.00	31	8.0%
31	7.23	15.72	114	241	8	18.00	6.00	33	3.0%
32	9	15.88	143	450	15	18.00	6.00	18	2.0%
33	0	16.31	0	217	7	18.00	7.00	13	0.0%
34	2.26	15.60	35	226	7	18.00	7.00	36	1.0%
35	0	16.12	0	196	6	18.00	9.00	27	0.0%
36	12	15.85	190	400	13	18.00	9.00	25	3.0%
37	0	16.08	0	260	8	18.00	6.00	22	0.0%
38	1.5	15.80	24	75	2	18.00	9.00	33	2.0%
39	1.46	15.61	23	73	2	18.00	5.00	34	2.0%
40	2.23	16.08	36	223	7	18.00	6.00	32	1.0%
41	2.7	16.44	44	135	4	18.00	6.00	30	2.0%
42	1.93	16.48	32	193	6	18.00	7.00	37	1.0%
43	2.04	15.90	32	102	3	18.00	6.00	19	2.0%
44	5.56	15.67	87	278	9	18.00	7.00	26	2.0%
45	9	15.68	141	300	10	18.00	8.00	13	3.0%

Artículo	V. Inventario	Margen Ganancia	Lead Time	SobreStock	DII
1	4,302	1.51	12.00	4	102
2	6,795	1.57	15.00	4	112
3	1,501	1.61	14.00	4	111
4	1,548	1.51	14.00	4	120
5	1,553	1.76	15.00	4	106
6	3,911	1.74	15.00	4	103
7	1,550	2.13	14.00	4	117
8	1,405	1.89	15.00	4	112
9	4,043	1.96	14.00	4	103
10	269	1.73	10.00	3	31
11	270	1.85	10.00	3	44
12	2,958	2.31	13.00	4	111
13	3,255	-0.15	13.00	4	117
14	283	-0.15	10.00	3	49
15	3,119	-0.15	15.00	4	100
16	152	4.00	6.00	2	28
17	119	1.76	5.00	1	15
18	141	1.95	7.00	1	37
19	221	1.32	8.00	2	16
20	23	1.57	7.00	0	40
21	28	1.41	9.00	0	21
22	60	2.06	8.00	0	21
23	111	1.96	9.00	1	40
24	154	1.72	9.00	2	30
25	169	1.67	5.00	2	11
26	104	1.85	7.00	0	19
27	267	1.53	8.00	2	15
28	230	1.35	6.00	2	23
29	129	1.75	5.00	2	25
30	202	2.00	6.00	2	31
31	114	2.28	6.00	0	33
32	143	2.12	6.00	0	18
33	0	1.69	7.00	0	13
34	35	2.40	7.00	0	36
35	0	1.88	9.00	0	27
36	190	2.15	9.00	0	25
37	0	1.92	6.00	0	22
38	24	2.20	9.00	0	33
39	23	2.39	5.00	0	34
40	36	1.92	6.00	0	32
41	44	1.56	6.00	0	30
42	32	1.52	7.00	0	37
43	32	2.10	6.00	0	19
44	87	2.33	7.00	0	26
45	141	2.32	8.00	0	13

SobreStock	
12%	4
9%	3
5%	2
3%	1
0%	0

Normalización	V. Inventario	Margen Ganancia	Lead Time	SobreStock	DII	
	10%	10%	20%	30%	30%	
Artículo	V. Inventario	Margen Ganancia	Lead Time	SobreStock	DII	SUMAPRODUCTO
1	0.6330	0.4000	0.7000	1.0000	0.8349	0.7938
2	1.0000	0.4147	1.0000	1.0000	0.9266	0.9195
3	0.2210	0.4237	0.9000	1.0000	0.9174	0.8197
4	0.2278	0.4010	0.9000	1.0000	1.0000	0.8429
5	0.2285	0.4605	1.0000	1.0000	0.8716	0.8304
6	0.5756	0.4554	1.0000	1.0000	0.8440	0.8563
7	0.2281	0.5506	0.9000	1.0000	0.9725	0.8496
8	0.2067	0.4920	1.0000	1.0000	0.9266	0.8479
9	0.5950	0.5090	0.9000	1.0000	0.8440	0.8436
10	0.0395	0.4542	0.5000	0.7500	0.1835	0.4294
11	0.0397	0.4825	0.5000	0.7500	0.3028	0.4680
12	0.4353	0.5928	0.8000	1.0000	0.9174	0.8380
13	0.4790	0.0000	0.8000	1.0000	0.9725	0.7996
14	0.0417	0.0000	0.5000	0.7500	0.3486	0.4338
15	0.4590	0.0000	1.0000	1.0000	0.8165	0.7909
16	0.0223	1.0000	0.1000	0.5000	0.1560	0.3190
17	0.0175	0.4592	0.0000	0.2500	0.0367	0.1337
18	0.0207	0.5066	0.2000	0.2500	0.2385	0.2393
19	0.0326	0.3554	0.3000	0.5000	0.0459	0.2626
20	0.0033	0.4137	0.2000	0.0000	0.2661	0.1615
21	0.0041	0.3767	0.4000	0.0000	0.0917	0.1456
22	0.0089	0.5330	0.3000	0.0000	0.0917	0.1417
23	0.0163	0.5075	0.4000	0.2500	0.2661	0.2872
24	0.0227	0.4512	0.4000	0.5000	0.1743	0.3297
25	0.0248	0.4393	0.0000	0.5000	0.0000	0.1964
26	0.0153	0.4819	0.2000	0.0000	0.0734	0.1117
27	0.0394	0.4051	0.3000	0.5000	0.0367	0.2655
28	0.0338	0.3622	0.1000	0.5000	0.1101	0.2426
29	0.0189	0.4576	0.0000	0.5000	0.1284	0.2362
30	0.0297	0.5176	0.1000	0.5000	0.1835	0.2798
31	0.0167	0.5867	0.1000	0.0000	0.2018	0.1409
32	0.0210	0.5481	0.1000	0.0000	0.0642	0.0962
33	0.0000	0.4424	0.2000	0.0000	0.0183	0.0897
34	0.0052	0.6134	0.2000	0.0000	0.2294	0.1707
35	0.0000	0.4889	0.4000	0.0000	0.1468	0.1729
36	0.0280	0.5532	0.4000	0.0000	0.1284	0.1767
37	0.0000	0.4984	0.1000	0.0000	0.1009	0.1001
38	0.0035	0.5666	0.4000	0.0000	0.2018	0.1976
39	0.0034	0.6117	0.0000	0.0000	0.2110	0.1248
40	0.0053	0.4988	0.1000	0.0000	0.1927	0.1282
41	0.0065	0.4109	0.1000	0.0000	0.1743	0.1140
42	0.0047	0.4028	0.2000	0.0000	0.2385	0.1523
43	0.0048	0.5430	0.1000	0.0000	0.0734	0.0968
44	0.0128	0.5979	0.2000	0.0000	0.1376	0.1424
45	0.0208	0.5948	0.3000	0.0000	0.0183	0.1271

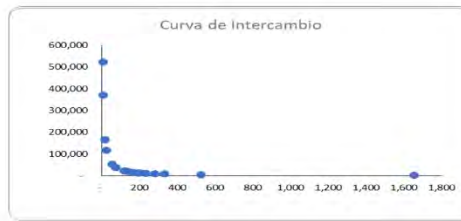
SUMAPRODUCTO

Artículo	Normalización	% Frecuencia	% Frecuencia Acumulado
2	0.9195	5.49%	5.49%
6	0.8563	5.11%	10.60%
7	0.8496	5.07%	15.68%
8	0.8479	5.06%	20.74%
9	0.8436	5.04%	25.78%
4	0.8429	5.03%	30.81%
12	0.8380	5.00%	35.82%
5	0.8304	4.96%	40.77%
3	0.8197	4.89%	45.67%
13	0.7996	4.78%	50.44%
1	0.7938	4.74%	55.18%
15	0.7909	4.72%	59.91%
11	0.4680	2.79%	62.70%
14	0.4338	2.59%	65.29%
10	0.4294	2.56%	67.86%
24	0.3297	1.97%	69.83%
16	0.3190	1.91%	71.73%
23	0.2872	1.72%	73.45%
30	0.2798	1.67%	75.12%
27	0.2655	1.59%	76.70%
19	0.2626	1.57%	78.27%
28	0.2426	1.45%	79.72%
18	0.2393	1.43%	81.15%
29	0.2362	1.41%	82.56%
38	0.1976	1.18%	83.74%
25	0.1964	1.17%	84.91%
36	0.1767	1.05%	85.96%
35	0.1729	1.03%	87.00%
34	0.1707	1.02%	88.02%
20	0.1615	0.96%	88.98%
42	0.1523	0.91%	89.89%
21	0.1456	0.87%	90.76%
44	0.1424	0.85%	91.61%
22	0.1417	0.85%	92.46%
31	0.1409	0.84%	93.30%
17	0.1337	0.80%	94.10%
40	0.1282	0.77%	94.86%
45	0.1271	0.76%	95.62%
39	0.1248	0.75%	96.37%
41	0.1140	0.68%	97.05%
26	0.1117	0.67%	97.71%
37	0.1001	0.60%	98.31%
43	0.0968	0.58%	98.89%
32	0.0962	0.57%	99.46%
33	0.0897	0.54%	100.00%

Anexo 06. Implementación de Curva de Intercambio en Almacén de Insumos

ID	Costo Unitario	Demanda	EOQ	Stock Ciclo	N° Pedidos	POQ	Frecuencia	Lote	Stock Ciclo	N° Pedidos	Stock Prom	
4	250.0	294	36.77	4596.87	8	2	3	15	5625	20.00	7.50	
1	200.0	117	25.94	2593.74	5	2	1	20	2000	6.00	10.00	
16	380.0	156	21.73	4128.32	8	2	2	15	5700	10.00	7.50	
5	3.5	1795	767.98	1343.96	3	4	8	50	700	36.00	25.00	
2	100.0	73	28.97	1448.71	3	4	4	20	4000	4.00	10.00	
3	300.0	264	31.81	4771.79	9	1	4	10	6000	26.00	5.00	
15	108.0	18	13.84	747.60	2	6	2	10	1080	2.00	5.00	
9	54.0	32	26.11	704.84	2	6	2	10	540	3.00	5.00	
11	94.0	34	20.40	958.57	2	6	1	10	470	3.00	5.00	
17	105.0	23	15.87	833.25	2	6	2	15	1575	2.00	7.50	
20	122.0	104	31.31	1909.92	4	3	4	10	2440	10.00	5.00	
7	110.0	28	17.11	941.01	2	6	3	15	2475	2.00	7.50	
21	137.0	60	22.44	1537.29	3	4	1	10	685	6.00	5.00	
6	81.0	60	29.19	1182.05	3	4	2	10	810	6.00	5.00	
14	68.0	81	37.01	1258.39	3	4	4	10	1360	8.00	5.00	
12	50.0	3	8.31	207.67	1	12	2	5	250	1.00	2.50	
18	115.0	15	12.25	704.23	2	6	4	5	1150	3.00	2.50	
13	98.0	48	23.73	1162.93	3	4	4	10	1960	5.00	5.00	
8	79.0	69	31.69	1251.86	3	4	4	10	1580	7.00	5.00	
22	125.0	51	21.66	1353.81	3	4	3	20	3750	3.00	10.00	
10	62.0	40	27.24	844.39	2	6	3	20	1860	2.00	10.00	
19	141.0	54	20.99	1479.54	3	4	2	20	2820	3.00	10.00	
				35,960.74	76.00						48,830.00	168.00
				TCS	N						TCS	N

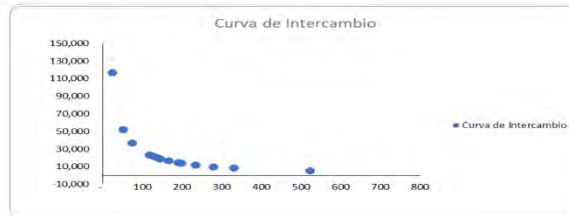
CTE	2,733,015.96		
N	TCS	A/r	
1,653	1,653	1	
523	5,228	10	
331	8,266	25	
279	9,780	35	
234	11,690	50	
198	13,832	70	
191	14,317	75	
165	16,532	100	
145	18,849	130	
135	20,247	150	
125	21,870	175	
117	23,380	200	
74	36,966	500	
52	52,278	1000	
23	116,898	5000	
17	165,318	10000	
7	369,663	50000	
5	522,783	100000	



REAL 168 48,830

Limites financieros y operacionales

N	500
TCS	100,000.00



CTE 2,733,015.96 Costo_total = TCS * r + A * n.

Alt 1:
N cte 168 TCS 16267.95212 CTE 2,733,015.96

Alt 2:
TCS cte N 48830 CTE 2,733,015.96

Alt 3:
A/r cte N CTE 2,733,015.96

Escenarios	TCS	N	A	r	Costo Total
N cte	16268	168	115	1.19	38,640
TCS cte	48830	56	115	0.13	12,880
A/r cte	39642	69	115	0.20	15,857
Actual	48830	168	115	0.40	38,640

Propuesta

r	0.13	A	115
---	------	---	-----

ID	Costo Unitario	Demanda	EOQ	Stock Ciclo	N° Pedidos	POQ
4	250.0	294	45.29	5660.80	6	2
1	200.0	117	31.94	3194.05	4	3
16	380.0	156	26.76	5083.80	6	2
5	3.5	1795	945.72	1655.01	2	6
2	100.0	73	35.68	1784.00	2	6
3	300.0	264	39.17	5876.21	7	2
15	108.0	18	17.05	920.62	1	11
9	54.0	32	32.15	867.97	1	12
11	94.0	34	25.12	1180.42	1	9
17	105.0	23	19.54	1026.11	1	10
20	122.0	104	38.56	2351.97	3	4
7	110.0	28	21.07	1158.80	1	9
21	137.0	60	27.64	1893.09	2	6
6	81.0	60	35.94	1455.63	2	7
14	68.0	81	45.58	1549.64	2	7
12	50.0	3	10.23	255.73	0	41
18	115.0	15	15.08	867.22	1	12
13	98.0	48	29.23	1432.08	2	7
8	79.0	69	39.03	1541.60	2	7
22	125.0	51	26.67	1667.15	2	6
10	62.0	40	33.54	1039.82	1	10
19	141.0	54	25.84	1821.97	2	6
				44,283.71	50.79	
				TCS	N	

A	115
r	0.13
Costo Total	11,680.81

Anexo 07. Implementación de Curva de Intercambio en Productos Terminados

ID	Costo	Demanda	EOQ	Stock Ciclo	N° Pedidos	POQ	Frecuencia	Lote	Stock Ciclo	N° Pedidos	Stock Prom
2	6.4	6,606	1308.66	4206.59	5	7	8	240	6171.69	28	120.0
6	6.3	3,905	1019.62	3191.35	4	3	8	240	6009.86	17	120.0
7	5.9	1,652	685.16	2009.27	2	5	4	240	2815.28	7	120.0
8	6.1	1,533	646.76	1975.27	2	5	4	240	2931.86	7	120.0
9	5.5	5,215	1252.80	3468.88	4	3	8	240	5316.27	22	120.0
4	6.5	1,591	639.40	2073.57	2	5	5	240	4891.61	7	120.0
12	5.2	3,800	1104.95	2866.58	3	3	8	240	4982.25	16	120.0
5	6.2	1,659	655.73	2075.67	2	5	3	240	2245.05	7	120.0
3	6.4	1,678	661.48	2113.93	3	5	3	240	2300.94	7	120.0
13	7.7	2,659	761.12	2911.28	3	3	3	240	2754.00	12	120.0
1	6.0	5,524	1289.76	3713.09	4	4	5	240	3594.02	24	120.0
15	7.7	2,912	796.51	3046.64	4	4	3	240	2784.00	13	120.0
11	5.6	434	377.89	1010.47	1	10	4	200	2258.97	3	100.0
14	7.7	3,70	283.92	1085.99	1	9	5	200	3825.00	2	100.0
10	5.8	466	387.04	1058.01	1	9	4	200	2306.04	3	100.0
24	10.3	250	201.25	1034.68	1	10	4	200	4110.93	2	100.0
16	8.0	237	222.20	888.82	1	11	3	200	2400.00	2	100.0
23	10.0	221	191.50	951.71	1	10	4	200	4017.62	2	100.0
30	10.0	252	204.92	1024.80	1	10	4	200	4000.64	2	100.0
27	10.5	365	241.06	1201.79	2	8	3	200	3140.60	2	100.0
19	10.7	296	214.97	1147.44	1	9	4	200	4270.10	2	100.0
28	10.6	360	237.39	1263.73	2	8	4	200	4298.68	2	100.0
18	10.0	350	240.95	1210.49	1	8	4	200	4019.05	2	100.0
29	10.3	209	184.34	944.83	1	11	3	200	3075.31	2	100.0
38	15.8	75	88.95	702.64	1	14	3	200	4739.55	1	100.0
25	10.3	204	181.45	936.91	1	11	3	200	3098.10	2	100.0
36	15.9	400	205.00	1625.53	2	6	3	200	4756.21	2	100.0
35	16.1	196	142.25	1147.43	1	9	2	200	3224.21	1	100.0
34	15.6	226	155.86	1212.29	1	8	2	200	3150.91	1	100.0
20	10.4	218	186.62	973.48	1	10	2	200	2086.61	2	100.0
42	16.5	133	139.72	1151.25	1	9	2	200	3235.79	1	100.0
21	10.6	262	203.09	1075.04	1	9	2	200	2117.42	2	100.0
44	15.7	278	171.96	1347.21	2	7	2	200	3133.76	2	100.0
22	9.9	348	225.42	1120.12	1	10	9	200	1987.62	2	100.0
31	15.7	241	159.87	1296.22	2	8	3	200	4714.62	2	100.0
17	10.1	332	194.28	995.14	1	10	1	200	2048.89	2	100.0
40	16.1	174	161.08	1572.84	1	9	2	200	4715.96	2	100.0
45	15.7	300	178.56	1400.07	2	7	2	200	3136.33	2	100.0
39	15.8	73	88.28	689.10	1	15	3	200	4683.49	1	100.0
41	16.4	135	116.97	961.78	1	10	2	200	4288.94	1	100.0
26	10.2	342	236.98	1202.66	1	8	2	200	2030.01	2	100.0
37	16.1	209	164.15	1419.92	2	6	2	200	3216.37	1	100.0
43	15.9	102	103.41	821.95	1	12	2	200	3179.31	1	100.0
32	16.3	450	217.35	1725.30	1	8	3	200	3171.11	3	100.0
33	16.3	217	148.89	1214.53	1	8	2	200	3262.84	2	100.0
				70,646.80		84.78					
				TCS	N			TCS	N	189	

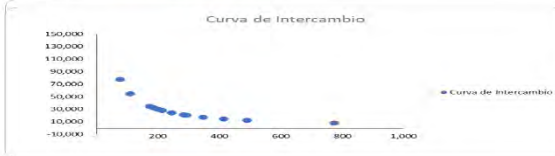
2

CTE	5,989,164.05		
N	2,447	2,447	1
	774	774	10
	489	12,236	25
	414	14,478	25
	446	17,405	30
	293	20,475	70
	188	21,194	75
	245	24,473	100
	215	27,903	130
	100	29,973	150
	185	32,374	175
	173	34,610	200
	109	37,728	250
	77	77,390	1000
	25	173,049	5000
	24	244,728	10000
	11	547,228	20000
N	774,897		100000



Límites financieros y operacionales

N	1000
TCS	100,000.00



CTE 5,989,164.05 Costo total = TCS * r * A * n. Costo total = TCS * r * A * n.

Alt 1:	TCS	CTE
189	31688.6987	5,989,164.05

Alt 2:	TCS cte	N	CTE
79,356		75	5,989,164.05

Alt 3:	A/r cte	TCS cte	N	CTE
				5,989,164.05

Escenarios	TCS	N	A	r	Costo Total
TCS cte	31689	189	250	1.49	94,500
N cte	79356	75	250	0.24	37,500
A/r cte	70647	85	250	0.30	42,388
Actual	79356	189	250	0.60	94,500

Propuesta r 0.24 A 250

ID	Costo	Demanda	EOQ	Stock Ciclo	N° Pedidos	POQ
2	6.4	6,606	1475	4740	4	3
6	6.3	3,905	1149	3596	3	4
7	5.9	1,652	772	2264	2	6
8	6.1	1,533	729	2276	2	6
9	5.5	5,215	1412	3909	4	3
4	6.5	1,591	720	2337	2	5
12	5.2	3,800	1245	3230	3	4
5	6.2	1,659	750	2340	2	5
3	6.4	1,678	745	2382	2	5
13	7.7	2,659	858	3280	3	4
1	6.0	5,524	1307	4184	4	3
15	7.7	2,912	898	3433	3	4
11	5.6	434	403	1139	1	11
14	7.7	3,70	320	1224	1	10
10	5.8	466	314	1192	1	11
24	10.3	250	227	1166	1	11
16	8.0	237	215	1002	1	11
23	10.0	221	216	1084	1	12
30	10.0	252	231	1155	1	11
27	10.5	365	272	1422	1	9
19	10.7	296	242	1293	1	10
28	10.6	360	267	1424	1	9
18	10.0	350	275	1364	1	9
29	10.3	209	208	1065	1	12
38	15.8	75	217	792	1	16
25	10.3	204	231	1056	1	12
35	15.9	400	231	1832	2	10
36	16.1	196	160	1293	1	10
34	15.6	226	175	1366	1	9
20	10.4	218	210	1097	1	12
42	16.5	133	157	1297	1	10
21	10.6	262	229	1211	1	10
44	15.7	278	194	1518	1	8
22	9.9	348	254	1262	1	10
31	15.7	241	180	1416	1	9
17	10.2	332	219	1121	1	11
40	16.1	174	171	1377	1	9
45	15.7	300	201	1578	1	8
39	15.6	73	99	776	1	16
41	16.4	135	132	1084	1	12
26	10.2	342	267	1355	1	9
37	16.1	209	185	1487	1	9
43	15.9	102	117	926	1	14
32	16.3	450	245	1944	2	7
33	16.3	217	148	1369	1	9
				50,020		47
				TCS	N	

Costo Total 23,637.07

Anexo 08. Análisis Económico

Inventario Inicial

		Tipo de cambio		Impuesto a la Renta		
		3.941		29.50%		
	Monto (Sin IGV) S/.	IGV	Total	Vida Útil (Años)	Depreciación	Depreciación/Amortización
Estanterías y sistemas de almacenamiento	S/ 1.800	S/ 288	S/ 1.898	2	S/ 800	90,00%
Contenedores, estanterías y gabinetes	S/ 2.400	S/ 432	S/ 2.832	2	S/ 1.200	90,00%
Bilquetadoras y seminiños	S/ 6.000	S/ 1.080	S/ 7.080	1	S/ 6.000	100,00%
Equipos y suministros de limpieza	S/ 5.000	S/ 900	S/ 5.900	1	S/ 5.000	100,00%
Licencia de software de simulación ABP/SA	S/ 1.325	S/ 238	S/ 1.564	1	S/ 1.325	100,00%
Capacitación en uso del software ABP/SA	S/ 3.900	S/ 680	S/ 4.130	1	S/ 3.900	100,00%
Licencia de software CAD (AutoCAD)	S/ 210	S/ 38	S/ 248	1	S/ 210	100,00%
Conectoria en rediseño de distribución de planta	S/ 12.000	S/ 2.160	S/ 14.160	1	S/ 12.000	100,00%
Capacitación en metodología SS	S/ 4.000	S/ 720	S/ 4.720	1	S/ 4.000	100,00%
S/	36.055	6.486	42.521		S/	34.035

Estructura de Capital

Deuda	40%
Aporte Propio	60%
Deuda/Capital (Debt/Equity)	67%
Beta de la Industria	0,76
Beta Ajustado	1,12
Riesgo País	3,90%
Desviación de mercado	18,02%
Tasa Libre de Riesgo	4,40%
COK (Estados Unidos) (S)	21,51%
Inflación en Perú	4,54%
Inflación en Estados Unidos	2,90%
COK (Perú) (S/2)	21,81%

$$COK = \text{Riesgo País} + \text{Beta} * (\text{Rm} - \text{Rf}) + \text{Rf}$$

$$WACC = (D/D+C) * (\text{TEA}) * (1-T) + (C/D+C) * (COK)$$

Beverage (Soft)

Link

Link

Link

Link

Link

TEA	12,51%
-----	--------

	Monto	Costo	Costo (d.L.)
Deuda	S/ 17.009	12,51%	8,82%
Aporte Propio	S/ 25.513	21,81%	21,81%
Total	S/ 42.521	WACC	16,64%

Flujo de Financiamiento Neto

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Principa	S/ 17.009					
Saldo Deudor		S/ 17.009	S/ 17.009	S/ 17.009	S/ 17.009	S/ 17.009
Amortización						S/ 17.009
Intereses		S/ 2.127,77	S/ 2.127,77	S/ 2.127,77	S/ 2.127,77	S/ 2.127,77
Estado Fiscal: Interes x T		S/ 627,69	S/ 627,69	S/ 627,69	S/ 627,69	S/ 627,69
Flujo Financiamiento Neto	S/ 17.009	-S/ 1.500	-S/ 1.500	-S/ 1.500	-S/ 1.500	-S/ 1.500
Flujo sin Escudo	S/ 17.009	-S/ 2.128	-S/ 2.128	-S/ 2.128	-S/ 2.128	-S/ 2.128

Ingreso Por Ventas y Egresos

Datos:

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Pedidos Adicionales	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200
Precio de Venta Unitario	S/ 7,5	S/ 7,5	S/ 7,5	S/ 7,5	S/ 7,5
Sobrestock Reducido	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600
Costo de Sobrestock	S/ 7,0	S/ 7,0	S/ 7,0	S/ 7,0	S/ 7,0

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Aumento Consumo	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200
Aumento Consumo	S/ 7,0	S/ 7,0	S/ 7,0	S/ 7,0	S/ 7,0
Capacitación	S/ 1.500,0	S/ 1.500,0	S/ 1.500,0	S/ 1.500,0	S/ 1.500,0



Ventas

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos (Sin IGV)	S/ -	S/ 65,200	S/ 65,200	S/ 65,200	S/ 65,200	S/ 65,200
IGV	S/ -	S/ 11,736	S/ 11,736	S/ 11,736	S/ 11,736	S/ 11,736
Ingresos (Con IGV)	S/ -	S/ 76,936	S/ 76,936	S/ 76,936	S/ 76,936	S/ 76,936

Egresos

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión Inicial	-S/ 36,035					
Costo de Ventas		-S/ 51,900	-S/ 51,900	-S/ 51,900	-S/ 51,900	-S/ 51,900
Total Egresos (Sin IGV)	-S/ 36,035	-S/ 51,900	-S/ 51,900	-S/ 51,900	-S/ 51,900	-S/ 51,900
IGV	-S/ 6,486	-S/ 9,342	-S/ 9,342	-S/ 9,342	-S/ 9,342	-S/ 9,342
Total Egresos (Con IGV)	-S/ 42,521	-S/ 61,242	-S/ 61,242	-S/ 61,242	-S/ 61,242	-S/ 61,242

Estado de Resultados

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	S/ 65,200	S/ 65,200	S/ 65,200	S/ 65,200	S/ 65,200
Costo de Ventas	-S/ 51,900	-S/ 51,900	-S/ 51,900	-S/ 51,900	-S/ 51,900
Utilidad Bruta	S/ 13,300	S/ 13,300	S/ 13,300	S/ 13,300	S/ 13,300
Perdida/ganancia x venta					
Depreciación	-S/ 2,000	-S/ 2,000	-S/ 2,000	-S/ 2,000	-S/ 2,000
Amortización Intangibles	-S/ 16,035	-S/ 11,035	-S/ 9,710	-S/ 9,710	-S/ 9,710
Gastos Financieros	-S/ 2,128	-S/ 2,128	-S/ 2,128	-S/ 2,128	-S/ 2,128
Utilidad Antes de Impuestos	-S/ 6,863	-S/ 1,863	-S/ 538	-S/ 538	-S/ 538
Impuesto a la Renta	S/ 2,025	S/ 550	S/ 159	S/ 159	S/ 159
Utilidad Después de Impuestos	-S/ 4,838	-S/ 1,313	-S/ 379	-S/ 379	-S/ 379

Módulo del IGV

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
IGV de Ingresos	S/ -	S/ 11,736	S/ 11,736	S/ 11,736	S/ 11,736	S/ 11,736
IGV de Egresos	S/ 6,486	S/ 9,342	S/ 9,342	S/ 9,342	S/ 9,342	S/ 9,342
Diferencia	S/ 6,486	-S/ 2,394	-S/ 2,394	-S/ 2,394	-S/ 2,394	-S/ 2,394
Credito Tributario	S/ 6,486	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Pago de IGV	S/ -	S/ 4,092	-S/ 2,394	-S/ 2,394	-S/ 2,394	-S/ 2,394

Estado de Resultados (Sin IGV)

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas	S/ 65,200	S/ 65,200	S/ 65,200	S/ 65,200	S/ 65,200
Costo de Ventas	-S/ 51,900	-S/ 51,900	-S/ 51,900	-S/ 51,900	-S/ 51,900
Utilidad Bruta	S/ 13,300	S/ 13,300	S/ 13,300	S/ 13,300	S/ 13,300
Perdida/ganancia x venta					
Depreciación	-S/ 2,000	-S/ 2,000	-S/ 2,000	-S/ 2,000	-S/ 2,000
Amortización Intangibles	-S/ 16,035	-S/ 11,035	-S/ 9,710	-S/ 9,710	-S/ 9,710
Utilidad Antes de Impuestos	-S/ 4,735	S/ 265	S/ 1,590	S/ 1,590	S/ 1,590
Impuesto a la Renta	S/ 1,397	-S/ 78	-S/ 469	-S/ 469	-S/ 469

Flujo de Caja

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos Relevantes	S/ -	S/ 76,936	S/ 76,936	S/ 76,936	S/ 76,936	S/ 76,936
Inversión Inicial	-S/ 42,521	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Egresos Relevantes	S/ -	-S/ 61,242	-S/ 61,242	-S/ 61,242	-S/ 61,242	-S/ 61,242
Pago de IGV	S/ -	S/ 4,092	-S/ 2,394	-S/ 2,394	-S/ 2,394	-S/ 2,394
Impuesto a la Renta	S/ -	S/ 1,397	-S/ 78	-S/ 469	-S/ 469	-S/ 469
F. Caja Económico	-S/ 42,521.30	S/ 21,183.13	S/ 13,221.83	S/ 12,830.95	S/ 12,830.95	S/ 12,830.95
Flujo Financiamiento Neto	S/ 17,008.52	-S/ 2,127.77	-S/ 2,127.77	-S/ 2,127.77	-S/ 2,127.77	-S/ 2,127.77
Escudo Tributario G. Financiero	S/ -	S/ 627.69	S/ 627.69	S/ 627.69	S/ 627.69	S/ 627.69
F. Caja Financiero	-S/ 25,512.78	S/ 19,683.05	S/ 11,721.75	S/ 11,330.88	S/ 11,330.88	-S/ 5,677.64

Evaluación Económica

WACC	16.6114%
VAN - E	S/ 6,348.53
TIR-E	23.62%
COK	21.5051%
VAN - F	S/ 7,997.56
TIR-F	41.75%

Anexo 09. LBU por método de Francis

Secuencia	
4	
2	
9	
8	
6	
7	
5	
3	
1	

8	7	6
5000	10000	5000
1	4 (A)	5
10000		10000
2	3	4
5000	10000	5000

10	9	8	7
5	510	1005	500
1	2 (O)	4 (E)	6
10			1000
2	3	4	5
5	510	1005	500

12	11	10	9
	500	1000	500
1	2 (U)	4 (E)	8
			1000
2	3	9 (U)	7
	500		500
	4	5	6

14	13	12	11	10
5	510	1005	500	
1	2 (O)	4 (E)	8 (U)	9
10				
2	3	9 (I)	7	8
5	610		600	
	4	5	6	
	50	100	50	

A	10000
E	1000
I	100
O	10
U	0
X	-10000

14	13	12		
5	10	5		
16	15	6 (O)	11	10
5	70		160	50
1	2 (O)	4 (I)	8 (I)	9
10				100
2	3	9 (U)	7	8
5	60		150	50
	4	5	6	

14	13	12	11		
5	10	5	5		
16	15	6 (U)	7 (O)	10	10
5	50			15	
1	2 (U)	4 (I)	8 (O)	9	9
10				10	
2	3	9 (I)	7	8	8
5	150		160	5	
	4	5	6	6	
	50	100	50		

14	13	12	11		
5	10	5	5		
16	15	6 (U)	7 (U)	10	10
5	-5000				
1	2 (U)	4 (X)	8 (U)	9	9
10					
2	3	9 (O)	5 (U)	8	8
5	-4090				
	4	5	6	7	7
	5	10	5		

16	15	14	13		
5	10	5	5		
18	17	6	7	12	12
5					
1	2	4	8	11	11
10					
2	3	9	5	10	10
5	60				
	4	1	8	9	9
	5	6	7		

