

**UNIVERSIDAD CENTRAL.  
VICERRECTORÍA ACADÉMICA.**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

**PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PROCESO DE  
ALMACÉN EN EL ÁREA DE KITTING DE CONSUMIBLES DE  
LA EMPRESA ICU MEDICAL LTD. EN COSTA RICA.**

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

**ESTUDIANTE: JONATHAN GUTIÉRREZ OBANDO.**

**TUTOR: PAOLA CASTRO MARTINEZ.**

**SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA.**

**JULIO, 2024.**

# CONTENIDO.

DECLARACIÓN JURADA .....	I
CÉDULA DE IDENTIDAD .....	II
SOLICITUD DE DEFENSA .....	III
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR .....	V
CERTIFICADO DEL FILÓLOGO .....	VI
CARTA DE ENTENDIMIENTO .....	VII
CONTENIDO .....	VIII
TABLAS .....	XIII
FIGURAS.....	XIV
DEDICATORIA.....	XVII
AGRADECIMIENTOS .....	XVIII
EPÍGRAFE .....	XIX
RESUMEN.....	XX
<b>CAPÍTULO I. PROBLEMA.....</b>	<b>21</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
1.2 OBJETIVOS.....	23
1.2.1 <i>Objetivo general</i> .....	23
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	23
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	24
1.4 ANTECEDENTES.....	26
1.4.1 <i>Antecedentes nacionales</i> .....	26
1.4.1.1 ANTECEDENTE 1 .....	26
1.4.1.2 ANTECEDENTE 2 .....	26
1.4.1.3 ANTECEDENTE 3 .....	27
1.4.1.4 ANTECEDENTE 4 .....	27
1.4.1.5 ANTECEDENTE 5 .....	27
1.4.2 <i>Antecedentes internacionales</i> .....	27
1.4.2.1 ANTECEDENTE 1 .....	27

1.4.2.2 ANTECEDENTE 2 .....	28
1.4.2.3 ANTECEDENTE 3 .....	28
1.4.2.4 ANTECEDENTE 4 .....	28
1.4.2.5 ANTECEDENTE 5 .....	29
1.5 PROYECCIONES.....	29
1.5.1 Alcances .....	30
1.5.2 Limitaciones.....	31
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>32</b>
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES .....	35
2.1.1 Ciclo DMAIC .....	36
2.1.2 Voz de cliente .....	38
2.1.3 Diagrama de SIPOC.....	40
2.1.4 Diagrama de flujo .....	42
2.1.5 Análisis FODA .....	44
2.1.6 Mapas de valor (VSM).....	46
2.1.7 Registro Histórico .....	47
2.1.8 Estudio de tiempos .....	48
2.1.9 Histograma .....	49
2.1.10 Gráfico de control .....	52
2.1.11 Diagrama de Ishikawa .....	55
2.1.12 Los 5 porqués.....	57
2.1.13 Diagrama de Pareto .....	59
2.1.14 Costo Beneficio .....	61
2.1.15 Multivoto o Multivotación .....	62
2.1.16 Lluvia de ideas.....	64
2.1.17 Diagrama de Gantt .....	66
2.1.18 Dashboard .....	68
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA .....	70
2.2.1 Visión / Misión / Norte Verdadero.....	71
2.2.2 Antecedentes históricos .....	72
2.2.3 Ubicación geográfica .....	73
2.2.4 Estructura organizacional .....	74
2.2.5 Cantidad de empleados .....	76
2.2.6 Tipos de productos .....	78
2.2.7 Mercado de exportación .....	80
2.2.8 Descripción general del proceso productivo .....	83
2.2.8.1 Descripción general del proceso productivo ICU Medical Costa Rica .....	83

2.2.8.2 Descripción general del proceso productivo Kitting Consumibles .....	87
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>89</b>
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	90
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN .....	91
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN .....	95
3.3.1 Sujetos de información .....	97
3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS .....	105
3.5 INSTRUMENTOS .....	108
3.5.1 ENCUESTAS Y CUESTIONARIOS .....	108
3.5.2 CAMINATAS GEMBA .....	110
3.5.3 OBSERVACIÓN DIRECTA .....	112
3.5.4 RECOLECCIÓN DE DOCUMENTOS Y MATERIALES .....	114
3.5.5 ENTREVISTAS .....	115
3.5.6 GRUPOS DE ENFOQUE .....	117
3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS .....	119
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>122</b>
4.1 DEFINIR .....	124
4.1.1 DIAGRAMA SIPOC DEL PROCESO DE KITTING CONSUMIBLES .....	125
4.1.2 DIAGRAMA FODA DE ICU MEDICAL COSTA RICA .....	128
4.1.3 DIAGRAMA FODA DE KITTING CONSUMIBLES .....	131
4.1.4 Diagrama de flujo del proceso productivo de Kitting Consumibles .....	134
4.1.5 Histograma de tiempos de espera en el proceso de Kitting Consumibles .....	139
4.1.6 Value Stream Mapping .....	151
4.1.7 Mapa de grupos de interés .....	161
4.1.8 Voz de cliente .....	164
4.2 MEDIR .....	167
4.2.1 DIAGRAMA DE PARETO .....	167
4.2.2 ENTREVISTAS Y ENCUESTAS .....	173
4.2.3 CAMINATAS GEMBA .....	177
4.2.4 ESTUDIO DE TIEMPOS .....	178
4.2.4.1 ESTUDIO DE TIEMPOS – PIQUEO DE MATERIAL .....	179
4.2.4.2 ESTUDIO DE TIEMPOS – CHEQUEO DE MATERIAL .....	181
4.2.4.3 ESTUDIO DE TIEMPOS – INGRESO DE MATERIAL .....	183
4.3 ANALIZAR .....	186
4.3.1 LLUVIA DE IDEAS .....	186
4.3.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA .....	188

4.3.3 MULTIVOTO .....	193
4.3.4 5 PORQUÉS .....	196
<b>CAPÍTULO V. PROPUESTA .....</b>	<b>204</b>
5.1 MEJORAR .....	205
5.1.1 TABLA DE MEJORAS PARA LAS CAUSAS CRÍTICAS.....	206
5.1.2 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO .....	209
5.1.3 PROPUESTA #1: CATEGORIZAR LOS ÍTEMS E IMPLEMENTAR PIQUEO A NIVEL DE PISO .....	211
5.1.3.1 ANÁLISIS ECONÓMICO – PROPUESTA #1.....	217
5.1.3.2 ESTADO Y RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	220
5.1.4 PROPUESTA #2: IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DIGITAL .....	225
5.1.4.1 ANÁLISIS ECONÓMICO – PROPUESTA #2.....	228
5.1.4.2 ESTADO Y RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	230
5.1.5 PROPUESTA #3: REEMPLAZO DE ELEVADORES .....	235
5.1.5.1 ANÁLISIS ECONÓMICO – PROPUESTA #3.....	239
5.1.5.2 ESTADO Y RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	242
5.1.6 PROPUESTA #4: OPTIMIZAR EL PROCESO DE DESEMPAQUE.....	244
5.1.6.1 ANÁLISIS ECONÓMICO – PROPUESTA #4.....	249
5.1.6.2 ESTADO Y RESULTADOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	251
5.2 CONTROLAR .....	253
5.2.1 INDICADORES DE DESEMPEÑO (KPIs).....	254
5.2.2 AUDITORÍAS REGULARES.....	254
5.2.3 CHECKLISTS DE VERIFICACIÓN.....	255
5.2.4 CAPACITACIÓN CONTINUA .....	255
5.2.5 REUNIONES DE SEGUIMIENTO.....	256
5.2.6 SISTEMAS DE RETROALIMENTACIÓN.....	256
5.2.7 GRÁFICOS DE CONTROL .....	257
5.2.8 RESUMEN DE INVERSIÓN Y RETORNO (ROI).....	257
5.2.9 CUANTIFICACIÓN DE BENEFICIOS.....	259
5.2.10 DIAGRAMA DE GANTT – IMPLEMENTACIÓN DE CADA PROPUESTA.....	261
5.2.11 ESTIMACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL OBJETIVO DEL PROYECTO.....	264
<b>CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>266</b>
CONCLUSIONES .....	267
RECOMENDACIONES .....	268
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>270</b>
<b>APÉNDICES Y ANEXOS.....</b>	<b>279</b>

APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	280
APÉNDICE 2: ENCUESTA KITTING CONSUMIBLES.....	283
APÉNDICE 3: CAMINATAS GEMBA .....	289
APÉNDICE 4: ACOMODO DE RACKS – SITUACIÓN ACTUAL .....	296
ANEXO 1: SET INTRAVENOSO .....	297
ANEXO 2: BOMBA DE INFUSIÓN.....	298
ANEXO 3: COTIZACIÓN DE INDUSTRIA UNICAN.....	299
ANEXO 4: DIBUJO Y ESPECIFICACIONES DE LA CAJA PLÁSTICA .....	300

## TABLAS.

Tabla 1: Cantidad de empleados por área .....	78
Tabla 2: Project Charter para la investigación .....	99
Tabla 3: Variables de la investigación por objetivo específico .....	107
Tabla 4: Frecuencia de paros de línea del Q1 2021 al Q3 2024 .....	169
Tabla 5: Costos por exceso de inventario, mantenimiento de equipos y no conformidades del Q1 2021 al Q3 2024	171
Tabla 6: Resultados de la encuesta sección “Tiempos de preparación” .....	174
Tabla 7: Resultados de la encuesta sección “Comunicación entre Departamentos” .....	174
Tabla 8: Resultados de la encuesta sección “Equipos Obsoletos” .....	175
Tabla 9: Resultados de la encuesta sección “Inventario en Tránsito” .....	175
Tabla 10: Resultados de la toma de tiempos del proceso de piqueo .....	180
Tabla 11: Resultados de la toma de tiempos del proceso de chequeo .....	182
Tabla 12: Resultados de la toma de tiempos del proceso de ingreso de material .....	184
Tabla 13: Tabla de mejoras para las causas críticas .....	207
Tabla 14: Tabla resumen de análisis económico del proyecto .....	210
Tabla 15: Resumen análisis ABC .....	213
Tabla 16: Tabla de análisis económico del proyecto – Propuesta 1 .....	219
Tabla 17: Comparativa de distancias recorridas .....	222
Tabla 18: Comparativa de tiempos de piqueo de material .....	223
Tabla 19: Tabla de análisis económico del proyecto – Propuesta 2 .....	229
Tabla 20: Simulación tiempos de espera .....	235
Tabla 21: Tabla de análisis económico del proyecto – Propuesta 3 .....	241
Tabla 22: Plan de Inversión y Reemplazo Anual de Cajas Plásticas (2025-2029) .....	247
Tabla 23: Tabla de análisis económico del proyecto – Propuesta 4 .....	250
Tabla 24: Comparativa de materiales ingresados .....	252
Tabla 25: Resumen de Costos y Retorno de Inversión del Proyecto .....	258

## FIGURAS.

Figura 1: Ejemplo de Ciclo DMAIC .....	38
Figura 2: Ejemplo de VOC.....	40
Figura 3: Ejemplo de diagrama de SIPOC .....	42
Figura 4: Ejemplo de diagrama de flujo .....	44
Figura 5: Ejemplo de análisis FODA.....	46
Figura 6: Ejemplo de VSM.....	47
Figura 7: Ejemplo de registro historico .....	48
Figura 8: Ejemplo de estudio de tiempos .....	49
Figura 9: Ejemplo de histograma.....	52
Figura 10: Ejemplo de gráfico de control .....	55
Figura 11: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa .....	57
Figura 12: Ejemplo de los 5 porqués .....	58
Figura 13: Ejemplo de diagrama de Pareto .....	61
Figura 14: Ejemplo de costo beneficio.....	62
Figura 15: Ejemplo de multivoto .....	64
Figura 16: Ejemplo de lluvia de ideas.....	66
Figura 17: Ejemplo de diagrama de gantt.....	68
Figura 18: Ejemplo de Dashboard .....	70
Figura 19: Mapa satelital de ICU Medical LTD Costa Rica.....	74
Figura 20: Organigrama Gerencia de Staff.....	75
Figura 21: Organigrama Gerencia de Calidad .....	75
Figura 22: Organigrama Gerencia de Finanzas.....	76
Figura 23: Organigrama Gerencia de RRHH.....	76
Figura 24: Proceso productivo ICU Medical Costa Rica.....	86
Figura 25: Proceso productivo general de Kitting .....	88
Figura 26: Metodología DMAIC .....	93
Figura 27: Ejemplo de Encuestas y Cuestionarios .....	110
Figura 28: Ejemplo de Caminatas Gemba.....	112
Figura 29: Ejemplo de Estudio de Observación Directa .....	113
Figura 30: Ejemplo de Recolección de Documentos y Materiales.....	115
Figura 31: Ejemplo de Entrevistas.....	117
Figura 32: Ejemplo de Grupos de Enfoque .....	119
Figura 33: Diagrama SIPOC proceso de Kitting Consumibles.....	126
Figura 34: Diagrama FODA ICU Medical Costa Rica .....	129
Figura 35: Diagrama FODA Kitting Consumibles .....	132
Figura 36: Proceso productivo detallado de Kitting .....	138
Figura 37: Histograma tiempos de espera - Piqueo .....	141
Figura 38: Histograma tiempos de espera - Chequeo .....	142
Figura 39: Histograma tiempos de espera – Ingreso de material .....	142

Figura 40: Histograma tiempos de espera – Auditoría .....	143
Figura 41: Histograma tiempos de espera – Servicio al cliente .....	143
Figura 42: Histograma tiempos de espera – Piqueo.....	145
Figura 43: Histograma tiempos de espera – Chequeo .....	145
Figura 44: Histograma tiempos de espera – Ingreso de material .....	146
Figura 45: Histograma tiempos de espera – Auditoria.....	146
Figura 46: Histograma tiempos de espera – Servicio al cliente .....	147
Figura 47: Histograma tiempos de espera – Piqueo.....	148
Figura 48: Histograma tiempos de espera – Chequeo .....	149
Figura 49: Histograma tiempos de espera – Ingreso de material .....	149
Figura 50: Histograma tiempos de espera – Auditoria.....	150
Figura 51: Histograma tiempos de espera – Servicio al cliente .....	150
Figura 52: VSM – Procesos de máquinas .....	152
Figura 53: VSM – Procesos de líneas finales directas .....	155
Figura 54: VSM – Procesos de líneas finales indirectas.....	158
Figura 55: Mapa de grupos de interés en Kitting Consumibles .....	162
Figura 56: Diagrama Voz de Cliente.....	165
Figura 57: Pareto de causas de paros de línea del Q1 2021 al Q3 2024 .....	169
Figura 58: Pareto de causas de paros de línea del Q1 2021 al Q3 2024 .....	171
Figura 59: Gráfico toma de tiempos del proceso de piqueo .....	180
Figura 60: Gráfico toma de tiempos del proceso de chequeo .....	182
Figura 61: Gráfico toma de tiempos del proceso de ingreso de material.....	184
Figura 62: Diagrama Lluvia de ideas .....	187
Figura 63: Diagrama Ishikawa – Tiempos prolongados de preparación.....	190
Figura 64: Gráfico Multivoto.....	194
Figura 65: 5 porqués - No existe una categoría para los artículos de alto y bajo consumo.....	198
Figura 66: 5 porqués - Falta de visualización en tiempo real de los pedidos .....	199
Figura 67: 5 porqués – Equipos de kitting viejos - elevadores .....	200
Figura 68: 5 porqués – Desempaque de un alto porcentaje de los materiales.....	201
Figura 69: Gráfico de ítems categoría A y B.....	213
Figura 70: Gráfico Gantt – Propuesta #1.....	216
Figura 71: Diagramas de espagueti – Proceso Slide Clamp .....	221
Figura 72: Fotografía 1 - Piqueo a piso .....	223
Figura 73: Fotografía 2 - Piqueo a piso .....	224
Figura 74: Fotografía 3 - Piqueo a piso .....	224
Figura 75: Gráfico Gantt – Propuesta #2 V1 .....	226
Figura 76: Gráfico Gantt – Propuesta #2 V2 .....	226
Figura 77: eKanban – Vista general .....	231
Figura 78: eKanban – Vista asignación .....	231
Figura 79: eKanban – Vista solicitudes electrónicas .....	232
Figura 80: eKanban – Vista plan de producción .....	232
Figura 81: eKanban – Vista tarjetas pull system.....	233

Figura 82: eKanban – Vista auditoria ..... 233

Figura 83: Gráfico Gantt – Propuesta #3..... 238

Figura 84: Elevadores – El antes y después ..... 243

Figura 85: Gráfico Gantt 1 – Propuesta #4 ..... 246

Figura 86: Gráfico Gantt 2 – Propuesta #4 ..... 246

Figura 87: Diagrama de Gantt – Implementación de cada propuesta ..... 263

## **DEDICATORIA.**

Con gratitud y amor, dedico esta tesis a quienes han sido mi fuente de fortaleza, inspiración y apoyo constante en este camino.

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, otorgándome la sabiduría y la perseverancia necesarias para alcanzar este logro.

A mi familia, por ser mi impulso constante y mi refugio seguro. A mis padres, Martha y Minor, quienes con su ejemplo de dedicación y esfuerzo me enseñaron a nunca rendirme. A mi esposa, Kembly, por su amor y apoyo incondicional en cada desafío, y a mi hija, Mariangel, quien da sentido a cada logro y me inspira a ser mejor cada día. Esta tesis es también de ustedes, pues sin su presencia y confianza, nada de esto sería posible.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todos los profesores de la Universidad Central de Costa Rica, quienes durante mis años de carrera me brindaron su conocimiento y apoyo constante. De manera especial, agradezco a la ingeniera Paola Castro Martínez, por su guía y dedicación como tutora en este proyecto, cuya orientación fue fundamental en cada paso del proceso.

Mi gratitud también va dirigida a mis compañeros en ICU Medical, quienes participaron activamente en esta investigación, compartiendo sus conocimientos y experiencia en cada etapa. A Laura Zamora, gerente de ICU Medical, con quien tuve la oportunidad de iniciar este proyecto, quiero expresar mi más profundo agradecimiento no solo por su apoyo y colaboración desde el primer momento, sino también por la amistad y confianza que han sido pilares fundamentales durante este proceso.

Este trabajo es reflejo de cada una de las contribuciones recibidas, y por ello, agradezco profundamente a todos los que me acompañaron en este camino.

## EPÍGRAFE.

*En los momentos de crisis, solo la imaginación es más importante que el conocimiento.*

Albert Einstein.

## RESUMEN.

Este estudio se llevó a cabo en ICU Medical Costa Rica, enfocado en optimizar el proceso de kitting de consumibles mediante la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).

En el capítulo 4, se identificaron las principales debilidades del proceso, como tiempos de espera prolongados y falta de visibilidad en tiempo real del inventario. Se establecieron tiempos de preparación de materiales que representaron el 30% del tiempo total del proceso y se registraron errores del 25% debido a la comunicación ineficiente. Además, se detectaron dieciséis causas de ineficiencias, destacando la falta de categorización de artículos, desempaque de materiales, falta de visualización en tiempo real, y la obsolescencia de equipos.

En el capítulo 5, se propusieron soluciones con una inversión superior a \$150,000, esperando un retorno en menos de un año. Las mejoras incluyeron una reducción del 36% en los traslados, un 64% en los tiempos de piqueo y una disminución del 53% al 63% en los tiempos de espera, generando un ahorro anual de \$32,932 asociados a paros de línea y mantenimiento de equipos. La implementación de cajas plásticas se proyectó para incrementar la productividad en un 52%, permitiendo la eliminación de 10 posiciones laborales.

Finalmente, se establecieron herramientas de control como auditorías y checklists para asegurar la sostenibilidad de las mejoras. Los resultados obtenidos indican que se cumplió el objetivo general del estudio, optimizando el proceso de Kitting y mejorando la gestión de consumibles en ICU Medical Costa Rica.

Palabras clave: DMAIC, optimización de procesos, kitting, gestión de inventarios, mejora continua.

## **CAPÍTULO I. PROBLEMA.**

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Este proyecto se llevará a cabo en ICU Medical Ltd., ubicada en la provincia de Heredia, Zona Franca Global Park. ICU Medical es una empresa líder mundial en el desarrollo, fabricación y venta de dispositivos médicos utilizados en terapia de infusión y cuidados críticos.

ICU Medical cuenta con tres grandes Focus Factories: Moldeo, Ensamble y Bombas de Infusión. El área de soporte donde se desarrollará el proyecto es el Kitting de Consumibles, que forma parte del departamento de almacén y se encarga de suministrar toda la materia prima requerida para las áreas de manufactura de Ensamble.

El Focus Factory de Ensamble está compuesto por 54 centros de trabajo distribuidos en 43 máquinas de ensamble y 11 líneas de ensamble manual. Dado que se trata de productos médicos, las áreas de producción se encuentran en cuartos limpios con parámetros ambientales estrictamente controlados, por lo que no se permite el ingreso de materiales o productos que generen particulado, como las cajas de empaque de cartón.

Todos los materiales solicitados por manufactura son preparados cada dos horas en el área de Kitting utilizando el sistema pull system y tarjetas de ayuda visual kanban. Sin embargo, debido a la cantidad de líneas de producción, las restricciones del cuarto limpio, la inexistencia de herramientas de trazabilidad en tiempo real y equipos obsoletos, algunos kits de materiales tardan hasta 18 horas en ser retirados por manufactura. Estos tiempos de espera elevados provocan desperdicios en inventario, sobre procesamiento, esperas, movimientos y transporte.

Por lo tanto, se llevará a cabo una evaluación de las herramientas Lean Manufacturing actualmente utilizadas en el área, así como un estudio de posibles alternativas. Además, se aplicará la metodología DMAIC para comprender mejor el proceso y con esto proponer soluciones que permitan reducir los tiempos de espera de los kits de material.

Este proyecto contribuirá tanto al departamento de almacén como a ICU Medical al eliminar los desperdicios identificados en el área de Kitting con soluciones viables, optimizando los recursos, aumentando la eficiencia y productividad del área.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo general**

Proponer mejoras en el proceso de kitting del almacén de ICU Medical LTD, con la finalidad de reducir los tiempos de espera de los materiales pendientes de entrega a manufactura, mediante la aplicación de la metodología DMAIC y los principios de Lean Manufacturing.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Realizar un diagnóstico del proceso actual de kitting de consumibles para identificar de manera precisa las ineficiencias, errores y equipos obsoletos.
2. Evaluar y cuantificar las variables identificadas durante el diagnóstico para localizar áreas específicas de mejora en el proceso.
3. Analizar las causas fundamentales que afectan la productividad del proceso y evaluar alternativas estratégicas para mejorar el rendimiento y la eficiencia del proceso de kitting.
4. Proponer herramientas ingenieriles y sistemas de Lean Manufacturing que optimicen los tiempos de preparación de los materiales, reduzcan los inventarios en tránsito y minimicen los tiempos de espera de los kits antes de su entrega a manufactura.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

La creciente competitividad y la complejidad de los procesos de almacén han impulsado la necesidad de implementar diversas herramientas y tecnologías para optimizar los procesos y reducir los costos asociados al almacenamiento y sus variables en la industria.

Este proyecto es de suma importancia, ya que busca satisfacer las necesidades de almacén y manufactura al reducir los tiempos de preparación, los tiempos de entrega y los inventarios. Además, la reducción de estos tiempos y la optimización de los procesos permitirá disminuir significativamente los costos operativos relacionados con la gestión de inventarios, el almacenamiento y el uso de recursos, generando un impacto positivo en los resultados financieros de la empresa. Para alcanzar estos objetivos, se implementarán herramientas de información y sistemas de mejora que permitirán aumentar la eficiencia del área de almacén y, en consecuencia, mejorar la competitividad de la empresa.

En el contexto de una empresa médica, la gestión eficiente de los costos operativos es crucial para mantener la competitividad y garantizar la calidad del servicio. Entre los diversos costos que afectan la operativa de la empresa, los tiempos de espera, el almacenamiento y el costo del personal son aspectos clave que impactan significativamente en la eficiencia y la rentabilidad. La reducción de estos costos no solo mejorará el flujo operativo, sino que también tendrá un impacto directo en los márgenes de ganancia de la empresa, ayudando a mantener precios competitivos en el mercado.

- **Tiempos de Espera:** Los tiempos de espera en los procesos logísticos y de manufactura pueden generar costos considerables. Estos incluyen retrasos en la producción y la entrega de productos médicos críticos, lo que puede afectar la capacidad de la empresa para cumplir con las demandas del mercado. Además, los períodos de inactividad para el personal y el equipo no solo reducen la eficiencia operativa, sino que también aumentan el costo unitario de los productos, elevando los costos operativos. Los retrasos en la entrega también pueden ocasionar la pérdida de oportunidades y una disminución en la satisfacción del

cliente, afectando negativamente la competitividad y la reputación de la empresa, lo cual se traduce en pérdidas económicas significativas.

- Almacenamiento en Bodega: Los costos relacionados con el almacenamiento en bodega abarcan varios aspectos importantes. El alquiler o mantenimiento del espacio de almacenamiento puede ser elevado, especialmente en el caso de mantener un inventario excesivo o manejar productos voluminosos. A esto se le suman los costos asociados con seguros y el deterioro de productos obsoletos o caducados. Cada metro cuadrado de almacenamiento no optimizado genera un costo fijo que podría haberse evitado al implementar estrategias de inventario más eficientes, lo que impacta negativamente en los resultados financieros de la empresa.
- Almacenamiento en Cuarto Limpio de Manufactura: El almacenamiento en cuartos limpios de manufactura conlleva costos adicionales relacionados con el control ambiental, incluyendo la regulación de temperatura, humedad y limpieza. Mantener estas condiciones requiere inversiones en infraestructura y equipos especializados, lo que genera gastos operativos significativos. Además, cumplir con las regulaciones y estándares de calidad para el almacenamiento de productos médicos implica gastos en procedimientos de control y capacitación del personal. Los costos operativos, como los de energía y mantenimiento, pueden elevar los costos generales de la operación, afectando la rentabilidad final de cada producto manufacturado.
- Costo Anual Personal (HeadCount): El costo del personal en la empresa médica se justifica al considerar no solo los salarios, beneficios y otros incentivos para quienes trabajan en áreas críticas como almacén, manufactura y gestión de calidad, sino también la inversión en capacitación y desarrollo. Esta inversión es fundamental para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad y las regulaciones médicas. No obstante, si no se optimizan los procesos y se aprovechan eficientemente los recursos humanos, el costo por empleado puede

incrementarse significativamente, lo que aumenta los costos de operación. Maximizar la productividad del personal puede traducirse en una reducción considerable de los costos anuales operativos.

Comprender y gestionar estos costos no solo optimiza la operación de la empresa médica, sino que también permite un uso más efectivo de los recursos financieros. La implementación de mejoras en estos aspectos reducirá significativamente los costos operativos, aumentando así la rentabilidad de la empresa y permitiendo una mayor competitividad en el sector.

## **1.4 ANTECEDENTES**

### **1.4.1 Antecedentes nacionales**

**1.4.1.1 Antecedente 1.** La siguiente tesis se tiene a Ing. (Castro, 2020), de la Universidad Latina de Costa Rica, que en su tesis titulada “Diseño de un sistema de gestión del inventario para implementar un programa de planificación de recurso inventarios en el Bar y Restaurante La Reina Del Valle que permite el incremento de las utilidades al optimizar los recursos actuales”, diseñó un sistema con el fin de determinar un control de los inventarios óptimos y con esto lograr un aumento del 40% de las utilidades. En este proyecto, enfocado en almacenamiento, se utilizaron herramientas ingenieriles tales como Ishikawa, análisis ABC, diagrama de Gantt, por lo que se asemeja al trabajo en estudio al enfocarse en el problema de falta de visualización del inventario en tiempo real.

**1.4.1.2 Antecedente 2.** La siguiente tesis se tiene a (Hernández Campos, 2022), de la Universidad Latina de Costa Rica, que en su tesis titulada “Propuesta de mejora en los procesos productivos y eficiencia de los recursos humanos en la línea de producción PolarMap, mediante herramientas de mejora continua, para el primer cuatrimestre del 2022, en Heredia, Costa Rica” enfocó su proyecto en disminuir los cuellos de botella y distancias recorridas utilizando la metodología DMAIC y herramientas tales como, diagrama de flujo, gemba, Ishikawa, 5 por qué’s. Esta tesis se asemeja al trabajo en

estudio, ya que dentro de sus propuestas se incluye eliminar desperdicios tales como, sobre procesamientos y desplazamientos.

**1.4.1.3 Antecedente 3.** La siguiente tesis se tiene a (Badilla Ureña, 2021) de la Universidad Latina de Costa Rica, que en su tesis titulada “Propuesta de Mejora para el Área de la Bodega de Despacho de Producto Terminado en COOPETARRAZÚ R.L” en donde se utilizaron herramientas como, costo beneficio, diagrama de Ishikawa y diagramas de flujo; se asemeja a nuestro estudio, ya que busca mecanizar un proceso específico del almacén buscando una mayor eficiencia y bienestar humano.

**1.4.1.4 Antecedente 4.** La siguiente tesis se tiene a (Cid Vargas & Núñez Barrantes, 2018), de la Universidad Latina de Costa Rica, que en su tesis titulada “Propuesta de mejora en el sistema de inventarios y la automatización del reporte de producción de la línea de interruptores en la empresa Microtechnologies, Costa Rica”, que se asemeja a nuestro proyecto ya que se busca una mejora en la exactitud del inventario por medio del sistema digital, con el fin de aumentar la productividad y mejorar el uso de los recursos. Para esta tesis se planteó la automatización de reportes sistemáticos, ayudas visuales e implementación de herramientas para el descarte de piezas malas.

**1.4.1.5 Antecedente 5.** La siguiente tesis se tiene a (Hernandez Ramirez, 2022), de la Universidad Latina de Costa Rica, que en su tesis titulada “Reducción de la variabilidad en la estación de Controlador en la línea de “New Horizon” en la empresa Boston Scientific, en Global Park de Heredia, Costa Rica”, en donde se asemeja a nuestro proyecto de estudio, ya que busca la mejoras de los procesos productivos por medio de la entrega de los materiales a las áreas de producción que se encuentran en condiciones de cuarto limpio con parámetros de facilidades y ambientales estrictamente controlados.

## **1.4.2 Antecedentes internacionales**

**1.4.2.1 Antecedente 1.** La siguiente tesis se tiene a (Dávila, 2014), de la Universidad San Francisco de Quito, que en su tesis titulada “Salud y Cuidado: Cómo el correcto

manejo de insumos y medicinas evita faltantes y reduce tiempos al interior de un Hospital” buscaba disminuir los costos asociados a un mal manejo del inventario, donde el mayor contribuyente era el tiempo de entrega tardío de los suministros. En este proyecto se evaluó el sistema digital de control de inventarios utilizado y se propuso uno que se adecuara a la necesidad del hospital con el fin de minimizar discrepancias y obsolescencias. Así mismo, se diseñó un diseño de planta óptimo para disminuir los tiempos de entrega, por lo que se asemeja al trabajo en estudio al implementar un sistema digital y un layout que disminuya los tiempos de entrega.

**1.4.2.2 Antecedente 2.** La siguiente tesis se tiene a (Romero Cerna & Romero Mendieta, 2022), de la Universidad Ricardo Palma de Perú, que en su tesis titulada “Implementación de la metodología manufactura esbelta para mejorar el proceso de abastecimiento de materiales en una empresa constructora”, que se asemeja a nuestro proyecto ya que busca mejorar, por medio de herramientas ingenieriles, el abastecimiento de materiales de la empresa.

**1.4.2.3 Antecedente 3.** La siguiente tesis se tiene a (Ramírez Islas, 2019), de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN, que en su tesis titulada “INNOVACIÓN EN LOS SISTEMAS DE MANUFACTURA Y SU ADAPTACIÓN A LA INDUSTRIA MODERNA”, donde busca mejorar los niveles de inventario y abastecimiento de la materia prima haciendo uso de los procesos de automatización implementando sistemas kanban.

**1.4.2.4 Antecedente 4.** La siguiente tesis se tiene a (Cardona Martinez, 2022), de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, que en su tesis titulada “DISEÑO DEL VSMM (VALUE STREAM MACRO MAPPING), EXTENDIDO COMO METODOLOGÍA PARA MEJORAR LOS TIEMPOS DE ENTREGA DE UNA EMPRESA DE MANUFACTURA CERRADA CON PRODUCCIÓN DISCRETA EN LA MEDIANA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN”, en el cual se busca mejorar la productividad, reducir costos e inventarios y mejorar la cadena

de suministro aplicando las herramientas Value Stream Mapping, Kaizen, LUP, SMED, Poka Yoke, JIT, entre otros.

**1.4.2.5 Antecedente 5.** La siguiente tesis se tiene a (Calle Oré & Paredes Núñez, 2017) de la Universidad Católica de San Pablo, que en su tesis titulada “Propuesta de Mejora Haciendo Uso de Herramientas de Manufactura Esbelta en el Proceso de Preentrega de Vehículos en una Empresa Importadora, Comercializadora y Distribuidora de autos en Chile”, en donde se asemeja a nuestro trabajo de investigación, ya que se busca reducir o eliminar desperdicios y mejorar la utilización de recursos utilizando herramientas ingenieriles.

## **1.5 PROYECCIONES**

Mediante la utilización de la herramienta DMAIC, se proyecta abordar la gestión del almacén con el fin de entender las causas de los desperdicios en la operación y su impacto en términos de costos, eficiencia y sostenibilidad.

A continuación, se presentan las proyecciones clave basadas en el análisis de los desperdicios que se pretende abordar a través de este proyecto:

- **Optimización del Inventario:** Implementar un sistema de gestión de inventarios más eficiente que permita reducir los niveles de inventario excedente. Esto impactará positivamente en los costos de almacenamiento, disminuyendo el gasto en espacio, seguros y deterioro de productos. Además, se espera mejorar la rotación de inventario, aumentando la liquidez de la empresa.
- **Mejora de la Eficiencia Operativa:** Reducir los tiempos de espera y los movimientos innecesarios en Kitting mediante la optimización del diseño de este y la automatización de ciertos procesos. Esto permitirá una mayor productividad en las operaciones diarias y un aumento de la capacidad de respuesta a las demandas de manufactura.

- **Reducción de Costos por Sobre procesamiento:** Proyectar la implementación de controles que eviten el procesamiento innecesario de materiales, lo que permitirá ahorrar en costos relacionados con mano de obra, energía y materiales. Al reducir el retrabajo y las variaciones, se logrará un producto final de mayor calidad y se disminuirán los desperdicios.
- **Optimización de Recursos Humanos:** Mejorar la asignación de personal mediante una evaluación más precisa de la carga laboral en el Kitting. Esto permitirá una mejor distribución de los recursos, reduciendo el costo por empleado sin afectar la calidad del servicio ni la productividad operativa.
- **Digitalización y Automatización de Procesos:** Implementar sistemas digitales para el control y monitoreo en tiempo real de las operaciones en Kitting. Esta proyección pretende reducir significativamente los errores documentales y mejorar la eficiencia en la toma de decisiones, lo que se traduce en menores costos operativos y una mayor rapidez en la ejecución de procesos.

### **1.5.1 Alcances**

Este proyecto se desarrollará en la empresa ICU Medical LTD, ubicada en la provincia de Heredia, Zona Franca Global Park. ICU Medical es una empresa líder en la fabricación y venta de dispositivos médicos utilizados en terapia de infusión y aplicaciones de cuidados críticos.

La investigación se centrará en el área de Kitting Consumibles, que forma parte del departamento de almacén y se encarga de suministrar toda la materia prima requerida para las áreas de manufactura de Ensamble. El área de Kitting está ubicada en el edificio número 2 de ICU Medical, y se distingue por tener aproximadamente el 50% de su espacio de almacenamiento en condiciones de cuarto limpio, con parámetros de facilidades y ambientales estrictamente controlados.

En total, el área de Kitting cuenta con 75 personas que trabajan en turnos de 24 horas, los 7 días de la semana. Estas personas están involucradas en los procesos de reservación, preparación, identificación y entrega de los materiales necesarios para la manufactura.

La optimización de los procesos de kitting y la reducción de los desperdicios asociados son fundamentales para la empresa. Identificar y aplicar alternativas de mejora permitirá a ICU Medical aumentar su competitividad en el mercado, reducir costos y maximizar las ganancias, contribuyendo así a su mejora continua y eficiencia operativa.

### **1.5.2 Limitaciones**

Debido a las estrictas normas de confidencialidad de la compañía, algunos datos e información deberán ser codificados para proteger la privacidad y seguridad de la información sensible.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.**

*Este apartado corresponde al sustento teórico de la investigación; según Hernández et al. (2014, p. 60) el objetivo de este capítulo es exponer y analizar las teorías y las conceptualizaciones que se consideren válidas para encuadrar el estudio.*

Para abordar de manera efectiva el proceso de kitting en el almacén de ICU Medical Ltd., es fundamental entender los conceptos y teorías relevantes que se encuentran en este estudio. Este apartado explora el marco teórico necesario para contextualizar la investigación y guiar el análisis de las áreas críticas: el concepto de proceso, la gestión de inventarios y el kitting.

Cada uno de estos elementos juega un papel esencial en la optimización de los procesos logísticos y de manufactura. Al examinar y entender estos conceptos, podremos identificar de manera más precisa las áreas que requieren mejora y desarrollar estrategias efectivas para incrementar la eficiencia y reducir costos.

## **Teorías y Conceptualizaciones**

- **Teoría de los Procesos**

La Teoría de los Procesos se centra en la forma en que las organizaciones estructuran y gestionan sus actividades para transformar insumos en productos o servicios finales.

Según Michael Hammer y James Champy en su obra "Reengineering the Corporation" (1993), un proceso se define como un conjunto de actividades interrelacionadas que, al ser ejecutadas de manera eficaz, transforman insumos en resultados de valor agregado.

Esta teoría es esencial para entender cómo los procesos pueden ser optimizados a través de la identificación y eliminación de ineficiencias.

En el contexto de este proyecto, comprender los procesos involucrados en el kitting permitirá identificar áreas donde se pueden implementar mejoras significativas para reducir los tiempos de espera y aumentar la eficiencia operativa.

- **Teoría de la Gestión de Inventarios**

La Teoría de la Gestión de Inventarios es fundamental para el control y la administración de los recursos dentro de un almacén. Según John A. Muckstadt y S. G. H. Eliashberg en "Handbook of Operations Research and Management Science" (2001), la gestión de inventarios busca equilibrar los costos asociados con el mantenimiento de inventarios y la satisfacción de la demanda. La teoría abarca conceptos como el modelo de cantidad económica de pedido (EOQ), el sistema de revisión continua y el control de inventarios Just-in-Time (JIT).

En esta investigación, la gestión eficiente de inventarios se abordará para reducir el exceso de inventario y mejorar el flujo de materiales hacia el área de manufactura, contribuyendo a una mayor eficiencia y reducción de costos.

- **Teoría del Kitting**

Kitting es un proceso específico dentro del ámbito de la logística y la gestión de almacenes. Según J. R. Tony en su artículo "The Role of Kitting in Lean Manufacturing" (2006), el kitting se refiere a la preparación y agrupación de componentes necesarios para una producción específica en un solo kit, lo que facilita su uso en la línea de ensamblaje y reduce el tiempo de preparación y manipulación.

En el contexto de ICU Medical Ltd., el kitting de consumibles implica la preparación de materiales para su uso en manufactura en un entorno de cuarto limpio, donde la precisión y la rapidez son esenciales. Comprender esta teoría ayudará a identificar cómo optimizar el proceso de kitting para reducir los tiempos de espera y mejorar la eficiencia en el almacén.

## **Aplicación de Teorías al Estudio**

El estudio se fundamentará en las teorías mencionadas para analizar el proceso actual de kitting en ICU Medical Ltd. La aplicación de la Teoría de los Procesos permitirá descomponer y evaluar el flujo de trabajo actual. La Teoría de la Gestión de Inventarios proporcionará una perspectiva sobre cómo los niveles de inventario afectan el rendimiento del almacén y manufactura. Finalmente, la Teoría del Kitting se utilizará para proponer mejoras específicas en el proceso de preparación de kits, con el objetivo de optimizar la eficiencia y reducir los tiempos de espera.

### **2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES**

En el marco de la metodología DMAIC, el uso adecuado de herramientas ingenieriles es esencial para garantizar la efectividad de cada fase del proceso de mejora. Estas herramientas proporcionan los métodos y técnicas necesarios para identificar problemas, medir su impacto, analizar causas, implementar soluciones y mantener los resultados alcanzados.

En la fase de Definir, las herramientas se centran en clarificar el problema, establecer los objetivos del proyecto y asegurar que todos los involucrados comprendan el alcance y las metas. Herramientas como la Voz del Cliente, el Diagrama SIPOC, el Análisis FODA, el Diagrama de Flujo, Histogramas, Mapas de valor y Grupos de interés, son fundamentales para crear una visión compartida del proyecto y sus objetivos.

Durante la fase de Medir, se utilizan herramientas para recopilar y analizar datos relevantes del proceso. Pareto, Entrevistas y Encuestas, Caminatas Gemba y Estudio de tiempos, permiten una comprensión detallada del estado actual del proceso y ayudan a identificar áreas críticas que requieren atención.

En la fase de Analizar, las herramientas están orientadas a identificar las causas raíz de los problemas detectados. El Diagrama de Ishikawa, el método de Los 5 Porqués, Multivoto y la Lluvia de Ideas facilitan la identificación de las causas fundamentales, permitiendo una evaluación precisa de los factores que afectan la eficiencia del proceso.

Para la fase de Mejorar, se emplean herramientas que facilitan la implementación de soluciones efectivas. Tabla de causas críticas, Diagrama de Gantt y Análisis de Costo-Beneficio ayudan a desarrollar, evidenciar y validar mejoras que optimizan el rendimiento del proceso.

Finalmente, en la fase de Controlar, las herramientas se utilizan para asegurar que las mejoras implementadas se mantengan y que el proceso continúe operando dentro de los estándares deseados. KPI's, Auditorías, Checklists, Capacitación continua, Reuniones de seguimiento, Sistemas de retroalimentación y Gráficos de Control, son esenciales para el seguimiento y la sustentación de los resultados alcanzados.

El uso adecuado de estas herramientas ingenieriles garantiza un enfoque sistemático y basado en datos para la mejora continua, maximizando la eficiencia y efectividad del proceso en la empresa ICU Medical LTD.

### **2.1.1 Ciclo DMAIC**

DMAIC es un ciclo de mejora basado en datos que ayuda a las organizaciones a medir y mejorar su rendimiento. DMAIC es el acrónimo de cinco pasos: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. El objetivo principal de DMAIC es identificar y eliminar los residuos en un proceso empresarial. Esto puede hacerse mediante la aplicación de herramientas y técnicas Lean y Six Sigma.

El DMAIC puede ser una forma eficaz de mejorar el rendimiento de la empresa, ya que puede ayudarle a identificar y resolver problemas, realizar mejoras y hacer un seguimiento de los resultados.

DMAIC es una metodología de mejora empresarial que se basa en los principios de Six Sigma y Lean. Se trata de un enfoque basado en datos que ayuda a las organizaciones a definir, medir, analizar, mejorar y controlar los residuos en sus procesos. (Cómo el método DMAIC puede ayudar a su empresa a mejorar su rendimiento, 2024).

En este proyecto, la metodología DMAIC será implementada como la columna vertebral, asegurando un enfoque estructurado y riguroso para abordar los desafíos identificados en el proceso de kitting de consumibles. Cada etapa del ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) será exhaustivamente explorada para garantizar que se cumplan los objetivos establecidos.

A través de la fase de Definir, se identificarán claramente los problemas y se establecerán metas específicas y medibles.

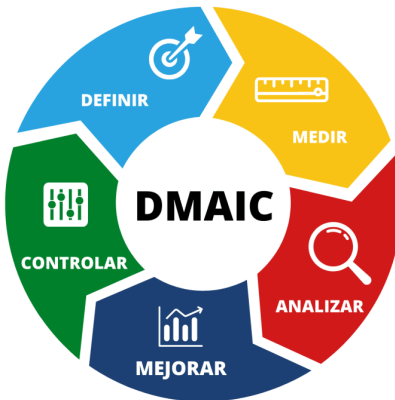
En la etapa de Medir, se recopilarán y analizarán datos relevantes para comprender el alcance y la naturaleza de los problemas.

Durante la fase de Analizar, se investigarán las causas raíz de las ineficiencias y se evaluarán posibles soluciones.

En la fase de Mejorar, se implementarán las estrategias seleccionadas para optimizar los procesos, mientras que, en la etapa de Controlar, se establecerán mecanismos de monitoreo para asegurar la sostenibilidad de las mejoras alcanzadas.

Este enfoque integral no solo permitirá una solución efectiva y duradera, sino que también proporcionará un marco robusto para la mejora continua dentro de la empresa.

Figura 1: Ejemplo de Ciclo DMAIC



Fuente: Blog Mudanai, 2022.

### 2.1.2 Voz de cliente

La Voz del Cliente (VOC) consiste en escuchar y analizar las opiniones, anhelos, expectativas y experiencias del cliente respecto a nuestra marca, productos y servicios, para poder dar un servicio mejor y más rentable.

El proceso de la voz del cliente está también enfocado a lograr un conocimiento más profundo de la marca. De los valores e ideas que se asocian con la misma e incluso la personalidad que desprende a sus consumidores.

Muchas veces puede que la imagen autopercebida por la empresa no corresponda realmente con la que está ofreciendo a los consumidores. Igualmente, se pueden encontrar claves para dar un mejor servicio y optimizar los puntos más importantes.

Por ejemplo, puede que la empresa esté invirtiendo en un aspecto que no genere valor añadido en lugar de invertir en otro que produzca una mayor satisfacción. Gracias a este proceso, podrá identificar estas oportunidades.

Dentro del modelo de Voz del Cliente hay que seguir los siguientes puntos:

- Recogida del feedback de cliente a través de fuentes estructuradas y desestructuradas
- Análisis e interpretación de la información
- Diseño de mejoras estructurales y acción en tiempo real a través de alertas

- Distribución de información y sensibilización al resto de la organización para una visión única del cliente. (Connecting Visions Group, 2021)

En el marco de este proyecto, la herramienta Voz del Cliente (VoC) jugará un papel crucial en la fase de Definir del ciclo DMAIC. La Voz del Cliente se utilizará para captar y comprender las necesidades y expectativas de los clientes internos y externos en relación con el proceso de kitting de consumibles. Esta herramienta permitirá identificar las características y requisitos que son más importantes para los usuarios finales y otras partes interesadas, garantizando que las mejoras propuestas no solo aborden problemas operativos, sino que también cumplan con las expectativas del cliente.

Para implementar la Voz del Cliente, se realizarán encuestas y entrevistas con los operadores de manufactura, el personal de kitting, y otros interesados. Además, se analizarán los comentarios y quejas previas recopilados a través de canales formales e informales. Esta información será crucial para definir claramente los objetivos del proyecto y alinear las mejoras del proceso con las necesidades reales y percepciones de los usuarios.

Los resultados obtenidos a través de la herramienta VoC proporcionarán una base sólida para establecer las metas específicas del proyecto, identificar los principales puntos de dolor en el proceso actual y asegurar que las soluciones propuestas no solo mejoren la eficiencia operativa, sino que también aumenten la satisfacción de los usuarios. De este modo, la Voz del Cliente contribuirá a una comprensión más profunda del impacto que las mejoras tendrán en los procesos de kitting y en la experiencia general de los clientes dentro de la empresa ICU Medical LTD.

Figura 2: Ejemplo de VOC



Fuente: Talk Walker, 2021.

### 2.1.3 Diagrama de SIPOC

El diagrama SIPOC proporciona un panorama general de un proceso a través de la documentación de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. Muestra cómo los participantes de un proceso reciben materiales o datos unos de otros y, a menudo, se utiliza para mejorar o comprender los procesos asociados con la experiencia del cliente. Los diagramas SIPOC no están diseñados para proporcionar demasiados detalles, sino que brindan a las partes interesadas un mapa general de los procesos para ayudarlos a tomar decisiones y generar ideas de mejora. Por lo tanto, los diagramas SIPOC son solo una de las herramientas para la gestión de procesos de negocios (BPM), la cual implica investigar procesos, planificar cómo mejorarlos e implementar dichas mejoras.

El acrónimo SIPOC proviene de estos cinco componentes:

- **Proveedores (Suppliers):** la fuente de las entradas del proceso
- **Entradas (Inputs):** los recursos que necesitas para que el proceso funcione
- **Proceso (Process):** los pasos generales que componen el proceso
- **Salidas (Outputs):** los resultados del proceso
- **Clientes (Customers):** las personas que reciben los resultados o salidas, o se benefician del proceso. (Asana, 2024)

En el marco de este proyecto, el Diagrama de SIPOC será una herramienta fundamental durante la fase de Definir del ciclo DMAIC. El propósito del Diagrama de SIPOC es

proporcionar una visión general de alto nivel del proceso de kitting de consumibles, identificando de manera clara y concisa los elementos clave que afectan el rendimiento del proceso. SIPOC, que representa Suppliers (Proveedores), Inputs (Entradas), Process (Proceso), Outputs (Salidas), y Customers (Clientes), servirá para mapear y documentar estos componentes esenciales.

Para implementar el Diagrama de SIPOC en el proyecto, se realizará una sesión de trabajo colaborativo con los equipos involucrados en el proceso de kitting. Esta sesión tendrá como objetivo identificar y documentar:

- **Proveedores:** Las fuentes que suministran los materiales y recursos necesarios para el proceso de kitting.
- **Entradas:** Los materiales, información y recursos que entran al proceso y que son necesarios para su correcta ejecución.
- **Proceso:** Las actividades y pasos clave involucrados en el proceso de kitting, desde la recepción de materiales hasta su preparación para la manufactura.
- **Salidas:** Los productos finales y los resultados generados por el proceso de kitting que son entregados a manufactura.
- **Clientes:** Los destinatarios finales de los productos de kitting, que pueden ser los equipos de manufactura, el cliente interno o externo.

El Diagrama de SIPOC permitirá una comprensión integral de cómo cada componente del proceso interrelaciona y contribuye al flujo de trabajo general. Esta herramienta será esencial para identificar áreas de mejora, evaluar el impacto de posibles cambios y asegurar que todos los aspectos del proceso estén alineados con los objetivos del proyecto. Al tener una visión clara de los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes, se facilitará la identificación de ineficiencias y oportunidades para optimizar el proceso de kitting, asegurando que las mejoras propuestas sean efectivas y dirigidas a las áreas más críticas.

Figura 3: Ejemplo de diagrama de SIPOC

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3 ....	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

Fuente: Agile Experience, 2016.

### 2.1.4 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo o flujograma es una representación gráfica y secuencial de un proceso o flujo de trabajo con todas las tareas y actividades principales necesarias para lograr un objetivo común. Para que visualmente se pueda representar la sucesión de tareas y la relación entre ellas se utilizan símbolos como flechas, rombos, rectángulos o prismas.

En el diagrama de flujo se representan todos los pasos, las secuencias y las decisiones de un proceso o flujo de trabajo. Si bien hay muchos tipos diferentes de diagramas de flujo, el diagrama de flujo básico es un mapa de procesos en su forma más simple. Es una herramienta muy potente que se puede aplicar en muchos campos como la planificación, visualización, documentación y mejora de los procesos.

Los ingenieros industriales Frank y Lillian Gilbreth presentaron esta herramienta por primera vez en la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (American Society of Mechanical Engineers ASME) en 1921. Desde entonces, los diagramas de flujo han servido para perfeccionar, estandarizar y optimizar procesos en diversos sectores. (Asana, 2024)

En este proyecto, el Diagrama de flujo será una herramienta clave en la fase de Medir y Analizar del ciclo DMAIC. Su propósito principal es visualizar y entender detalladamente el proceso actual de kitting de consumibles, facilitando la identificación de áreas de ineficiencia y oportunidades de mejora.

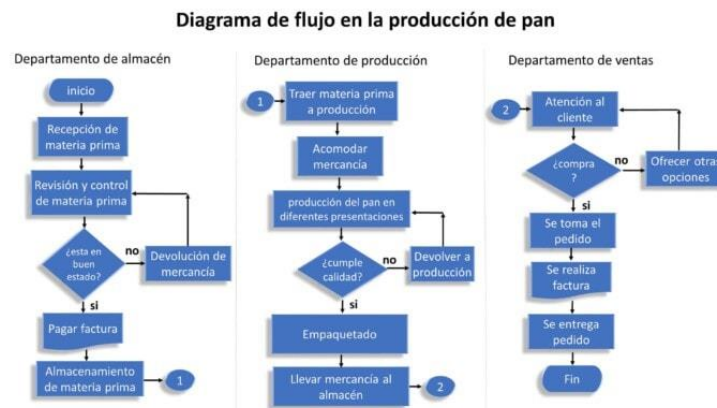
Para implementar el Diagrama de flujo en el proyecto, se seguirán los siguientes pasos:

- **Mapeo del Proceso Actual:** Se comenzará por documentar el proceso de kitting tal como se realiza actualmente en ICU Medical LTD. Este mapeo incluirá todas las etapas y actividades del proceso, desde la recepción de los materiales hasta su preparación y entrega a manufactura. Se capturarán cada uno de los pasos, decisiones, entradas y salidas involucradas en el proceso.
- **Identificación de Actividades y Flujos:** Se utilizarán símbolos estándar para representar actividades, decisiones, entradas y salidas en el Diagrama de flujo. Esto ayudará a construir una representación visual clara del flujo de trabajo y de cómo los diferentes componentes del proceso se interrelacionan.
- **Análisis de Ineficiencias:** Una vez que el Diagrama de flujo esté completo, se llevará a cabo un análisis detallado para identificar cuellos de botella, redundancias y cualquier otro tipo de ineficiencia dentro del proceso. Este análisis permitirá localizar áreas críticas que requieren atención y mejora.
- **Optimización del Proceso:** Con base en los hallazgos del análisis, se propondrán cambios y mejoras al proceso. El Diagrama de flujo ayudará a visualizar cómo estas modificaciones impactarán el flujo de trabajo y cómo podrían optimizarse las actividades y recursos.

- **Validación de Mejoras:** Después de implementar las mejoras propuestas, el Diagrama de flujo se actualizará para reflejar los cambios en el proceso. Esto permitirá comparar el proceso antes y después de la intervención, asegurando que las mejoras sean efectivas y que se hayan alcanzado los objetivos de optimización.

El uso del Diagrama de flujo proporcionará una representación visual y detallada del proceso de kitting, facilitando una comprensión profunda y clara de cada etapa. Esto será esencial para la identificación de problemas y la implementación de mejoras que aumenten la eficiencia y efectividad del proceso.

Figura 4: Ejemplo de diagrama de flujo



Fuente: Web y empresas, 2021.

### 2.1.5 Análisis FODA

El análisis FODA es una técnica que se usa para identificar las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas del negocio o, incluso, de algún proyecto específico. Si bien, por lo general, se usa muchísimo en pequeñas empresas, organizaciones sin fines de lucro, empresas grandes y otras organizaciones; el análisis FODA se puede aplicar tanto con fines profesionales como personales.

El análisis FODA es una herramienta simple y, a la vez, potente que te ayuda a identificar las oportunidades competitivas de mejora. Te permite trabajar para mejorar el negocio y el equipo mientras te mantienes a la cabeza de las tendencias del mercado. (Asana, 2023).

En el contexto de este proyecto, el Análisis FODA se empleará como una herramienta estratégica durante la fase de Definir y Analizar del ciclo DMAIC, para evaluar la situación actual del proceso de kitting de consumibles en ICU Medical LTD. El objetivo principal es identificar tanto las fortalezas y oportunidades que se pueden aprovechar, como las debilidades y amenazas que deben ser abordadas para mejorar la eficiencia operativa y reducir los tiempos de espera.

Aplicación del Análisis FODA en el proyecto:

- **Identificación de Fortalezas:** Se llevará a cabo una evaluación interna del proceso de kitting para identificar los aspectos positivos y las capacidades actuales que pueden ser aprovechadas. Esto incluye la revisión de recursos, tecnologías implementadas y competencias del personal que contribuyen al éxito del proceso.
- **Detección de Debilidades:** Se analizarán las áreas problemáticas dentro del proceso de kitting que están limitando la eficiencia y efectividad. Esto puede incluir la identificación de cuellos de botella, equipos obsoletos, problemas de comunicación, o cualquier otra deficiencia que esté afectando el rendimiento del área.
- **Análisis de Oportunidades:** Se explorarán las posibilidades externas que pueden ser aprovechadas para mejorar el proceso de kitting. Esto puede involucrar la implementación de nuevas tecnologías, tendencias en la industria, o la adaptación a cambios en la demanda del mercado que favorezcan la optimización del proceso.
- **Evaluación de Amenazas:** Se identificarán los factores externos que podrían representar un riesgo para el proceso, como cambios en las regulaciones, la entrada de nuevos competidores en el mercado, o posibles interrupciones en la cadena de suministro. Evaluar estas amenazas permitirá preparar estrategias de mitigación para minimizar su impacto.

- **Formulación de Estrategias:** Basado en los resultados del Análisis FODA, se desarrollarán estrategias que capitalicen las fortalezas y oportunidades, mientras se abordan las debilidades y amenazas. Estas estrategias serán fundamentales para diseñar soluciones efectivas que se alineen con los objetivos de reducción de tiempos de espera y optimización del proceso.

El Análisis FODA proporcionará una visión clara y estructurada del entorno interno y externo del proceso de kitting, lo que permitirá tomar decisiones informadas y estratégicas para mejorar el rendimiento del proceso y asegurar la competitividad de ICU Medical LTD.

Figura 5: Ejemplo de análisis FODA



Fuente: Asana, 2023.

### 2.1.6 Mapas de valor (VSM)

Los mapas de valor, también conocidos como gráficas del flujo de valor VSM (Value Stream Map), son herramientas utilizadas para conocer en profundidad los procesos, tanto dentro de la organización como en la cadena de abastecimiento. El principal objetivo por el que se desarrollan los mapas de valor consiste en que estos nos permiten identificar ampliamente las actividades que no agregan valor al proceso, del mismo modo permiten conocer el tiempo asociado a dichas actividades. (Pro Optim Blog, 2024)

En este proyecto, los mapas de valor serán una herramienta clave para analizar y comprender a fondo el flujo del proceso de kitting. Usaremos estos mapas para visualizar cada etapa del proceso, identificar actividades que agregan y no agregan valor, y así detectar los cuellos de botella y tiempos muertos. Esto nos permitirá reconocer las áreas de mejora de manera clara y precisa, centrándonos en optimizar tiempos de preparación, mejorar la comunicación entre departamentos y reducir el desperdicio.

Además, los mapas de valor nos facilitarán el seguimiento de los cambios y mejoras implementadas a lo largo del proyecto, brindándonos una visión antes y después de las intervenciones. Así, podremos evaluar el impacto de las propuestas de mejora y confirmar si los objetivos de eficiencia y productividad se están alcanzando.

Figura 6: Ejemplo de VSM

Razón social: Hamburguesas La Estrella								
Periodo: agosto del 2023								
REGISTRO DE VENTAS								
Fecha	Hora	Folio	Datos del cliente		Producto			Total
			Nombre	RFC / NIF	Código	Cantidad	Precio	
02/08/2023	09:14	N-7687	Josue	81274983	32868	4	\$68	\$272
02/08/2023	11:28	N-7688	Karla	74893744	32868	2	\$68	\$136
02/08/2023	12:30	N-7689	Berenice	97453725	32868	3	\$68	\$204
02/08/2023	14:08	N-7690	Javier	82346933	32868	1	\$68	\$68
02/08/2023	18:43	N-7691	Isabel	3487382	32868	5	\$68	\$340
03/08/2023	11:09	N-7692	Daniel	67342425	32868	2	\$68	\$136
03/08/2023	14:53	N-7693	Ismael	89735432	32868	4	\$68	\$272
03/08/2023	15:01	N-7694	Clara	32524554	32868	8	\$68	\$544
03/08/2023	15:16	N-7695	Helena	24856222	32868	3	\$68	\$204
03/08/2023	16:11	N-7696	Sara	92634623	32868	2	\$68	\$136
03/08/2023	17:32	N-7697	Farit	49324729	32868	1	\$68	\$68
03/08/2023	18:12	N-7698	Valeria	12342131	32868	6	\$68	\$408
							<b>SUMA TOTAL</b>	

Fuente: Pro-optim, 2020.

### 2.1.7 Registro Histórico

Es la documentación del proyecto que puede ser usada para predecir tendencias, analizar la viabilidad y poner en relieve las áreas y dificultades que se pudieran presentar en proyectos similares en el futuro. (iPMOguide, 2024).

En el proyecto, la herramienta de Registro Histórico será utilizada para recopilar y analizar datos previos relacionados con el proceso de kitting de consumibles. Esta información será fundamental para establecer una línea base que permita evaluar el desempeño actual del proceso y detectar patrones o tendencias que puedan estar afectando la

eficiencia. Al revisar estos registros, se podrán identificar ineficiencias persistentes, evaluar el impacto de cambios anteriores y proporcionar una perspectiva informada para la toma de decisiones en las etapas posteriores del ciclo DMAIC.

Figura 7: Ejemplo de registro historico

Razón social: Hamburguesas La Estrella								
Periodo: agosto del 2023								
REGISTRO DE VENTAS								
Fecha	Hora	Folio	Datos del cliente		Producto			Total
			Nombre	RFC / NIF	Código	Cantidad	Precio	
02/08/2023	09:14	N-7687	Josue	81274983	32868	4	\$68	\$272
02/08/2023	11:28	N-7688	Karla	74893744	32868	2	\$68	\$136
02/08/2023	12:30	N-7689	Berenice	97453725	32868	3	\$68	\$204
02/08/2023	14:08	N-7690	Javier	82346933	32868	1	\$68	\$68
02/08/2023	18:43	N-7691	Isabel	3487382	32868	5	\$68	\$340
03/08/2023	11:09	N-7692	Daniel	67342425	32868	2	\$68	\$136
03/08/2023	14:53	N-7693	Ismael	89735432	32868	4	\$68	\$272
03/08/2023	15:01	N-7694	Clara	32524554	32868	8	\$68	\$544
03/08/2023	15:16	N-7695	Helena	24856222	32868	3	\$68	\$204
03/08/2023	16:11	N-7696	Sara	92634623	32868	2	\$68	\$136
03/08/2023	17:32	N-7697	Farit	49324729	32868	1	\$68	\$68
03/08/2023	18:12	N-7698	Valeria	12342131	32868	6	\$68	\$408
							<b>SUMA TOTAL</b>	

Fuente: Hubspot, 2022.

### 2.1.8 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta para la medición del trabajo utilizada con éxito desde finales del Siglo XIX, cuando fue desarrollada por Taylor. A través de los años dichos estudios han ayudado a solucionar multitud de problemas de producción y a reducir costos.

- Estudio de tiempos: actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.
- Estudio de movimientos: análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. (Gestipolis, 2020)

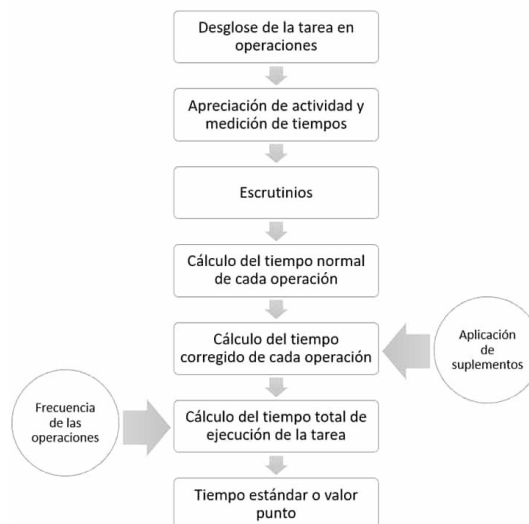
En la investigación, el estudio de tiempos será fundamental para entender en detalle cuánto tiempo toma cada actividad dentro del proceso de kitting. Realizaremos mediciones de los tiempos específicos que involucran la preparación, el movimiento de

materiales y otras tareas clave, lo que nos permitirá identificar en qué partes del proceso se están generando demoras y dónde se concentran las ineficiencias.

Con esta información, podremos establecer un panorama claro de los tiempos de ciclo y de los puntos en los que se pueden implementar mejoras. Esto nos ayudará a fijar objetivos realistas de reducción de tiempos y a proponer cambios que optimicen el flujo de trabajo. En resumen, el estudio de tiempos será una herramienta crucial para cuantificar y evaluar el impacto de cada ajuste, permitiéndonos lograr un proceso más ágil y productivo en el área de kitting.

Figura 8: Ejemplo de estudio de tiempos

Fases o etapas del estudio de tiempos y movimientos



Fuente: Gestipolis, 2020.

### 2.1.9 Histograma

Un histograma es un gráfico de barras que permite representar la frecuencia de un valor estadístico dentro de un grupo o población de estudio. Es decir, permite observar desde un plano general la distribución de una característica cuantitativa y continua, o comparar los resultados de un proceso específico. Es una herramienta ampliamente utilizada en las ciencias sociales (y no tanto en las naturales).

El término “histograma” fue creado por el matemático inglés Karl Pearson (1857-1936) a partir de las voces griegas histós (“mástil”) y gramma (“dibujo” o “figura”). Esto se debe a

que consta de dos ejes: uno vertical (eje Y) en donde se representan las frecuencias, es decir, la cantidad de veces que se repite un evento; mientras que en el eje horizontal (eje X) se representan los rasgos o características que se estudian en la muestra. (Concepto, 2023).

En el contexto de este proyecto, el Histograma se utilizará como una herramienta clave para el análisis de datos relacionados con el proceso de kitting de consumibles. Esta herramienta gráfica será aplicada principalmente en las fases de Medir y Analizar del ciclo DMAIC para obtener una comprensión clara de la variabilidad y distribución de las variables críticas del proceso.

### **Aplicación del Histograma en el Proyecto**

- **Fase de Medir:**

- **Recopilación de Datos:** Se recopilarán datos relevantes relacionados con el proceso de kitting, como los tiempos de preparación de los materiales, tiempos de espera y volúmenes de inventario. Estos datos serán la base para la construcción del histograma.
- **Visualización de Datos:** Se construirá un histograma para representar gráficamente la distribución de estos datos. El histograma mostrará la frecuencia de los valores en intervalos específicos, lo que permitirá identificar cómo se distribuyen los tiempos de preparación y otros indicadores clave.

- **Fase de Analizar:**

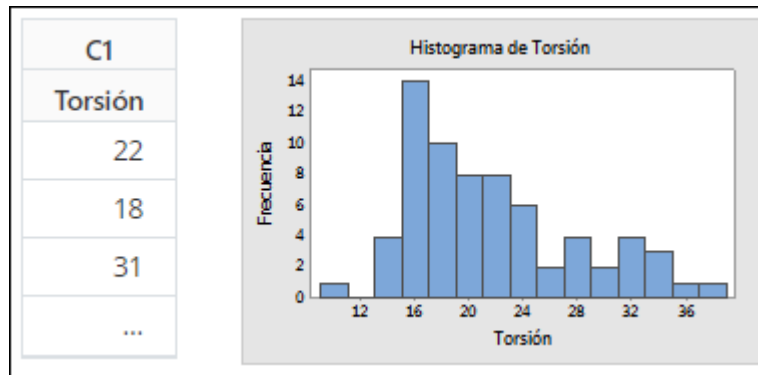
- **Identificación de Patrones:** El histograma permitirá detectar patrones y tendencias en los datos, como la existencia de concentraciones de datos en ciertos rangos o la presencia de valores atípicos. Esto es crucial para entender el comportamiento del proceso y sus puntos débiles.
- **Análisis de Variabilidad:** Al observar la forma del histograma, se podrá evaluar la variabilidad del proceso. Por ejemplo, si el histograma muestra una

distribución amplia y dispersa, puede indicar inestabilidad en el proceso que requiere atención.

- **Detección de Problemas:** Se identificarán áreas donde los datos se agrupan en intervalos específicos, lo que puede señalar problemas como tiempos de espera excesivos o inconsistencias en la preparación de kits. Esto ayudará a priorizar áreas para la implementación de mejoras.
- **Uso para la Mejora Continua:**
  - **Monitoreo de Mejoras:** Después de implementar mejoras en el proceso, se utilizará el histograma para comparar la distribución de los datos antes y después de las intervenciones. Esto permitirá evaluar si las mejoras han tenido el efecto deseado en la reducción de la variabilidad y en la optimización del proceso.
  - **Toma de Decisiones:** La información obtenida del histograma proporcionará una base sólida para tomar decisiones informadas sobre las estrategias de mejora. La visualización clara de los datos facilitará la comunicación de hallazgos y la justificación de las decisiones tomadas.
  - **Kaizen:** El enfoque Kaizen se integrará como una herramienta fundamental para fomentar la mejora continua. Este método se basa en realizar pequeñas mejoras incrementales que, acumulativamente, generan un impacto significativo en el desempeño del proceso. Al combinar Kaizen con el análisis del histograma, se puede identificar de manera constante nuevas oportunidades de optimización, promoviendo la participación de los equipos de trabajo y asegurando la sostenibilidad de las mejoras implementadas.

En resumen, el histograma será una herramienta esencial para el análisis de datos en este proyecto, proporcionando una visión detallada de la distribución y variabilidad del proceso de kitting de consumibles. Su uso permitirá una comprensión más profunda de los problemas existentes y facilitará la identificación de oportunidades para mejorar la eficiencia y efectividad del proceso.

Figura 9: Ejemplo de histograma



Fuente: Addlink, 2023

### 2.1.10 Gráfico de control

Los gráficos de control o diagramas de control se utilizan para controlar el desarrollo de los procesos de producción e identificar posibles inestabilidades y circunstancias anómalas.

En resumen, lo que se pretende con este tipo de análisis es controlar los procesos para asegurarse de que funcionan correctamente. Si la gran mayoría de los puntos mostrados de la gráfica están dentro de los límites se considera que el proceso está controlado. En el momento en el que uno o varios puntos aparecen fuera de los límites establecidos o no representan una distribución estadística gaussiana, se considera que el proceso está descontrolado y comienza la búsqueda de la causa de su mal funcionamiento. (PDCA Home, 2012)

En esta investigación, el Gráfico de Control será utilizado como una herramienta clave para monitorear y mantener la estabilidad del proceso de kitting de consumibles a lo largo del tiempo. Esta herramienta se aplicará especialmente en la fase de Controlar del ciclo DMAIC para asegurar que las mejoras implementadas se mantengan y que el proceso continúe operando dentro de los estándares deseados.

## Aplicación del Gráfico de Control en el Proyecto

- **Fase de Controlar:**

- Establecimiento de Límites de Control: Se definirán los límites de control superior e inferior basados en datos históricos y en los resultados obtenidos durante la fase de Mejorar. Estos límites servirán como referencia para evaluar el desempeño del proceso y detectar cualquier variación significativa.
- Monitoreo Continuo: Se implementarán gráficos de control para monitorear continuamente el desempeño del proceso de kitting. Estos gráficos se actualizarán regularmente con datos sobre tiempos de preparación, tiempos de espera y otros indicadores clave. El seguimiento en tiempo real permitirá identificar cualquier desviación de los límites establecidos y reaccionar de manera oportuna.

- **Evaluación de Variabilidad:**

- Detección de Variaciones: El gráfico de control ayudará a identificar variaciones en el proceso que puedan indicar problemas u oportunidades de mejora. Se distinguirán entre variaciones naturales (debidas a la variabilidad inherente del proceso) y variaciones especiales (causadas por factores externos o cambios en el proceso).
- Análisis de Tendencias: Se analizarán las tendencias y patrones en el gráfico de control para evaluar si el proceso está operando de manera estable. La identificación de patrones inusuales, como tendencias ascendentes o descendentes, permitirá abordar problemas emergentes antes de que se conviertan en cuestiones mayores.

- **Acciones Correctivas:**

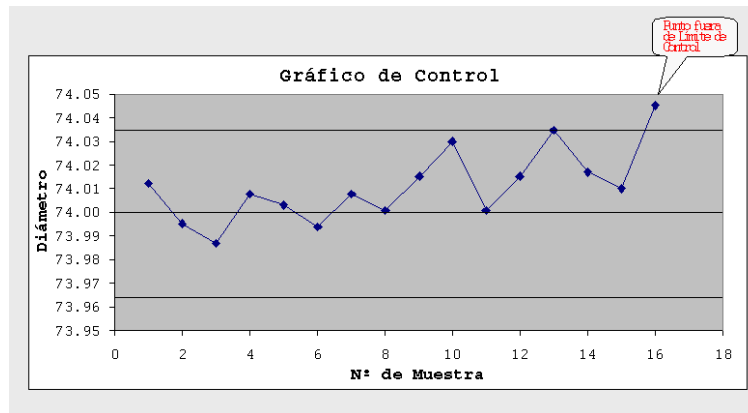
- Intervención Temprana: Si el gráfico de control muestra que el proceso está fuera de los límites de control o presenta patrones preocupantes, se tomarán medidas correctivas inmediatas. Esto puede incluir la revisión de los

procedimientos, la recalibración de equipos o la implementación de cambios adicionales en el proceso para realinearlo con los estándares deseados.

- Validación de Mejoras: Después de implementar mejoras en el proceso, el gráfico de control se utilizará para validar que las modificaciones han tenido el efecto previsto. La estabilidad del proceso y la conformidad con los límites de control indicarán si las mejoras han sido efectivas y sostenibles.
- **Documentación y Comunicación:**
  - Registro de Datos: Se mantendrán registros detallados de los gráficos de control y las acciones tomadas en respuesta a cualquier desviación. Esto garantizará una documentación precisa del desempeño del proceso y facilitará la revisión futura.
  - Comunicación de Resultados: Los gráficos de control serán utilizados para comunicar el estado del proceso a los miembros del equipo y a otras partes interesadas. La visualización clara de los datos permitirá una comprensión compartida del desempeño del proceso y facilitará la toma de decisiones informadas.

En resumen, el gráfico de control será una herramienta esencial para la fase de Controlar del proyecto, proporcionando una visión continua del desempeño del proceso de kitting. Su uso permitirá mantener la estabilidad del proceso, identificar variaciones y tomar acciones correctivas para asegurar que las mejoras implementadas sean sostenibles a largo plazo.

Figura 10: Ejemplo de gráfico de control



Fuente: PDCA Home, 2012.

### 2.1.11 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de pez es una herramienta utilizada para identificar problemas en un sistema. Muestra cómo se relacionan las causas y los efectos y ayuda a analizar lo que va mal en los sistemas, procesos y productos. El nombre proviene del ingeniero japonés Kaoru Ishikawa, que desarrolló el método en la década de 1960.

Con el diagrama Ishikawa o diagrama de pescado, los ingenieros pueden comprender mejor los defectos del proceso de fabricación. Pero hoy en día, muchos profesionales del marketing utilizan el diagrama de Ishikawa para analizar situaciones complejas y encontrar la solución más eficaz para sus negocios. (Diagrama de Pez: Una guía, 2014)

En el contexto de este proyecto, el Diagrama de Ishikawa, se empleará para identificar y analizar las causas raíz de las ineficiencias en el proceso de kitting de consumibles. Esta herramienta será crucial para entender los factores que contribuyen a los tiempos de espera prolongados y otros problemas asociados.

Durante la fase de Analizar, se utilizará el Diagrama de Ishikawa para desglosar los problemas identificados en el proceso de kitting. A través de esta herramienta, se realizará una sesión de lluvia de ideas con los miembros del equipo para mapear las posibles causas de los problemas en categorías específicas como materiales, métodos,

mano de obra, máquinas y entorno. Este desglose permitirá visualizar cómo cada factor contribuye al problema general y facilitará una evaluación detallada de las causas fundamentales.

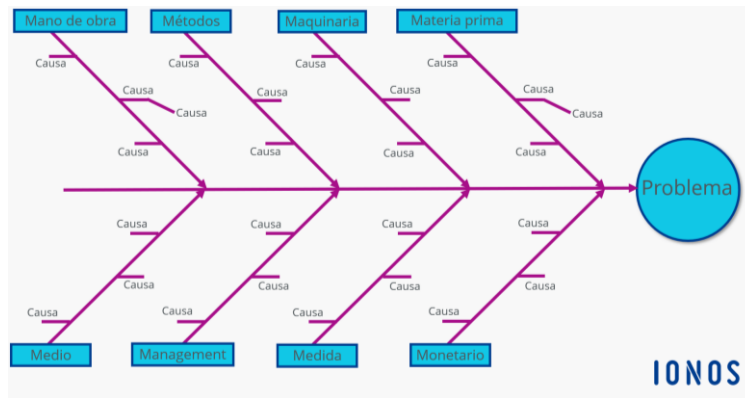
El Diagrama de Ishikawa ayudará a identificar no solo las causas más evidentes, sino también las más profundas que podrían no ser inmediatamente obvias. Al organizar las posibles causas en un formato estructurado, se podrá priorizar cuáles problemas deben ser abordados primero para obtener el mayor impacto en la reducción de tiempos de espera y mejora del proceso.

Además, en la fase de Mejorar, el Diagrama de Ishikawa servirá como una guía para implementar soluciones dirigidas a las causas raíz identificadas. Este enfoque permitirá desarrollar estrategias más efectivas y específicas para cada categoría de causas, asegurando que las mejoras sean dirigidas a resolver los problemas fundamentales.

En la fase de Controlar, el Diagrama de Ishikawa se utilizará para monitorizar las soluciones implementadas y verificar si están abordando efectivamente las causas raíz. Será una herramienta útil para evaluar si las medidas correctivas están funcionando como se esperaba y si se requieren ajustes adicionales.

En resumen, el Diagrama de Ishikawa será una herramienta clave para desglosar y analizar las causas raíz de los problemas en el proceso de kitting, facilitando la identificación de soluciones efectivas y el seguimiento continuo de las mejoras implementadas.

Figura 11: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa



Fuente: IONOS, 2023.

### 2.1.12 Los 5 porqués

Esta técnica se utilizó por primera vez en Toyota durante la evolución de sus metodologías de fabricación. La estrategia de los 5 porqués consiste en examinar cualquier problema y realizar la pregunta: “¿Por qué?” La respuesta al primer “porqué” va a generar otro “porqué”, la respuesta al segundo “porqué” te pedirá otro y así sucesivamente, de ahí el nombre de la estrategia 5 porqués. La técnica es sencilla, no tiene gran dificultad de aplicación, es una herramienta fácil y muchas veces eficaz para descubrir la raíz de un problema. Ya que es simple, se puede adaptar de forma rápida para que puedas resolver casi cualquier problema, por lo que debemos hacerla nuestra y aplicarla siempre que sea necesario. Cuando se busca resolver un problema, comienza con el resultado final de la situación que quieres analizar y trabaja hacia atrás (hacia la raíz), pregunta de manera continua: “¿Por qué?”. Repite una y otra vez la pregunta hasta que la causa raíz del problema se hace evidente. No obstante, debes tener en cuenta que, si no obtienes una respuesta correcta de manera rápida, es posible que tengas que aplicar otras técnicas de resolución de problemas. (5 Porqués, Análisis de la causa raíz de los problemas, 2015)

La herramienta "Los 5 Porqués" será empleada para profundizar en la identificación de las causas raíz de los problemas observados en el proceso de kitting de consumibles. Esta técnica consiste en realizar una serie de preguntas sucesivas del tipo "¿Por qué?" para llegar a las causas subyacentes de los problemas, permitiendo una comprensión

más completa de los factores que contribuyen a los tiempos de espera prolongados y otras ineficiencias en el proceso.

Durante la fase de Analizar, se aplicará "Los 5 Porqués" para investigar las causas fundamentales de los problemas detectados en el proceso de kitting. A través de preguntas repetitivas, se busca no solo identificar los síntomas visibles, sino también comprender las razones profundas que los originan. Este enfoque permitirá desglosar el problema en niveles más detallados y entender cómo cada causa contribuye al problema general.

Por ejemplo, si se detecta un retraso en la preparación de los kits, se preguntará "¿Por qué ocurre este retraso?" y, tras obtener una respuesta, se seguirá cuestionando "¿Por qué ocurre eso?" para cada respuesta obtenida. Este proceso se repetirá hasta llegar a una causa raíz que pueda ser abordada directamente.

La técnica de "Los 5 Porqués" facilitará la identificación de problemas que pueden no ser evidentes a simple vista, ayudando a enfocar los esfuerzos en resolver las causas fundamentales en lugar de solo los síntomas superficiales. Esto es crucial para asegurar que las soluciones implementadas en la fase de Mejorar sean efectivas y duraderas.

Además, durante la fase de Controlar, se utilizará "Los 5 Porqués" para evaluar si las soluciones aplicadas han abordado efectivamente las causas raíz y para monitorear la sostenibilidad de las mejoras a lo largo del tiempo. Este enfoque continuo ayudará a prevenir la recurrencia de los problemas y garantizar que las mejoras sean sostenibles.

En resumen, "Los 5 Porqués" será fundamental para el análisis de problemas, la identificación de causas raíz y el desarrollo de soluciones efectivas, optimizando el proceso de kitting y reduciendo los tiempos de espera.

Figura 12: Ejemplo de los 5 porqués

Planteamiento del problema	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Por qué 4	Por qué 5	Resultado
Cambio en la estrategia de contenidos de la empresa	¿Por qué queremos cambiar nuestra estrategia de contenidos?  Porque queremos cambiar la percepción de nuestros clientes y estar más alineados a sus intereses.	¿Por qué queremos cambiar la percepción de nuestros clientes?  Porque nuestros clientes más leales están cada vez más alejados y no hemos tenido éxito atrayendo nuevos clientes similares.	¿Por qué los clientes han dejado de interactuar con nuestros contenido y marca en general?  Porque hicimos un cambio de estrategia en nuestra comunicación pero no fue la mejor decisión.	¿Por qué los clientes no han sentido interés en los nuevos contenidos?  Porque nos enfocamos en términos más especializados y en temas más complejos.	¿Por qué no hemos sabido enfocar estos temas al lenguaje que el cliente puede comprender?  Porque los contenidos los ha escrito nuestro especialista, quien tiene la experiencia en su área pero tiene un lenguaje muy técnico que no es tan fácil de comprender.	Los contenidos actuales no son malos, solo requieren de un redactor que sea capaz de llevar a un lenguaje más cordial toda la experiencia y la información que el especialista tiene.

Fuente: Hubspot, 2023.

### 2.1.13 Diagrama de Pareto

Diagrama de Pareto es una herramienta de gestión que se utiliza para analizar y visualizar la importancia relativa de diferentes elementos en un conjunto de datos o situación empresarial.

Su nombre proviene del economista italiano Vilfredo Pareto, quien en el siglo XIX observó que aproximadamente el 80% de las riquezas en Italia estaban en manos del 20% de la población. Este principio del 80/20 se convirtió en la base del Diagrama de Pareto, que se ha aplicado con éxito en diversas áreas, desde la gestión de ventas hasta la mejora de la calidad.

El Diagrama de Pareto se basa en la idea de que un pequeño número de elementos (el 20%) contribuye en gran medida a un resultado (el 80%). En su esencia, ayuda a identificar cuáles son los elementos críticos en cualquier conjunto de datos, lo que facilita la focalización de esfuerzos y recursos en los aspectos más significativos. (Inboundcycle, 2024)

En este proyecto, se utilizará para identificar y priorizar las principales causas de los problemas en el proceso de kitting de consumibles. Esta herramienta permitirá visualizar las áreas que tienen el mayor impacto en los tiempos de espera y otros problemas asociados, aplicando el principio de Pareto, que sugiere que el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas.

Durante la fase de Medir, se recolectarán datos relacionados con los tiempos de espera, los errores en el proceso y las ineficiencias observadas. Estos datos se clasificarán y se representarán gráficamente utilizando el Diagrama de Pareto. Este diagrama mostrará las causas de los problemas en orden descendente, permitiendo una visualización clara de cuáles problemas contribuyen en mayor medida a los tiempos de espera prolongados y otras ineficiencias.

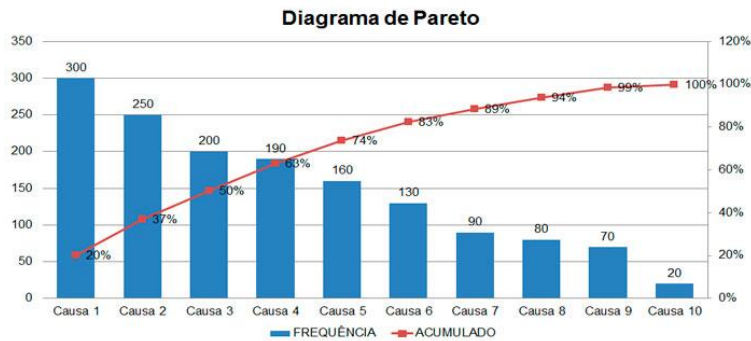
En la fase de Analizar, el Diagrama de Pareto ayudará a enfocar los esfuerzos en las causas más significativas. Al identificar las áreas con mayor impacto, se podrá priorizar las intervenciones y soluciones para abordar las causas más críticas primero, maximizando así el efecto positivo en la eficiencia del proceso de kitting.

El Diagrama de Pareto también será útil en la fase de Mejorar para monitorear el impacto de las soluciones implementadas. Al comparar los datos antes y después de la aplicación de mejoras, se podrá observar si las intervenciones han logrado reducir significativamente las causas principales de los problemas identificados.

Finalmente, en la fase de Controlar, el Diagrama de Pareto servirá como una herramienta de seguimiento para asegurar que las mejoras se mantengan y que las áreas previamente identificadas como críticas no vuelvan a generar problemas significativos. Este enfoque ayudará a mantener el enfoque en las áreas clave para la optimización continua del proceso.

En resumen, el Diagrama de Pareto proporcionará una visión clara de las causas más importantes de los problemas en el proceso de kitting, facilitando una toma de decisiones informada y la implementación de soluciones efectivas para mejorar la eficiencia y reducir los tiempos de espera.

Figura 13: Ejemplo de diagrama de Pareto



Fuente: Napratica, 2024.

### 2.1.14 Costo Beneficio

El análisis de costo-beneficio (también conocido como análisis de beneficio-costos) es una herramienta de toma de decisiones que te servirá para elegir con qué acciones vale la pena avanzar. Ofrece una perspectiva cuantitativa del problema para tomar decisiones basadas en evidencia y no en opiniones subjetivas o prejuicios.

Durante el análisis, asignas valores monetarios a los costos y beneficios de la decisión. Después, restas los costos de los beneficios para determinar las ganancias netas. Te ayuda a estimar el beneficio económico total (o la falta de este) de la elección, para que puedas decidir si es una buena idea como para avanzar. (Asana, 2024)

La herramienta Costo-Beneficio será fundamental para evaluar la viabilidad económica de las soluciones propuestas para el proceso de kitting de consumibles. Este análisis permitirá comparar los costos involucrados en la implementación de mejoras con los beneficios esperados, ayudando a determinar si las inversiones justifican los resultados anticipados.

Durante la fase de Mejorar, se realizará un cálculo exhaustivo de los costos asociados con cada propuesta, incluyendo gastos en nuevos equipos, capacitación y ajustes en los procesos existentes. Simultáneamente, se estimarán los beneficios que estas mejoras pueden traer, tales como la reducción en los tiempos de espera, disminución de desperdicios y aumento en la eficiencia operativa.

En la fase de Controlar, se usará el análisis Costo-Beneficio para realizar un seguimiento de los costos y beneficios reales en comparación con las estimaciones iniciales. Esto permitirá verificar que las mejoras implementadas están generando el retorno esperado y ajustar las estrategias si es necesario.

Este enfoque garantizará que las decisiones sobre las mejoras sean económicas y estratégicamente sólidas. Además, proporcionará una justificación clara para las inversiones ante los interesados, asegurando que los recursos se asignen de manera efectiva para maximizar el valor y la eficiencia del proceso.

De este modo, el análisis Costo-Beneficio será clave para tomar decisiones informadas y asegurar que las mejoras en el proceso de kitting sean tanto efectivas como rentables.

Figura 14: Ejemplo de costo beneficio

Análisis costo-beneficio							
INVERSIÓN	\$8,665,932						
Tasa	19%						
		0	1	2	3	4	5
ENTRADAS		\$500,084	\$900,151	\$1,080,181	\$1,944,327	\$3,499,788	
SALIDAS		\$564,487	\$846,731	\$931,404	\$1,024,544	\$1,126,998	
FLUJO NETO		-\$8,665,932	-\$64,403	\$53,421	\$148,778	\$919,783	\$2,372,790

Suma entradas	\$4,133,049.33
Suma salidas	\$2,608,175.67
Costos + inversión	\$11,274,107.67
Costo/Beneficio	0.366596582

Fuente: Hubspot, 2023

### 2.1.15 Multivoto o Multivotación

La multivotación es un procedimiento sencillo y estructurado que se aplica para seleccionar, de entre una amplia lista de elementos, aquellos que son más significativos y merecen mayor consideración.

Cuando disponemos de una gran cantidad de ideas u opciones la dificultad estriba en trabajar con ese alto número. Con la multivotación, esa amplia gama de elementos se reduce, lo que permite al equipo centrarse en unas pocas, más apropiadas e importantes. Con este fin, la técnica opera mediante una serie de votaciones, donde cada una de ellas reduce la lista en una cantidad especificada, generalmente la tercera parte.

Un caso típico de aplicación de la multivotación es tras de una sesión de brainstorming, o de otras técnicas de generación de ideas, como el método 635.

La gran cantidad de elementos que se producen requieren de una acción posterior que reduzca su volumen, siendo una excelente alternativa la multivotación. (Aiteco, 2019)

Para garantizar una selección efectiva de las propuestas de mejora en el proceso de kitting de consumibles, se utilizará la herramienta de Multivoto o Multivotación. Esta herramienta será esencial durante la fase de Mejorar para facilitar la priorización de las opciones propuestas por el equipo.

La técnica de Multivoto se implementará en sesiones de trabajo colaborativas con miembros clave del equipo y otros participantes relevantes. En estas sesiones, se presentarán las propuestas de mejora generadas y se pedirá a cada participante que vote por las opciones que consideran más beneficiosas. Este enfoque democrático permite evaluar las propuestas en función de su viabilidad, impacto y alineación con los objetivos del proyecto.

El uso del Multivoto no solo ayuda a identificar cuáles mejoras tienen mayor respaldo entre los participantes, sino que también asegura que la selección final de soluciones refleje una visión consensuada. Esta metodología fomenta la colaboración y el compromiso del equipo, asegurando que las decisiones se basen en las prioridades colectivas.

En conclusión, al aplicar la herramienta de Multivoto, se optimiza el proceso de toma de decisiones, garantizando que las mejoras seleccionadas sean las más adecuadas y apoyadas por el equipo. Esto contribuye a una implementación más eficaz de las soluciones y al logro de los objetivos del proyecto.

Figura 15: Ejemplo de multivoto

MATRIZ DE MULTIVOTACIÓN					
Tema: DEMANDA IRREGULAR EN EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO EN UNA FRANQUICIA					
Propósito: Elegir las mejores ideas que puedan justificar la demanda irregular					
Item	Problemas	VOTACION			
		fra.	2da.	Prom.	Orden
1	Precios altos no competitivos de nuestros productos	4	1	2.5	
2	Disminución de la clientela en los meses de enero y febrero	5	3	4	3ro
3	Costos elevados de la materia prima	0	3	1.5	
4	Cambios periodicos de personal	1	2	1.5	
5	Falta de planificación en las ventas	2	2	2	
6	Falta de consolidación de la empresa	3	1	2	
7	Falta de aplicación de los estándares de calidad en los productos	3	2	2.5	
8	Desconocimiento de la marca en el mercado local	5	4	4.5	1ro
9	Falta de publicidad	4	5	4.5	2do
10	Rigidez en los estatutos municipales	1	1	1	
11	Mala atención al cliente	2	1	1.5	
12	Nuevas marcas en el mercado	3	4	3.5	4to
13	Horarios de atención insuficientes	3	3	3	
14	Nuevas leyes	1	3	2	
15	Cambio de proveedores	1	2	1.5	
16	Falta un local propio	1	0	0.5	
17	Variación de precios	2	4	3	
18	Pocas formas de pago del cliente	3	4	3.5	5to
19	Falta de motivación del personal	3	1	2	
20	Falta de rotación de la carta.	3	4	3.5	6to
21	Deficiencia en los canales de atención	2	1	1.5	
22	Falta de capacitación	2	2	2	
23	Personal insuficiente	2	2	2	
24	Local pequeño	2	2	2	
25	Falta de promociones de los productos	3	3	3	
26	Ubicación del local	3	2	2.5	
27	Falta de trabajo en equipo	4	3	3.5	7to
28	Segmentación del mercado	2	2	2	

Fuente: Monografías, 2013.

### 2.1.16 Lluvia de ideas

El brainstorming es una popular técnica utilizada para encontrar ideas basada en la creatividad espontánea y sin filtros. La base de esta técnica, consistente en entrenar el cerebro humano para desencadenar una “lluvia de ideas” y plasmarlas en papel sin censura, fue formulada por primera vez en 1939 por el autor estadounidense Alex F. Osborn y desarrollada por el teórico de la gestión Charles Hutchison Clark. El brainstorming es un método que tiene como objetivo la recopilación rápida y no filtrada de ideas, pidiendo a los participantes que simplemente “lancen ideas al aire”.

Como disciplina para el intercambio de ideas, el brainstorming comprende diversas variantes, fases, aspectos y dinámicas. Cuando conozcas esta técnica y sus ventajas y desventajas, conseguirás que tu próxima sesión de lluvia de ideas sea aún más efectiva. (IONOS, 2023)

En el contexto de este proyecto, la herramienta de Lluvia de ideas será utilizada para estimular la creatividad y fomentar la generación de propuestas innovadoras durante la fase de Mejorar del ciclo DMAIC. Esta técnica colaborativa jugará un papel clave en la identificación y desarrollo de soluciones efectivas para los problemas encontrados en el proceso de kitting de consumibles.

La Lluvia de ideas se llevará a cabo en sesiones de trabajo grupales que involucrarán a miembros del equipo del proyecto, expertos en el área, y otros interesados clave. Estas sesiones se organizarán de manera estructurada para maximizar la participación y la creatividad. Durante estas reuniones, se alentará a los participantes a expresar libremente sus ideas y sugerencias, sin temor a críticas, para asegurar un flujo continuo de propuestas.

Cada sesión de Lluvia de ideas se centrará en diferentes aspectos del proceso de kitting, abordando temas como la optimización de flujos de trabajo, la reducción de tiempos de espera, y la mejora en la gestión de inventarios. Las ideas propuestas serán documentadas y posteriormente revisadas para evaluar su viabilidad, impacto potencial y alineación con los objetivos del proyecto.

Una vez recopiladas, las ideas serán analizadas y clasificadas en función de criterios como costo, facilidad de implementación, y beneficios esperados. Este análisis permitirá identificar las propuestas más prometedoras que serán seleccionadas para su desarrollo y prueba.

Además, la Lluvia de ideas no solo facilitará la generación de soluciones innovadoras, sino que también promoverá un sentido de colaboración y compromiso entre los miembros del equipo, creando un entorno en el que todos se sientan involucrados en el proceso de mejora.

En conclusión, la aplicación de la Lluvia de ideas en este proyecto proporcionará un enfoque estructurado para la exploración de soluciones, ayudando a descubrir nuevas oportunidades de mejora y garantizando que se aborden de manera integral las áreas críticas del proceso de kitting. Esta herramienta permitirá generar una variedad de enfoques y seleccionar las soluciones más adecuadas para optimizar la eficiencia operativa y mejorar los resultados del proceso.

Figura 16: Ejemplo de lluvia de ideas



Fuente: QServus, 2022.

### 2.1.17 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt, muy usado en la gestión de proyectos, es un gráfico de barras horizontales que se usa para ilustrar el cronograma de un proyecto, programa o trabajo. Es una forma de visualizar la programación de tu proyecto, de dar seguimiento a los logros y de estar siempre familiarizado con el cronograma de tu trabajo. Cada barra de un diagrama de Gantt representa una etapa del proceso (o una tarea del proyecto) y su longitud, la duración de la tarea. Cuando los miras en perspectiva, los diagramas de Gantt ofrecen a los miembros del equipo un panorama general acerca de cuál es el trabajo que hay que hacer, quién lo hace y cuándo. Gracias a los programas de gestión de proyectos en la nube los diagramas de Gantt pueden actualizarse y sincronizarse de forma rápida y para todos los miembros del equipo a la vez. (Asana, 2024)

El Diagrama de Gantt será una herramienta clave en la planificación y gestión del proyecto de mejora del proceso de kitting en la empresa ICU Medical LTD. Esta herramienta proporcionará una representación visual del cronograma del proyecto, facilitando la coordinación y el seguimiento de las actividades a lo largo de las diferentes fases del proyecto.

Planificación del Proyecto: Se utilizará el Diagrama de Gantt para crear un plan detallado que incluya todas las tareas y actividades necesarias para llevar a cabo el proyecto. Cada tarea será desglosada en actividades específicas, con fechas de inicio y finalización

estimadas. Esto permitirá una visualización clara de los tiempos asignados para cada fase y actividad del proyecto.

**Asignación de Recursos:** A través del Diagrama de Gantt, se podrán asignar recursos y responsabilidades de manera eficiente. Cada tarea se vinculará a los miembros del equipo responsables, y se podrá verificar la disponibilidad y carga de trabajo de los recursos a lo largo del proyecto. Esta asignación efectiva ayudará a optimizar el uso de los recursos disponibles y a evitar cuellos de botella.

**Seguimiento del Progreso:** El Diagrama de Gantt servirá como una herramienta de seguimiento para monitorear el progreso del proyecto en tiempo real. Se actualizará regularmente para reflejar el estado actual de cada tarea y actividad, permitiendo identificar cualquier desviación del cronograma original. Esto facilitará la toma de decisiones y ajustes necesarios para mantener el proyecto en camino.

**Comunicación del Progreso:** Además, el Diagrama de Gantt se utilizará para comunicar el progreso del proyecto a las partes interesadas y al equipo de trabajo. Su formato visual facilitará la comprensión del estado del proyecto, ayudando a mantener a todos los involucrados informados sobre los hitos alcanzados y los próximos pasos.

Utilizando el Diagrama de Gantt, se logrará una gestión del proyecto más eficiente y efectiva, asegurando que cada fase se lleve a cabo dentro del plazo establecido. Esta herramienta proporcionará una visión clara del avance, mejorará la coordinación entre los miembros del equipo y permitirá ajustes oportunos para garantizar el éxito en la mejora del proceso de kitting.

Figura 17: Ejemplo de diagrama de gantt

ACTIVIDADES	HRS	AGOSTO		SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE	
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12
1. Realizar investigación documental sobre manuales administrativos.	20	20											
2. Definir correctamente la estructura organizacional, así como el perfil de cada puesto bajo el asesoramiento de los directivos.	25	20	5										
3. Mejorar y reestructurar la filosofía empresarial en conjunto con los directivos.	20		20										
4. Actualizar las políticas organizacionales mediante observación y en común acuerdo con el personal administrativo.	25		15	10									
5. Entrevistar al personal de cada área para definir a detalle las actividades y procesos que les corresponden.	25			25									
6. Elaborar el contenido general de los cuatros manuales administrativos.	30			5	25								
7. Elaborar el Manual de Organización.	120				15	40	40	25					
8. Elaborar el Manual de Bienvenida.	50							15	35				
9. Realizar la primera revisión de avances con personal directivo y el asesor académico.	12								5	7			

Fuente: Guía del empresario, 2023.

### 2.1.18 Dashboard

El dashboard o también conocido como panel de información o panel de gestión, es una interfaz gráfica que ayuda a los usuarios a visualizar indicadores clave de desempeño o KPI y métricas para la toma de decisiones que llevarán a la empresa a lograr sus objetivos. Por esta razón, muchos profesionales lo ven como un informe de progreso.

Básicamente, reúne una gran cantidad de datos que se encuentran disponibles en la organización, transformándolos en KPI, con tablas y gráficos.

Los dashboards siempre deben mostrarse en forma de presentación visual en una sola pantalla del panel de control, lo que evita las barras de desplazamiento y facilita la realización de comparaciones y el seguimiento de los objetivos.

Esta herramienta está destinada a facilitar la comprensión de todo lo que ocurre en la empresa, de forma ilustrativa y objetiva, para que tanto los directivos como los empleados puedan asimilar la información y, así, buscar mejoras estratégicas. (Rockcontent, 2021).

Para optimizar la gestión del proceso de kitting en ICU Medical LTD, se integrará un Dashboard como herramienta clave. Este recurso visual proporcionará una visión clara y en tiempo real de los indicadores de rendimiento y métricas relevantes, facilitando la toma de decisiones y el seguimiento del progreso del proyecto.

Se empezará con el diseño del Dashboard, el cual se ajustará a las necesidades específicas del proyecto. El enfoque principal será en métricas críticas como los tiempos de espera de los materiales, las tasas de errores y los niveles de inventario en tránsito. Seleccionar las métricas más pertinentes será crucial para alinear el Dashboard con los objetivos del proyecto.

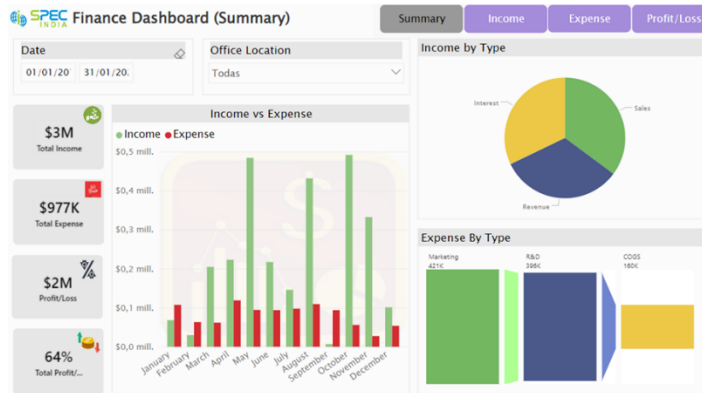
Una vez diseñado, el Dashboard se integrará con los sistemas de gestión existentes para recopilar datos automáticamente. Esta integración garantizará que la información presentada sea actualizada y precisa, ofreciendo una visión clara del rendimiento operativo.

Durante la fase de implementación, el Dashboard permitirá un monitoreo continuo del proceso de kitting. Revisar periódicamente las métricas permitirá evaluar el impacto de las mejoras y hacer ajustes necesarios para mantener el progreso en la dirección deseada.

Además, el Dashboard servirá como una herramienta de comunicación efectiva, compartiendo actualizaciones y resultados de manera visual con los diferentes equipos involucrados. Esto mejorará la transparencia y fomentará una colaboración más eficiente entre las partes interesadas.

En resumen, el uso del Dashboard proporcionará una gestión más efectiva del proceso de kitting, asegurando que las mejoras se mantengan en línea con los objetivos del proyecto y promoviendo una cultura de monitoreo continuo y ajustes proactivos dentro de la empresa.

Figura 18: Ejemplo de Dashboard



Fuente: Maseldata, 2022

## 2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

En esta sección, se presentarán los aspectos esenciales de ICU Medical LTD en Costa Rica, proporcionando un contexto detallado para el estudio. ICU Medical LTD es una empresa de renombre en el ámbito de dispositivos médicos, reconocida por su liderazgo en el desarrollo, fabricación y comercialización de soluciones para terapia de infusión y cuidados críticos.

Se explorará la ubicación de la empresa en la provincia de Heredia, en la Zona Franca Global Park, y se detallará su estructura operativa, incluyendo sus principales áreas de enfoque y sus instalaciones. Además, se analizará el área específica de kitting de consumibles dentro del departamento de almacén, que será el centro de nuestro estudio.

Este análisis proporcionará una visión integral del entorno en el que se desarrollará el proyecto, facilitando una mejor comprensión de los desafíos y oportunidades presentes en la empresa. La información aquí expuesta servirá como base para contextualizar los objetivos y las metodologías que se aplicarán en el transcurso del estudio.

### **2.2.1 Visión / Misión / Norte Verdadero**

ICU Medical Costa Rica, como parte de una organización global comprometida con la mejora de la atención médica, basa sus operaciones en principios fundamentales que guían su dirección estratégica y operativa. Estos principios se reflejan en la misión, visión y norte verdadero de la empresa, los cuales no solo definen su propósito y objetivos, sino que también establecen un marco claro para el compromiso con la excelencia y la innovación en la industria de dispositivos médicos. A continuación, se detallan los pilares que sustentan la filosofía corporativa de ICU Medical Costa Rica, orientando cada uno de sus esfuerzos hacia la creación de soluciones médicas seguras, eficaces y de alta calidad.

#### **Visión**

“Ser el líder global en soluciones de terapia de infusión y cuidados críticos, reconocidos por nuestra excelencia en innovación, calidad y compromiso con la mejora continua. Buscamos transformar el cuidado del paciente a través de tecnología avanzada y prácticas de vanguardia, ofreciendo productos y servicios que marcan la diferencia en la vida de los pacientes y profesionales de la salud” (ICUMED, 2023).

#### **Misión**

“Brindar soluciones innovadoras y de alta calidad en dispositivos médicos para terapia de infusión y cuidados críticos, con un enfoque en la seguridad del paciente y la satisfacción del cliente. Nos comprometemos a superar las expectativas del mercado mediante la innovación continua, la mejora de nuestros procesos y la garantía de la más alta calidad en cada producto que fabricamos.” (ICUMED, 2023).

#### **Norte verdadero**

“Ser los mejores en Seguridad, Calidad y Competitividad” (ICUMED, 2023).

### **2.2.2 Antecedentes históricos**

ICU Medical Costa Rica LTD se estableció en 1999 en territorio costarricense, inicialmente como parte de Abbott Laboratories. Desde entonces, la empresa ha experimentado un crecimiento significativo, ampliando su presencia global con plantas de manufactura y servicios en múltiples países, incluyendo Estados Unidos, México, Canadá, Italia, China, Australia, y el Reino Unido, entre otros.

En sus comienzos en Costa Rica, la empresa contaba con solo 800 empleados, operando con un número limitado de equipos y líneas de ensamble final. Sin embargo, a medida que la compañía fue integrando su cadena productiva de manera más eficiente y elevando sus estándares de calidad, comenzaron a realizarse inversiones adicionales que impulsaron su expansión.

Durante la primera década de operación en Costa Rica, ICU Medical completó cuatro fases de construcción y llevó a cabo la transferencia de procesos productivos desde 14 ubicaciones distintas a nivel mundial. Estas iniciativas incorporaron una gama de tecnologías y niveles de complejidad únicos, alineados con estándares de clase mundial.

En su evolución corporativa, la planta en Costa Rica pasó de ser parte de Abbott a formar parte de Hospira, luego fue adquirida por Pfizer, y finalmente, en 2017, se consolidó como ICU Medical. Hoy en día, la planta en Costa Rica ha crecido a casi 3,000 empleados y se extiende sobre 63,000 metros cuadrados, distribuidos en cuatro edificios que albergan 10 cuartos limpios, 70 prensas de moldeo, un centenar de equipos automatizados, 13 líneas de ensamble final y un centro regional de servicios compartidos.

Después de 20 años de operación en Costa Rica, ICU Medical anunció una inversión de \$13 millones de dólares. Esta inversión incluye la construcción de una planta de esterilización, que completa su cadena de valor; la incorporación de una línea de producción para una innovadora bomba de infusión; y la instalación de 4,054 paneles solares de última generación, posicionando este proyecto como el más grande de su tipo

en Costa Rica. Estos paneles permiten a la planta autogenerar un 6% de su consumo eléctrico, equivalente al consumo de 770 hogares costarricenses.

A lo largo de sus 25 años en Costa Rica, ICU Medical ha mantenido un enfoque continuo en la excelencia operacional, el desarrollo del recurso humano y la responsabilidad social. La empresa ha implementado una serie de proyectos en áreas como el medio ambiente, arte y cultura, comunidad y familia, educación, salud, deporte y sostenibilidad. Este compromiso con la mejora continua y el bienestar comunitario refuerza su posición como líder en la industria y un pilar en la economía local.

### **2.2.3 Ubicación geográfica**

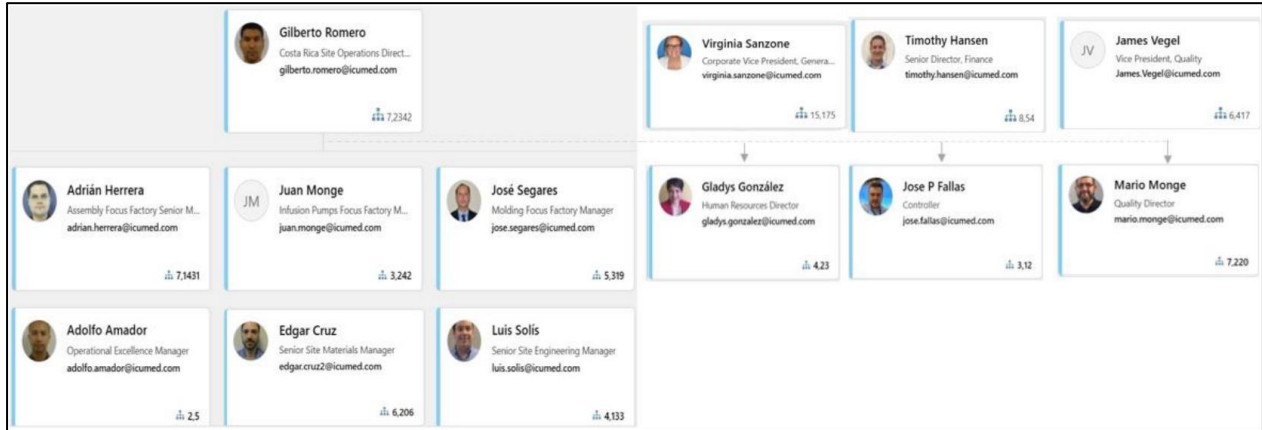
ICU Medical Costa Rica está ubicada en la Zona Franca Global Park, en la provincia de Heredia. Esta zona franca es un parque industrial estratégico en Costa Rica, que alberga a varias empresas multinacionales en un entorno que ofrece beneficios fiscales y logísticos. La dirección exacta de ICU Medical Costa Rica es Global Park, Edificio 1 y 2, La Aurora, Heredia, Costa Rica.

La ubicación en Global Park es especialmente ventajosa debido a su proximidad a la capital, San José, lo que facilita el acceso a infraestructura crítica como aeropuertos, centros de distribución y servicios de transporte. Además, la zona es conocida por su ambiente de negocios dinámico y su enfoque en la innovación tecnológica y manufactura avanzada.

Este posicionamiento geográfico es clave para la estrategia operativa de ICU Medical, permitiéndole mantener un flujo eficiente de operaciones y una conexión robusta con sus otras plantas y centros de distribución a nivel global. Además, la planta en Costa Rica se ha beneficiado de un entorno regulado y estable, con un enfoque en la sostenibilidad y el desarrollo continuo, reflejado en su reciente expansión y en los proyectos de inversión para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de sus operaciones

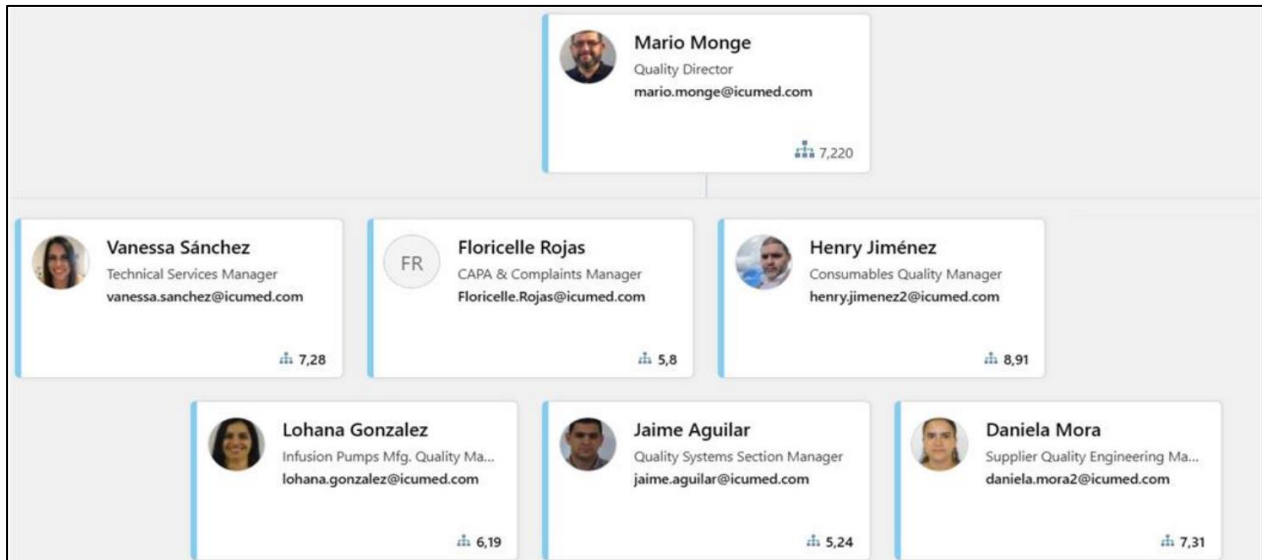


Figura 20: Organigrama Gerencia de Staff



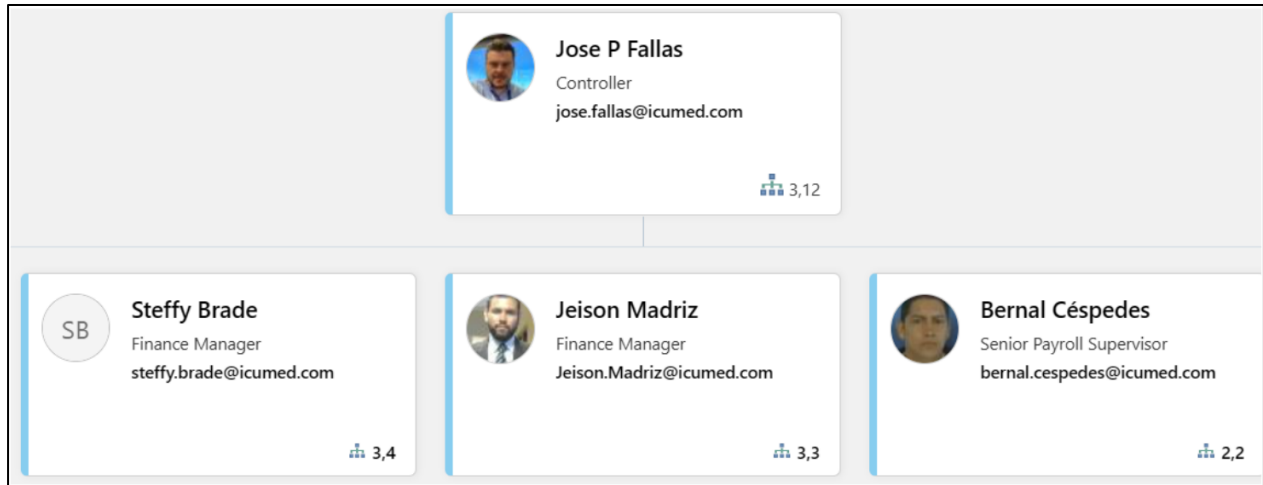
Fuente: RRHH ICU Medical LTD Costa Rica, 2024.

Figura 21: Organigrama Gerencia de Calidad



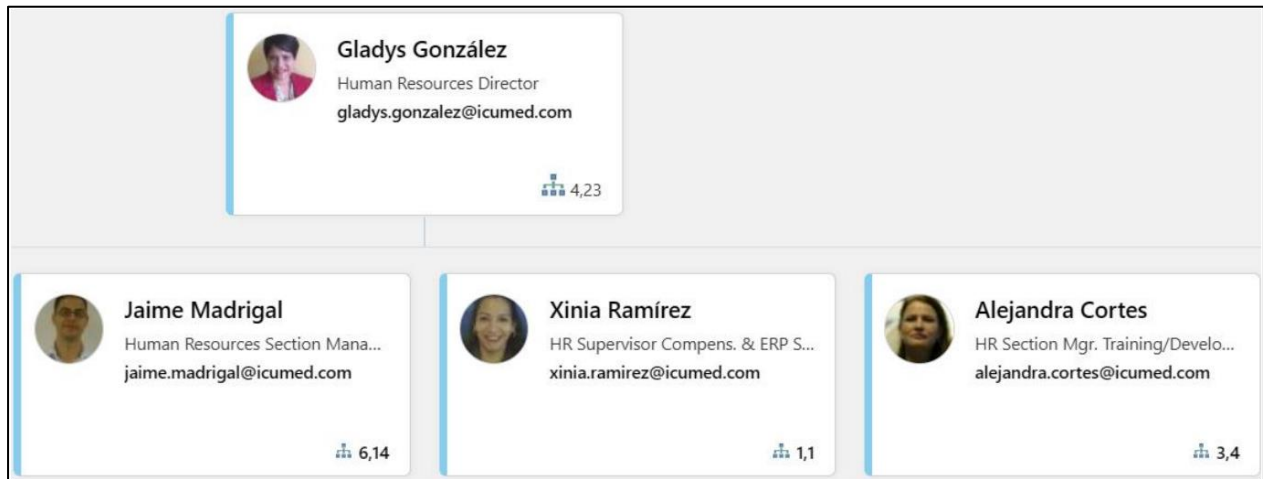
Fuente: RRHH ICU Medical LTD Costa Rica, 2024.

Figura 22: Organigrama Gerencia de Finanzas



Fuente: RRHH ICU Medical LTD Costa Rica, 2024.

Figura 23: Organigrama Gerencia de RRHH



Fuente: RRHH ICU Medical LTD Costa Rica, 2024.

### 2.2.5 Cantidad de empleados

Para obtener una visión integral de la operación de ICU Medical Costa Rica, es esencial no solo entender la estructura jerárquica de la empresa, sino también conocer la distribución de su fuerza laboral en las diferentes áreas. Esta información proporciona un contexto adicional sobre cómo se asignan los recursos humanos en relación con las responsabilidades y funciones dentro de la organización.

La tabla a continuación muestra el desglose detallado de la cantidad de empleados en cada área y función clave de ICU Medical Costa Rica. Esta distribución refleja las prioridades operativas y estratégicas de la empresa, permitiendo una evaluación más precisa de su capacidad operativa y eficiencia en la gestión de recursos.

- **Gerencia de Staff:** Incluye roles de gestión y supervisión que coordinan diversas áreas de la empresa.
- **Gerencia de Sección:** Agrupa a los equipos responsables de áreas específicas dentro de la organización.
- **Administrativo:** Comprende el personal que maneja funciones de apoyo cruciales para el funcionamiento diario de la empresa.
- **Áreas de Soporte:** Incluye los equipos que proporcionan soporte técnico, mantenimiento y otras funciones auxiliares.
- **Focus Factory:** Estas áreas están dedicadas a la producción especializada en diferentes tipos de productos, con un enfoque en la optimización y eficiencia de la manufactura.

La tabla proporciona un desglose claro del número de empleados en cada área, ayudando a identificar las principales concentraciones de personal y facilitando un análisis de cómo estos recursos están alineados con los objetivos operativos de la empresa.

Tabla 1: Cantidad de empleados por área

Puesto o Área	Cantidad
Gerencia de staff	9
Gerencia de sección	27
Administrativo	325
Áreas de soporte	480
Focus Factory Moldeo	220
Focus Factory Ensamble	1,110
Focus Factory Bombas de Infusión	630
<b>Total</b>	<b>2,801</b>

Fuente: RRHH ICU Medical LTD Costa Rica, 2024.

Este desglose de la distribución del personal ofrece una visión clara de cómo se organizan y gestionan los recursos humanos en ICU Medical Costa Rica, proporcionando una base sólida para análisis posteriores sobre la eficiencia operativa y la gestión de recursos.

### 2.2.6 Tipos de productos

ICU Medical se especializa en el desarrollo, fabricación y comercialización de dispositivos médicos de alta tecnología, enfocados en terapia de infusión y aplicaciones de cuidados críticos. La empresa se destaca por su capacidad para ofrecer soluciones innovadoras que mejoran la seguridad del paciente y la eficiencia clínica en entornos hospitalarios.

- **Sets Intravenosos:** ICU Medical produce más de 1,000 tipos de sets intravenosos que cubren una amplia gama de aplicaciones clínicas. Estos sets están diseñados para garantizar una administración precisa y segura de líquidos y medicamentos. La empresa utiliza tecnología avanzada para asegurar la calidad y fiabilidad de cada producto, desde sets de administración estándar hasta sistemas especializados para infusión continua y en bolo (ver anexo 1).

- **Bombas de Infusión:**
  - Plum 360: La bomba Plum 360 es un dispositivo de infusión de última generación que ofrece flexibilidad y precisión en la administración de medicamentos intravenosos. Su diseño modular permite la personalización para adaptarse a las necesidades específicas de cada paciente y entorno clínico. La bomba incluye características avanzadas como la integración con sistemas de gestión de datos y opciones de programación flexible (ver anexo 2).
  - LifeCare PCA: La LifeCare PCA (Patient-Controlled Analgesia) es una bomba de infusión diseñada para permitir a los pacientes controlar su propia analgesia. Este dispositivo es especialmente útil en la administración de analgesia postoperatoria, proporcionando un alivio del dolor eficaz y controlado bajo la supervisión del personal médico. La tecnología PCA mejora la experiencia del paciente al ofrecer un alivio personalizado del dolor y reducir la necesidad de intervención constante del personal.
- **Servicios de Repuestos y Accesorios:** Además de la fabricación de dispositivos médicos, ICU Medical ofrece servicios de repuestos y accesorios para sus bombas de infusión. Esto incluye modelos como la Plum A+, PCA y Plum 360. Estos servicios aseguran que los equipos continúen operando de manera efectiva y segura a lo largo de su vida útil, minimizando el tiempo de inactividad y mejorando la eficiencia en los entornos clínicos.
- **Centro Integrado de Servicios Corporativos:** La sede de ICU Medical en Costa Rica opera un centro de servicios corporativos que proporciona soporte integral a las operaciones de la empresa en América Latina y Europa. Este centro incluye:
  - Investigación y Desarrollo (I+D): Dedicado a la innovación continua y al desarrollo de nuevos productos y tecnologías.
  - Compras: Encargado de la adquisición de materiales y componentes necesarios para la fabricación.

- **Calidad:** Asegura que todos los productos cumplan con los estándares internacionales de calidad y regulaciones.
- **Soporte Técnico y Calibraciones:** Proporciona soporte técnico y servicios de calibración para mantener la precisión y el rendimiento de los dispositivos médicos.
- **Salud Ocupacional y Seguridad:** Gestiona las prácticas de salud y seguridad para proteger a los empleados y cumplir con las normativas.
- **Finanzas y Recursos Humanos:** Administra los aspectos financieros y de gestión del personal.
- **Tecnología de la Información:** Asegura la infraestructura tecnológica y el soporte necesario para las operaciones diarias.

ICU Medical combina su experiencia en el desarrollo de productos con un robusto soporte operativo para ofrecer soluciones efectivas y confiables a nivel global. Su compromiso con la calidad y la innovación continúa impulsando la mejora de los resultados clínicos y la satisfacción del paciente.

### **2.2.7 Mercado de exportación**

ICU Medical es un actor global en la industria de dispositivos médicos, centrado en la terapia de infusión y cuidados críticos. Su estrategia de exportación se basa en una red de distribución extensa y una presencia significativa en diversas regiones alrededor del mundo, lo que le permite atender a una amplia gama de mercados y necesidades clínicas.

#### **Norteamérica:**

- **Estados Unidos:** Como el mayor mercado para dispositivos médicos a nivel mundial, Estados Unidos representa una parte crucial de la estrategia de exportación de ICU Medical. La empresa opera múltiples instalaciones de fabricación y centros de distribución en el país, lo que facilita una rápida respuesta a las demandas del mercado y asegura un suministro constante de productos.

- Canadá: En Canadá, ICU Medical mantiene centros de distribución que permiten el acceso a una red de hospitales y clínicas en todo el país, apoyando la expansión y el suministro de sus productos en esta región clave.

### **Latinoamérica:**

- Brasil y México: Estos países son los principales mercados en Latinoamérica para ICU Medical. La empresa ha establecido centros de distribución en estos y otros países de la región para atender la creciente demanda de tecnología médica avanzada. La presencia en Latinoamérica también incluye una estrategia para superar desafíos logísticos y regulatorios específicos de la región.
- Chile y Argentina: ICU Medical trabaja para ampliar su cobertura en estos mercados emergentes, enfocándose en mejorar el acceso a sus productos y servicios en hospitales y clínicas locales.

### **Europa:**

- Alemania: Como uno de los principales centros de tecnología médica en Europa, Alemania es un mercado clave para ICU Medical. La empresa no solo distribuye productos, sino que también participa en asociaciones estratégicas y colaboraciones en investigación y desarrollo.
- Francia, Reino Unido y otros países de la UE: La compañía tiene una sólida presencia en varios países europeos, lo que le permite cumplir con las estrictas normativas de la Unión Europea y satisfacer la alta demanda de soluciones de salud avanzadas.

### **Oriente Medio:**

- Arabia Saudita y Emiratos Árabes Unidos: ICU Medical ha identificado a estos países como mercados en crecimiento debido a sus inversiones en infraestructura de salud y sus esfuerzos por mejorar la calidad de la atención médica. La empresa se centra en proporcionar productos de alta calidad y soporte técnico adaptado a las necesidades locales.

## **África:**

- Sudáfrica y Kenia: En África, ICU Medical enfrenta desafíos únicos, como la variabilidad en infraestructura y regulaciones. Sin embargo, la empresa ha desarrollado estrategias para mejorar el acceso a sus productos, enfocándose en regiones específicas donde la demanda de tecnología médica está en crecimiento. Las iniciativas incluyen asociaciones con organizaciones locales para apoyar la implementación de sus soluciones.

## **Pacífico de Asia:**

- Australia y Nueva Zelanda: En el Pacífico de Asia, ICU Medical mantiene una fuerte presencia en Australia y Nueva Zelanda, con centros de distribución que garantizan la entrega eficiente de productos y el soporte necesario para las instituciones de salud locales.
- Japón y Corea del Sur: Estos mercados avanzados demandan tecnología médica de vanguardia, y ICU Medical ha adaptado su oferta para cumplir con los estándares específicos y necesidades de estos países. La empresa se involucra activamente en la innovación y en la colaboración con socios locales para mantener su competitividad.

ICU Medical no solo se enfoca en la distribución de productos, sino que también implementa estrategias adaptativas para cada mercado. La empresa se asegura de adaptar sus productos a las regulaciones locales y ofrece formación y soporte técnico para garantizar un uso adecuado de los equipos. Además, establece asociaciones locales para mejorar la integración de sus soluciones en los sistemas de salud existentes. Al cumplir con los estándares internacionales y locales de calidad, ICU Medical mantiene una sólida reputación en la industria médica global.

La inversión en investigación y desarrollo es fundamental para ICU Medical, permitiéndole mantenerse a la vanguardia de la tecnología médica. La empresa colabora estrechamente con hospitales y profesionales de la salud en diferentes regiones para

identificar oportunidades de mejora y desarrollar nuevas soluciones que respondan a las necesidades emergentes del mercado.

Con su red global de centros de distribución y una estrategia de exportación bien establecida, ICU Medical está posicionada para continuar expandiendo su presencia y ofreciendo soluciones efectivas a nivel mundial, contribuyendo a la mejora de la atención médica en diversas regiones.

### **2.2.8 Descripción general del proceso productivo**

En las siguientes secciones se presentarán dos diagramas que ofrecen una representación detallada de los procesos productivos en ICU Medical Costa Rica. El primer diagrama muestra el proceso productivo general de la empresa, destacando cada una de las etapas clave, desde la planificación inicial basada en la demanda hasta la distribución final de los dispositivos médicos. A continuación, se presentará un segundo diagrama que aborda el proceso productivo general en el área de Kitting, seguido por un desglose más específico y preciso de este mismo proceso en un nivel detallado. Estos esquemas visuales subrayan los puntos críticos de control de calidad y las decisiones estratégicas que aseguran que todos los productos cumplan con los rigurosos estándares de la industria. Este enfoque detallado no solo garantiza la seguridad y eficacia de los productos, sino que también optimiza la eficiencia operativa, permitiendo a la empresa mantener su posición de liderazgo en el competitivo mercado global de dispositivos médicos.

#### **2.2.8.1 Descripción general del proceso productivo ICU Medical Costa Rica**

El siguiente diagrama proporciona una visión general del funcionamiento de ICU Medical Costa Rica, destacando las principales áreas y etapas del proceso productivo. Este esquema facilita la comprensión de cómo se integran las diferentes operaciones para cumplir con los objetivos de la empresa.

En ICU Medical Costa Rica, el proceso productivo de dispositivos médicos inicia con un exhaustivo planeamiento basado en la demanda. Este primer paso es fundamental para

ajustar la producción y garantizar que se satisfagan adecuadamente las necesidades del mercado. La planificación permite prever las cantidades necesarias y coordinar eficientemente los recursos.

Una vez establecido el plan de producción, se procede a la compra de la materia prima necesaria. Al recibir los materiales en la planta, se lleva a cabo un riguroso proceso de recepción y verificación. Esta etapa asegura que los materiales cumplan con los requisitos técnicos y de seguridad antes de ser utilizados en la producción. Si se detectan discrepancias, los materiales defectuosos se rechazan, y se implementan acciones correctivas, como la devolución a proveedores o la adquisición de nuevos suministros.

Con los materiales aprobados, se inicia la fabricación de partes moldeadas. Estos componentes intermedios son cruciales para el ensamblaje final de los productos. Las partes moldeadas son sometidas a una inspección detallada para confirmar su conformidad con los requisitos especificados. Si se encuentran defectos, se ajusta el proceso de fabricación o se descartan las piezas no conformes, asegurando que solo los componentes de alta calidad continúen en el proceso.

Los componentes aprobados se ensamblan en subensambles, que luego también pasan por una revisión meticulosa para verificar su funcionamiento y ajustes. Cualquier defecto detectado en esta fase se corrige para asegurar que los subensambles sean confiables y funcionales antes de ser utilizados en el ensamblaje final.

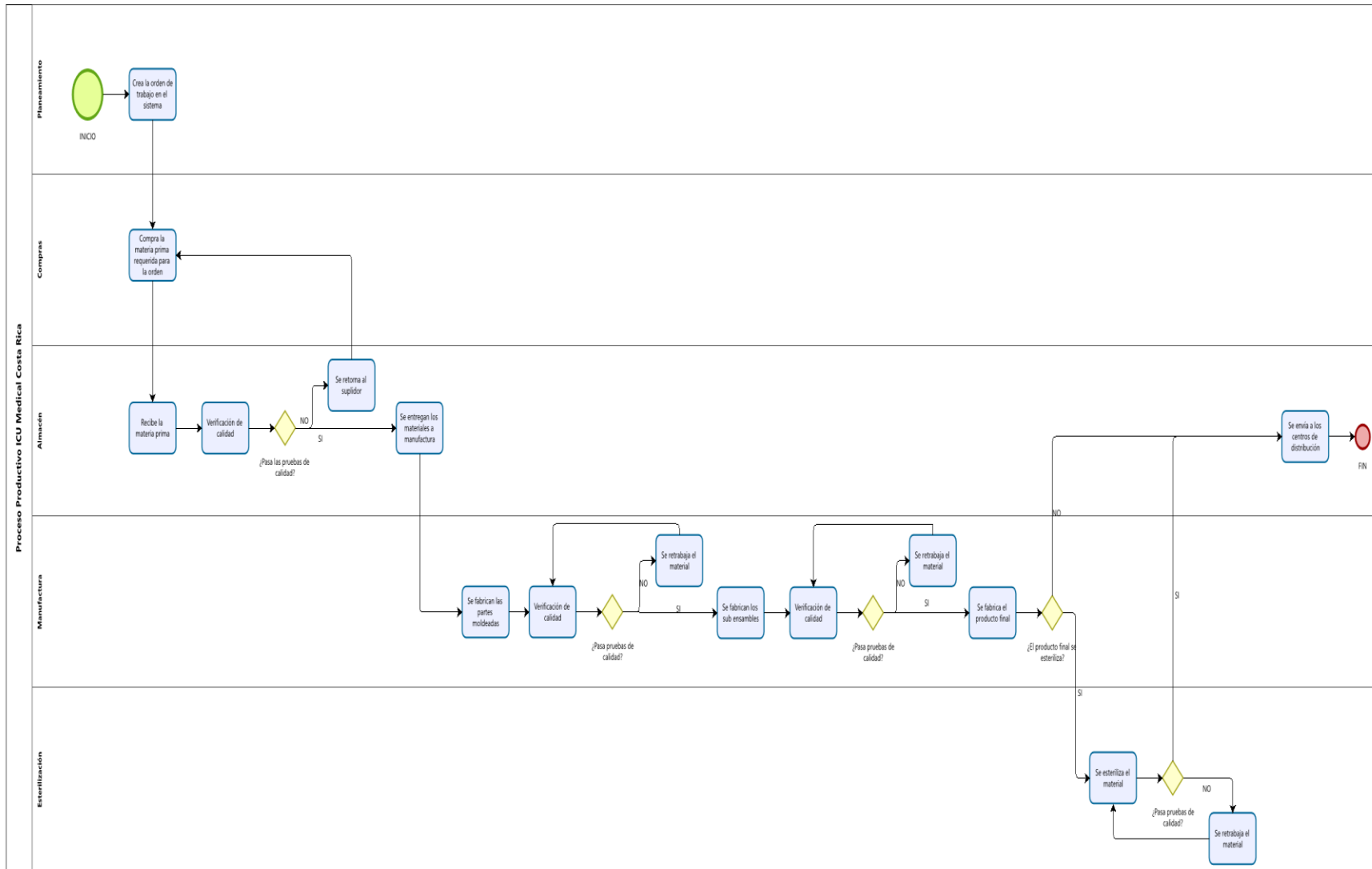
En la siguiente fase, los subensambles aprobados se ensamblan en sets finales o bombas de infusión. Los sets finales, a diferencia de las bombas de infusión, requieren un proceso de esterilización para eliminar posibles microorganismos y asegurar que sean seguros para su uso en entornos médicos. Este paso es fundamental y se puede realizar mediante varios métodos, como el uso de calor húmedo a alta presión en autoclaves, que es eficaz para destruir bacterias y virus; o la aplicación de gas de óxido de etileno a baja temperatura, adecuado para materiales sensibles al calor. También se utiliza la radiación ionizante en algunos casos, donde rayos gamma o electrones acelerados penetran el

material, eliminando cualquier microorganismo sin la necesidad de aplicar calor o humedad. Tras la esterilización, se realiza una verificación final para confirmar que el proceso se ha llevado a cabo correctamente. Si se identifican problemas, se toman medidas correctivas, como la re-esterilización o ajustes en el proceso.

Una vez que los sets finales han pasado todas las inspecciones y el proceso de esterilización, tanto los sets esterilizados como las bombas de infusión, que no requieren esterilización, se envían a centros de distribución. Estos centros gestionan la logística y organización para la entrega a los clientes. La meticulosa atención a cada etapa del proceso, desde la recepción de materia prima hasta la distribución final, asegura que cada dispositivo médico de ICU Medical Costa Rica cumpla con los estándares de seguridad y eficacia necesarios para satisfacer las exigencias del mercado global.

Lo anterior se visualiza en la figura 27: Proceso productivo ICU Medical Costa Rica.

Figura 24: Proceso productivo ICU Medical Costa Rica



Fuente: Autor, 2024.

### **2.2.8.2 Descripción general del proceso productivo Kitting Consumibles**

El siguiente diagrama muestra el proceso general de kitting en ICU Medical Costa Rica, destacando las principales etapas desde la recepción de las ordenes de trabajo hasta la preparación final de los kits. Este esquema ofrece una visión clara de cómo se gestiona y organiza el flujo de trabajo en esta área clave.

El diagrama de flujo del proceso de Kitting en ICU Medical Costa Rica refleja, de manera general, las principales etapas que se siguen desde la recepción de las órdenes de trabajo hasta la entrega de los kits a las áreas de manufactura.

Primero, se recibe la orden de trabajo, que inicia el proceso. A continuación, se crea la solicitud de materiales, donde se especifican los componentes necesarios para armar los kits. Luego, en la fase de preparación de materiales, se recolectan y organizan los elementos según las especificaciones de la orden.

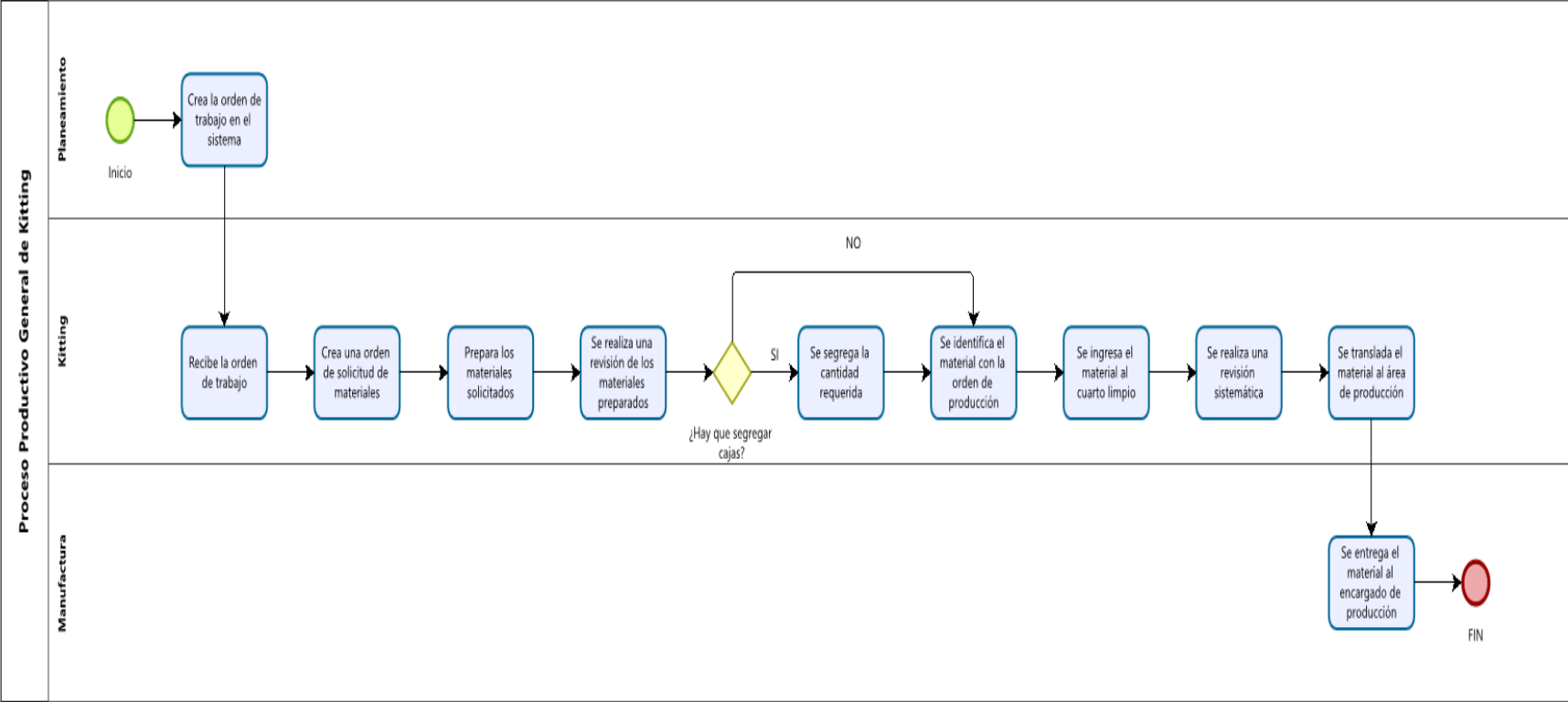
Una vez preparados, los materiales pasan por una revisión e identificación para asegurar que se cumplen los requisitos de calidad y cantidad. Posteriormente, ingresan al cuarto limpio, una zona controlada donde se almacenan los kits bajo estrictas condiciones, a la espera de ser entregados a manufactura.

El siguiente paso es la revisión sistemática, donde se realiza un chequeo final de los kits para verificar que todos los componentes estén correctamente ensamblados y listos para su uso. Finalmente, los kits son trasladados a las áreas de manufactura y se entregan a producción, donde se utilizarán en la fabricación de los productos finales.

Este flujo asegura un proceso eficiente y controlado, garantizando que los kits cumplan con los estándares de calidad necesarios antes de su uso en la producción.

En la figura 28: Proceso productivo general de Kitting, se observa el diagrama de flujo para una mejor visualización.

Figura 25: Proceso productivo general de Kitting



Fuente: Autor, 2024.

## **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.**

### **3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

Al respecto, Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2004, pág. 4) mencionan sobre el enfoque cualitativo que: "Lo que se busca en un estudio cualitativo es obtener datos (que se convertirán en información) de personas, seres vivos, comunidades, situaciones o procesos en profundidad; en las propias 'formas de expresión' de cada uno". Esto implica un acercamiento más subjetivo y detallado a la realidad que se estudia, permitiendo una comprensión profunda de los fenómenos desde la perspectiva de los participantes. El enfoque cualitativo es especialmente valioso en contextos donde se exploran experiencias, percepciones o comportamientos en su ambiente natural, sin imponer categorías predefinidas.

Por otro lado, el enfoque cuantitativo, según los mismos autores, se caracteriza por la recolección y el análisis de datos para responder preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, confiando en la medición numérica, el conteo y, frecuentemente, en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. Este enfoque es objetivo y busca la generalización de los resultados, proporcionando datos precisos y replicables que pueden ser utilizados para predecir y controlar fenómenos.

Con base en lo descrito anteriormente por Roberto Hernández Sampieri, el enfoque de este trabajo es mixto, combinando tanto métodos cualitativos como cuantitativos. El enfoque cualitativo se justifica en este estudio porque permitirá incluir análisis de datos no estandarizados, utilizando técnicas o herramientas como FODA y lluvia de ideas para recolectar información, evaluando el desarrollo natural de los sucesos sin manipulación o estimulación de la realidad. Estas técnicas cualitativas permiten capturar la riqueza y complejidad del contexto investigado, facilitando una comprensión más holística de los procesos y dinámicas en juego.

Por otro lado, el enfoque cuantitativo es igualmente fundamental, ya que se recolectarán datos numéricos y de medición con el fin de fundamentar los resultados, analizarlos y buscar el máximo control del proceso. Este enfoque permitirá estructurar la información

recopilada en términos estadísticos, facilitando la identificación de patrones y tendencias, y proporcionando un respaldo empírico sólido a las conclusiones obtenidas. La combinación de ambos enfoques, por tanto, no solo enriquecerá el análisis, sino que también permitirá una triangulación de datos que fortalecerá la validez y la confiabilidad de los resultados.

### 3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método o diseño de la investigación, según Hernández et al. (2014), “se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de resolver el planteamiento del problema” (p.128). La elección del método de investigación es crucial y debe basarse en una evaluación cuidadosa del problema planteado, los objetivos que se desean alcanzar, el tiempo disponible y el presupuesto asignado para el estudio.

Para este trabajo de investigación, se seleccionará la metodología DMAIC como herramienta fundamental. DMAIC, que corresponde a las fases de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, es una metodología estructurada y sistemática que se utiliza comúnmente en proyectos de mejora continua. Este enfoque permite abordar problemas complejos de manera metódica y efectiva, asegurando que cada etapa del proceso sea gestionada con precisión.

- **Definir:** En esta fase, se clarifican los objetivos de la investigación, se identifican los problemas específicos que se desean abordar, y se definen los parámetros y metas del estudio. Esto incluye la formulación de preguntas de investigación precisas y la identificación de los recursos necesarios.
- **Medir:** En esta etapa, se recolectan datos relevantes para establecer una línea base. Esto implica la selección de herramientas y técnicas para obtener datos precisos y confiables que permitan una evaluación inicial del proceso o problema en cuestión.

- **Analizar:** Aquí, los datos recolectados se examinan para identificar causas raíz de los problemas detectados. Se utilizan técnicas analíticas para interpretar los datos y descubrir patrones, relaciones o áreas que necesitan mejora.
- **Mejorar:** Con base en el análisis, se desarrollan e implementan soluciones para abordar las causas raíz identificadas. Esta fase involucra la prueba y ajuste de las soluciones propuestas para asegurar que efectivamente resuelvan los problemas sin causar efectos negativos adicionales.
- **Controlar:** Finalmente, se establecen mecanismos de control para garantizar que las mejoras implementadas se mantengan a lo largo del tiempo. Esto incluye la monitorización continua y la implementación de procedimientos de revisión para asegurar que el proceso o problema no vuelva a surgir.

La metodología DMAIC es particularmente adecuada para este estudio debido a su enfoque en la mejora continua y la resolución sistemática de problemas. Al seguir cada una de estas fases, se asegura un análisis exhaustivo y un desarrollo riguroso de las soluciones, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones y la implementación de mejoras efectivas.

En la siguiente figura, se visualizan las etapas del ciclo DMAIC, que proporcionarán una guía clara para el desarrollo de esta investigación. La figura detalla cada fase del proceso, ilustrando cómo se aplicará la metodología para lograr los objetivos de la investigación y garantizar que los resultados sean precisos y aplicables.

Figura 26: Metodología DMAIC



Fuente: ICX, 2021

En el contexto de la metodología DMAIC, cada etapa desempeña un papel crucial en la mejora continua de los procesos y en la resolución efectiva de problemas. A continuación, se desglosan las fases de este ciclo, proporcionando una visión clara de cómo se aplicarán para abordar los desafíos identificados en nuestra investigación. Cada fase no solo se centra en identificar y solucionar problemas, sino que también emplea herramientas específicas para garantizar que las soluciones sean precisas y sostenibles. La implementación efectiva de DMAIC permite una mejora sistemática y medible, contribuyendo significativamente a la optimización de los procesos y al logro de los objetivos planteados.

- **DEFINIR:** En esta etapa, se establece el problema a solucionar con el objetivo de impulsar la mejora continua en la empresa. Para nuestro proyecto, el problema a investigar está relacionado con la falta de trazabilidad en tiempo real de los kits de materiales solicitados por manufactura y con los desperdicios de inventario, tales como sobre procesamiento, esperas, movimientos y transporte. En esta fase, se pueden utilizar herramientas como diagramas de flujo, VSM (Value Stream Mapping), SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, and Customers), diagrama

de Gantt, FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), así como la voz del cliente y críticas para la calidad.

- **MEDIR:** En esta etapa, se validan las métricas para dimensionar el problema e identificar las variables que influyen en los procesos. Se emplean herramientas como gráficos de control, gráficos de barras, estadísticas y KPI (Key Performance Indicators). Estas herramientas ayudan a establecer una línea base precisa y a entender la magnitud del problema.
- **ANALIZAR:** En la tercera etapa, se analizan y validan las causas para identificar los factores críticos que contribuyen al problema. Se utilizan herramientas como el Diagrama de Pareto, histogramas, el método del multivoto, los 5 porqués y el Diagrama de Ishikawa (o espina de pescado). Esta fase permite comprobar las causas que afectan actualmente los desperdicios y la falta de trazabilidad en tiempo real.
- **MEJORAR:** Durante esta etapa, se implementan soluciones utilizando herramientas como Kaizen, Kanban, VSM, Poka-Yoke, PDCA (Plan-Do-Check-Act) y lluvia de ideas. Además, se considera una alternativa digital como eKanban para mejorar la trazabilidad de los kits de materiales en tiempo real y conectar toda la cadena de suministro. El objetivo es optimizar los procesos y reducir los desperdicios identificados.
- **CONTROLAR:** Finalmente, para asegurar que las mejoras se mantengan a lo largo del tiempo, se utilizan herramientas ingenieriles como gráficos de control, procedimientos estándar, análisis de costo-beneficio, diagramas de Gantt y dashboards. Estas herramientas permiten verificar si las mejoras se sostienen y si los objetivos se cumplen, garantizando que los procesos continúen funcionando de manera eficiente.

La aplicación del ciclo DMAIC proporciona una estructura robusta para abordar problemas complejos y promover la mejora continua en los procesos. Al seguir cada una de las etapas descritas, desde la definición del problema hasta el control de las mejoras implementadas, se asegura una gestión efectiva de los recursos y una optimización de los procesos en ICU Medical Costa Rica. Este enfoque metódico no solo facilita la identificación y resolución de problemas, sino que también promueve la sostenibilidad de las soluciones a lo largo del tiempo. La integración de herramientas y técnicas específicas en cada etapa del ciclo garantiza que se logren resultados precisos y aplicables, contribuyendo significativamente a la eficiencia operativa y al cumplimiento de los objetivos de la investigación.

### **3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Para abordar de manera integral la investigación sobre la optimización del proceso de kitting consumibles en ICU Medical Costa Rica, es fundamental utilizar una combinación estratégica de fuentes de información que proporcionen tanto datos directos como contextuales. La investigación se beneficia de un enfoque multidimensional que incluye la recolección de información primaria, que ofrece una visión directa y específica del problema, así como el análisis de fuentes secundarias que aportan un marco teórico y contexto más amplio. Este enfoque permite una comprensión profunda del problema y facilita la identificación de soluciones prácticas y basadas en evidencia.

#### **Fuentes Primarias**

Las fuentes primarias se refieren a los documentos o materiales que se generan en el contexto de la investigación, proporcionando un registro directo y no interpretado de los eventos o procesos estudiados. Estos materiales son fundamentales para obtener una visión auténtica del tema en cuestión. Según Técnicas de Investigación (2020), las fuentes primarias son documentos originales que reflejan la perspectiva de los participantes o testigos.

En este estudio, las fuentes primarias comprenden:

- **Registros Históricos del Área de Kitting Consumibles:** Estos registros internos detallan el funcionamiento, procedimientos y eventos pasados en el área de kitting en ICU Medical Costa Rica. Ofrecen información crítica sobre cómo se han gestionado los materiales y los procesos a lo largo del tiempo, ayudando a identificar patrones históricos y problemas recurrentes.
- **Voz del Cliente:** Incluye entrevistas y encuestas a coordinadores, asistentes, técnicos, clerks y supervisores de manufactura. La retroalimentación directa de estos empleados es esencial para comprender las experiencias y desafíos actuales en la gestión de inventarios y la trazabilidad. Esta información proporciona una base sólida para identificar y abordar las áreas de mejora desde la perspectiva de quienes están directamente involucrados en el proceso.

Estas fuentes primarias son vitales para obtener datos precisos y relevantes sobre los problemas actuales, permitiendo una evaluación detallada y fundamentada de las causas y la formulación de soluciones basadas en la realidad observada.

### **Fuentes Secundarias**

Las fuentes secundarias consisten en documentos que ofrecen interpretaciones, análisis o comentarios sobre eventos o procesos, elaborados por autores que no participaron directamente en los eventos investigados. Estas fuentes proporcionan contexto teórico y metodológico para la investigación. Según Técnicas de Investigación (2020), las fuentes secundarias incluyen literatura académica, artículos de revistas y estudios previos que no son evidencia directa, sino que interpretan o comentan sobre la información de fuentes primarias u otras fuentes secundarias.

Para esta investigación, las fuentes secundarias abarcan:

- **Literatura Académica y Artículos Especializados:** Se realizará una revisión de libros académicos y artículos en revistas especializadas sobre temas relacionados con la logística, el sistema de gestión de almacenes (WMS), eKanban, y la gestión

de desperdicios en el almacenamiento y entrega de materiales. Estos documentos ofrecen un marco teórico y contextual, así como información sobre las mejores prácticas y teorías relevantes para la optimización de procesos.

- **Documentación en Línea:** Se investigarán sitios web especializados y bases de datos digitales que aborden el funcionamiento y las mejoras en sistemas WMS, la implementación de eKanban, y las técnicas para reducir desperdicios en la cadena de suministro. Esta información complementa los datos primarios, proporcionando una perspectiva más amplia y soluciones aplicadas en contextos similares.

La combinación de estas fuentes secundarias enriquece el análisis, permitiendo una comprensión más profunda del problema y ofreciendo una base sólida para la aplicación de teorías y prácticas recomendadas. La integración de ambos tipos de fuentes asegura un enfoque integral y bien fundamentado en la investigación, apoyando la interpretación y resolución de los problemas identificados.

### **3.3.1 Sujetos de información**

Los sujetos de estudio son individuos o grupos de personas cuyas características, opiniones, experiencias y condiciones de vida son de interés particular para la investigación. Estos sujetos pueden ser clave tanto en enfoques cuantitativos, que se centran en la recopilación y análisis de datos numéricos, como en enfoques cualitativos, que buscan una comprensión profunda de las experiencias y perspectivas individuales (Investigalia, 2021).

En el contexto de este proyecto de investigación, los sujetos de estudio incluyen a:

- **Personal del Área de Kitting Consumibles:** Este grupo abarca operarios, coordinadores y supervisores que interactúan directamente con los procesos de manejo y preparación de kits de materiales. Sus experiencias y observaciones son fundamentales para identificar y analizar problemas relacionados con la trazabilidad y los desperdicios en los procesos actuales.

- **Participantes Clave en la Producción:** Involucra a los empleados y responsables de las etapas críticas del almacén, desde la recepción de materia prima hasta la entrega final de productos. Sus aportaciones proporcionarán una visión integral sobre los desafíos operativos y las áreas de mejora.
- **Clientes Internos y Externos:** Incluye tanto a los usuarios finales de los productos como a los clientes internos dentro de la organización que se benefician directamente de los procesos de manufactura y distribución. La retroalimentación de este grupo ayudará a ajustar el enfoque de la investigación para satisfacer mejor las necesidades y expectativas.

La explicación detallada de estos sujetos de estudio, así como el alcance del proyecto y las áreas beneficiadas por los logros obtenidos, será presentada en el siguiente project charter. Este enfoque permitirá un análisis exhaustivo y dirigido, facilitando la identificación de problemas y la implementación de soluciones efectivas en el proceso de almacén, manufactura y distribución.

Tabla 2: Project Charter para la investigación

<b>Nombre del Proyecto</b>	PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PROCESO DE ALMACÉN EN EL ÁREA DE KITTING DE CONSUMIBLES DE LA EMPRESA ICU MEDICAL LTD. EN COSTA RICADEL
<b>Fecha</b>	01/05/2024
<b>Fecha de inicio</b>	01/05/2024
<b>Fecha completitud</b>	30/11/2024
<b>Problema</b>	<p>El problema actual en el área de kitting de ICU Medical Costa Rica se manifiesta en diversos aspectos que afectan la eficiencia y efectividad del proceso. Se identifican significativos desperdicios asociados con la gestión de inventarios y el procesamiento de kits de materiales solicitados por el departamento de manufactura. En particular, se observan ineficiencias en la administración del inventario, con problemas como exceso de stock y material obsoleto que contribuyen a una acumulación innecesaria de productos y una pérdida de recursos.</p> <p>Además, el área de kitting enfrenta desafíos relacionados con el sobre procesamiento, donde se realizan pasos adicionales innecesarios que no aportan valor al producto final, generando costos adicionales y retrasos en el proceso. Los tiempos de espera prolongados también son un problema destacado; en algunos casos, los kits solicitados tardan hasta 18 horas en ser retirados y entregados a la producción, lo cual impacta negativamente la eficiencia general de la producción.</p> <p>El proceso de kitting también presenta movimientos ineficaces de materiales, aumentando el tiempo necesario para completar las tareas y contribuyendo a la ineficiencia operativa. Los procedimientos de transporte de los kits desde el área de kitting hasta el área de manufactura no están optimizados, resultando en tiempos adicionales de traslado y posibles interrupciones en el flujo de trabajo.</p> <p>Abordar estos problemas es crucial para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y optimizar el tiempo de respuesta en el proceso de manufactura. La investigación se centrará en identificar las causas raíz de estos desperdicios y en desarrollar e implementar soluciones efectivas mediante el uso de herramientas y metodologías adecuadas.</p>

<p><b>Caso de Negocio</b> ¿Por qué es importante hacer este proyecto ahora?</p>	<p>El desarrollo de este proyecto es crucial en el contexto actual, ya que tiene un impacto directo y significativo en las métricas de cumplimiento de la producción. Al abordar los problemas identificados en el área de Kitting Consumibles, se lograría una reducción sustancial en los tiempos de preparación de los materiales. Esta mejora no solo optimizaría la eficiencia operativa del área, sino que también permitiría un aumento en la capacidad de respuesta y procesamiento de pedidos. La reducción de tiempos de espera y la mejora en la gestión del inventario contribuirían a un flujo de trabajo más ágil y eficiente, minimizando los desperdicios y costos asociados con el sobre procesamiento y los movimientos innecesarios.</p> <p>Además, al implementar las soluciones propuestas, se fortalecerá la capacidad del área de Kitting Consumibles para satisfacer las demandas de manufactura de manera más efectiva, lo que a su vez mejorará la capacidad de producción global de la empresa. En un entorno competitivo, donde la rapidez y la precisión son esenciales, optimizar estos procesos es fundamental para mantener y mejorar la posición de ICU Medical Costa Rica en el mercado. Por lo tanto, la ejecución oportuna de este proyecto no solo resolverá los problemas actuales, sino que también mejorará la competitividad y eficiencia general de la operación.</p>
<p>¿Cuál es el impacto financiero del proyecto?</p>	<p>Este proyecto representa un beneficio significativo para ICU Medical, principalmente al aumentar la capacidad del área de Kitting Consumibles. La optimización del proceso permitirá a la empresa atender una mayor cantidad de centros de trabajo, lo que incrementará la eficiencia y la capacidad de respuesta ante la demanda.</p> <p>Con la mejora en la capacidad de gestión y reducción de tiempos de preparación, la empresa podrá manejar un mayor volumen de pedidos con los mismos recursos, lo que se traduce en un aumento en la producción y potencialmente en mayores ingresos. Además, al reducir los tiempos de espera y mejorar la eficiencia en el manejo de inventario, se minimizan los costos operativos asociados con el sobre procesamiento, almacenamiento y manejo de materiales.</p> <p>Esta optimización también contribuye a una reducción de los costos relacionados con los desperdicios y las ineficiencias operativas, permitiendo una utilización más efectiva de los recursos y del espacio en el área de kitting. Como resultado, ICU Medical no solo logra una mayor eficiencia operativa, sino que también fortalece su posición competitiva en el mercado al mejorar su capacidad para cumplir con la demanda de los centros de trabajo de manera más efectiva y ágil.</p>

	<p>En resumen, el impacto financiero del proyecto incluye la reducción de costos operativos, el aumento de la capacidad de producción y una mejora en la competitividad de la empresa, contribuyendo a un crecimiento sostenible y a una mayor rentabilidad a largo plazo.</p>
<p><b>Declaración de la meta</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Específico</li> <li>• Medible</li> <li>• Alcanzable</li> <li>• Realista</li> <li>• Limitados en el tiempo</li> </ul>	<p>Analizar las diversas causas de los desperdicios en inventario, sobre procesamiento, esperas, movimientos y transporte en el área de kitting consumibles de ICU Medical, utilizando la metodología DMAIC. El objetivo es implementar mejoras que reduzcan significativamente los tiempos de espera para la preparación y entrega de materiales en el área de kitting, mejorando la eficiencia operativa de manera tangible y verificable.</p>

Meta para mejorar	Medida (Unidades)	Baseline	Meta
<p>Mejorar la eficiencia en el área de kitting consumibles en ICU Medical mediante la identificación y eliminación de desperdicios en inventario, sobre procesamiento, esperas, movimientos y transporte. Aplicar la metodología DMAIC para optimizar los procesos y reducir el tiempo total de preparación de materiales.</p>	<p>Tiempo de preparación de materiales (horas). Porcentaje de desperdicios de inventario. Número de movimientos innecesarios. Tiempo de espera en procesos.</p>	<p>El tiempo promedio de preparación y manejo de materiales puede llegar hasta 18 horas. El porcentaje de desperdicios es alto debido a la falta de trazabilidad y manejo ineficiente. Actualmente hay un alto número de movimientos innecesarios y traslados de materiales. El tiempo de espera en diferentes etapas del proceso puede ser extenso.</p>	<p>Reducir el tiempo de preparación y manejo de materiales en un plazo determinado. Minimizar el porcentaje de desperdicios de inventario en un plazo determinado. Reducir el número de movimientos innecesarios en un plazo determinado. Disminuir el tiempo de espera en los procesos en un plazo determinado.</p>

<b>Proceso</b>	<p>En el área de kitting consumibles de ICU Medical Costa Rica, se presentan varios problemas que afectan la eficiencia y la efectividad del proceso de preparación y entrega de kits a manufactura. Uno de los problemas principales es el desperdicio de inventario, que surge cuando materiales y componentes no se utilizan de manera óptima o se pierden debido a errores en la gestión del inventario. Además, se observa un sobre procesamiento, que se refiere a la realización de pasos adicionales innecesarios en el manejo de los kits, lo que contribuye a la ineficiencia.</p> <p>Otro problema significativo son las esperas prolongadas, donde los kits pueden permanecer en el área de kitting por tiempos extensos antes de ser entregados a manufactura. Este retraso afecta directamente la capacidad de respuesta y el flujo de trabajo en la producción. Además, el proceso de manejo de kits involucra movimientos innecesarios y transporte ineficiente, que agravan aún más los tiempos de espera y contribuyen a un uso inadecuado de los recursos. Estos problemas combinados impactan negativamente en la eficiencia operativa y en la capacidad de la empresa para cumplir con sus objetivos de producción de manera oportuna.</p>
----------------	---

<p><b>Alcance del proyecto</b> ¿Qué parte del proceso se abordará?</p> <p>¿Cuáles son los alcances del proyecto o proceso?</p>	<p>En este proyecto, se abordará el área de Kitting Consumibles en ICU Medical Costa Rica. El proceso que se examinará incluye todas las etapas involucradas en la preparación y entrega de los kits de materiales solicitados por manufactura. El objetivo es analizar y optimizar este proceso para mejorar la eficiencia y reducir los tiempos de espera.</p> <p>El proyecto se enfoca en reducir los tiempos de espera de los materiales solicitados por manufactura y en abordar los desperdicios de inventario, sobre procesamiento, movimientos y transporte en el área de Kitting. Además, se busca implementar una solución que mejore la trazabilidad en tiempo real de todos los procesos relacionados con Kitting, optimizando así la eficiencia y la visibilidad del flujo de materiales.</p> <p>Se adjunta un diagrama SIPOC que resume las entradas y salidas a lo largo del proceso, ofreciendo una visión general clara de cómo se gestionan los insumos, el proceso en sí, y los resultados finales. Este diagrama facilita la comprensión de los componentes clave involucrados y su interacción dentro del proceso de Kitting.</p> <div data-bbox="808 730 1606 1079" data-label="Diagram"> <p>The diagram is a SIPOC process map. At the top, five colored arrows point from left to right, labeled 'Proveedor', 'Entradas', 'Proceso', 'Salidas', and 'Clientes'. Below each arrow is a circle containing a letter: 'S', 'I', 'P', 'O', and 'C'. Under each circle is a list of activities:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>S (Supplier):</b> -Recepción de materia prima, -Áreas de recibo, -Almacén</li> <li><b>I (Inputs):</b> -Recibo de materia prima, -Identificación de los materiales, -Aprobación de lotes</li> <li><b>P (Process):</b> -Creación de pedido, -Piqueo de material, -Identificación con # de orden, -Ingreso a cuarto controlado, -Revisión de materiales, -Entrega a manufactura</li> <li><b>O (Outputs):</b> -Producto final</li> <li><b>C (Customers):</b> -Focus factory de ensamble, -Área de esterilización, -Centros de distribución, -Clínicas, -Hospitales</li> </ul> </div>
<b>Equipo</b>	<b>Nombre de los miembros del equipo</b>
Patrocinador Proyecto	Laura Zamora, Gerente de Compras - Área Consumibles (Anterior Gerente de Almacén)
Partes interesadas	Área de almacén y gerencia de ICU Medical
Líder del Proyecto	Jonathan Gutiérrez, Supervisor de Almacén
Miembros del equipo	Jonathan Gutiérrez, Jose Herrera, Juan Gómez, Manuel Zumbado
Dueño del proceso	Jonathan Gutiérrez, Jose Herrera, Supervisores de Almacén
Responsables	Laura Zamora, Gerente de Compras - Área Consumibles (Anterior Gerente de Almacén) Jonathan Gutiérrez, Jose Herrera, Supervisores de Almacén

Fuente: Autor, 2024

### 3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

Las variables en un estudio de investigación son todos los elementos que se miden, recopilan o analizan para responder a las preguntas de investigación planteadas y cumplir con los objetivos del estudio. La correcta selección y definición de estas variables son cruciales para asegurar que los resultados sean precisos y replicables. Según RAM (2016), es fundamental evitar ambigüedad al seleccionar únicamente aquellas variables que contribuirán a alcanzar los objetivos del estudio. Además, cada variable debe ser claramente definida mediante definiciones conceptuales y operacionales para facilitar su medición y análisis.

En el contexto de este proyecto, la clasificación de las variables ayuda a entender cómo se conceptualizan las relaciones entre ellas. Las variables se dividen en varias categorías:

- **Variables Independientes:** Estas están directamente relacionadas con el problema central del proyecto, como los factores que afectan los tiempos de espera y la trazabilidad en el área de Kitting. Ejemplos pueden incluir los procesos de recepción de materiales y las técnicas de gestión del inventario.
- **Variables Dependientes:** Estas variables dependen de las independientes y se estudian para entender cómo responden a los cambios o estímulos proporcionados por las variables independientes. En este proyecto, podrían ser las métricas de eficiencia del proceso, como el tiempo de preparación de los kits o la precisión en la trazabilidad.
- **Variables de Control:** Son variables que, aunque inevitables en el proceso, deben ser monitoreadas para mantener la estabilidad del proyecto. Estas pueden incluir condiciones ambientales, como la temperatura de almacenamiento de los materiales, que podrían influir en el desempeño del área de Kitting.

Es esencial que la aplicación y manipulación de estas variables se realicen con precisión para garantizar la validez de la investigación y obtener resultados útiles y aplicables. A continuación, se detallarán las variables específicas de la investigación en función de los objetivos establecidos.

Tabla 3: Variables de la investigación por objetivo específico

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Instrumentalización
Realizar un diagnóstico del proceso actual de kitting de consumibles para identificar de manera precisa las ineficiencias, errores y equipos obsoletos.	Mejora de proceso	Evaluación detallada del proceso de kitting para identificar problemas	Análisis de los pasos del proceso de kitting, revisión de documentación y entrevistas	Diagramas de flujo. Estudios de tiempos. Gembas. Revisión de documentación.
Evaluar y cuantificar las variables identificadas durante el diagnóstico para localizar áreas específicas de mejora en el proceso.	Análisis de causas	El análisis de causas implica examinar las razones fundamentales detrás de las ineficiencias y problemas identificados durante el diagnóstico del proceso de kitting.	Revisión detallada de las variables problemáticas y los datos recopilados para identificar patrones y causas específicas. Esto puede incluir observaciones del proceso y entrevistas con el personal.	Diagramas de Ishikawa. Pareto. Entrevistas. Revisión de datos históricos.
Analizar las causas fundamentales que afectan la productividad del proceso y evaluar alternativas estratégicas para mejorar el rendimiento y la eficiencia del proceso de kitting.	Análisis de entorno	Evaluación de los factores internos y externos que influyen en la productividad del proceso de kitting, incluyendo las condiciones operativas, el entorno de trabajo y las estrategias actuales.	Análisis de cómo diferentes variables del entorno, como las condiciones de trabajo, los recursos disponibles y las prácticas actuales, impactan la eficiencia y el rendimiento del proceso. Esto implica la revisión de las prácticas operativas y la evaluación de la influencia de factores externos en el proceso	Gembas. Entrevistas. Ishikawa. Pareto. Estudio de tiempos.
Proponer herramientas ingenieriles y sistemas de Lean Manufacturing que optimicen los tiempos de preparación de los materiales, reduzcan los inventarios en tránsito y minimicen los tiempos de espera de los kits antes de su entrega a manufactura.	Mejora de proceso	Se enfoca en implementar soluciones y herramientas que optimicen el flujo de trabajo y reduzcan tiempos y desperdicios en el proceso de kitting.	Evaluar herramientas y técnicas de Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia en la preparación de materiales y la gestión de inventarios. Esto incluye el análisis de procesos actuales y la identificación de mejoras.	Multivoto 5 porqués Histogramas Estudio de tiempos. Gembas.

Fuente: Autor, 2024

### **3.5 INSTRUMENTOS**

Para abordar el problema planteado en este proyecto, se emplearán diversas herramientas ingenieriles enfocadas en la recopilación y análisis de información crítica. Estas herramientas permitirán recolectar datos precisos y relevantes que serán fundamentales para identificar las causas raíz de los desafíos presentes en el proceso de Kitting consumibles. Además, estas técnicas facilitan la estructuración de la información y garantizan que el análisis posterior sea riguroso y orientado a soluciones efectivas.

Según Samperi (2018), “un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente” (p. 372). Además, menciona que “los principales métodos para recabar datos cualitativos son la observación, la entrevista, los grupos de enfoque, la recolección de documentos y materiales y las historias de vida” (p. 440).

A continuación, se detalla la selección de instrumentos elegidos para este proyecto

#### **3.5.1 Encuestas y Cuestionarios**

Según Nardi (2018), "Las encuestas y cuestionarios son herramientas clave en la recopilación de datos, permitiendo a los investigadores captar una gran cantidad de información estructurada de una muestra representativa de la población" (p. 26). Nardi, P. M. (2018). *Doing Survey Research: A Guide to Quantitative Methods*. Routledge.

Las encuestas y cuestionarios son herramientas fundamentales en la investigación y recopilación de datos, diseñadas para obtener información específica de un grupo de personas. Estas herramientas consisten en una serie de preguntas estructuradas que pueden ser cerradas (con opciones de respuesta predefinidas) o abiertas (permitiendo respuestas más detalladas y libres). Las encuestas se utilizan comúnmente para recopilar datos cuantitativos, mientras que los cuestionarios pueden capturar tanto datos cuantitativos como cualitativos.

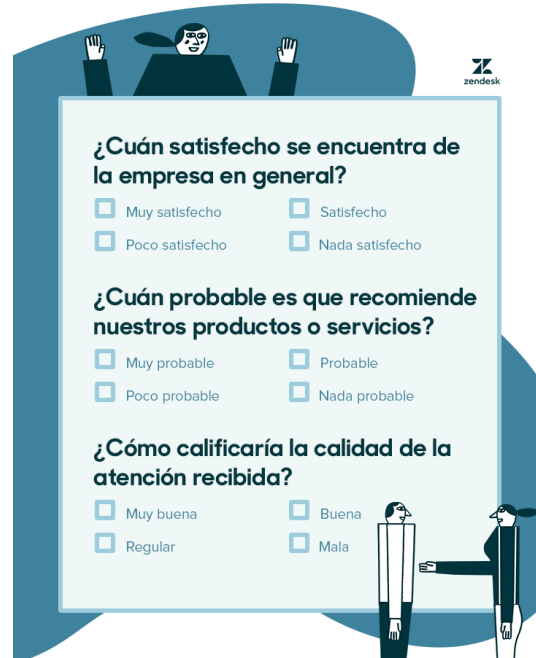
El diseño de encuestas y cuestionarios implica una planificación cuidadosa para asegurar que las preguntas sean claras, no sesgadas y estén alineadas con los objetivos del estudio. Estos instrumentos son útiles para medir opiniones, actitudes, percepciones y comportamientos, y son ampliamente utilizados en diversos campos, como la sociología, psicología, marketing, y gestión de procesos.

En esta investigación, las encuestas y cuestionarios serán herramientas cruciales para la recopilación de datos sobre el proceso de kitting de consumibles. Estas herramientas se utilizarán para recolectar información directamente de los empleados e involucrados en el proceso. Las preguntas estarán diseñadas para capturar sus percepciones, experiencias y opiniones sobre los desafíos actuales, los tiempos de espera, la eficiencia del proceso y las áreas que consideran que necesitan mejoras.

Al implementar encuestas y cuestionarios, se podrá obtener una visión detallada de los problemas percibidos por quienes están en el día a día del proceso. Esta información será esencial para identificar las causas raíz de las ineficiencias y desarrollar estrategias que estén alineadas con las necesidades y expectativas del personal. Además, los datos obtenidos permitirán cuantificar ciertos aspectos del proceso, como la satisfacción del personal, la percepción de eficiencia, y la identificación de problemas recurrentes, lo que servirá de base para el análisis y la posterior implementación de mejoras.

La utilización de encuestas y cuestionarios asegurará que la información recopilada sea representativa y refleje una variedad de perspectivas, lo cual es crucial para un análisis robusto y para garantizar que las soluciones propuestas sean efectivas y estén alineadas con la realidad del proceso de kitting de consumibles.

Figura 27: Ejemplo de Encuestas y Cuestionarios



The image shows a survey form with a blue header and footer. The header features a person icon with raised hands and the Zendesk logo. The form contains three questions, each with four radio button options:

- ¿Cuán satisfecho se encuentra de la empresa en general?**
  - Muy satisfecho
  - Satisfecho
  - Poco satisfecho
  - Nada satisfecho
- ¿Cuán probable es que recomiende nuestros productos o servicios?**
  - Muy probable
  - Probable
  - Poco probable
  - Nada probable
- ¿Cómo calificaría la calidad de la atención recibida?**
  - Muy buena
  - Buena
  - Regular
  - Mala

The footer shows two person icons, one pointing towards the survey form.

Fuente: Zendesk, 2023

### 3.5.2 Caminatas Gemba

Según Imai (2012), "Las caminatas Gemba son esenciales para los líderes que buscan comprender realmente el trabajo y los desafíos de los empleados, permitiendo una evaluación más precisa de los procesos y facilitando la identificación de oportunidades de mejora en el lugar donde se realiza el trabajo" (p. 44). Imai, M. (2012). Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy. McGraw-Hill.

Las caminatas Gemba, o "Gemba Walks," son una técnica utilizada en la gestión de procesos y mejora continua que consiste en observar directamente el lugar donde se realiza el trabajo (el "Gemba" o "lugar real") para comprender mejor cómo se desarrollan los procesos y detectar áreas de mejora. La palabra "Gemba" proviene del japonés y significa "lugar real" o "lugar donde ocurre la acción."

Durante una caminata Gemba, los líderes y gestores recorren el área de trabajo para observar las operaciones en su entorno natural, interactuar con los empleados y recopilar

información de primera mano sobre el desempeño y los problemas que enfrentan. Esta técnica se centra en la observación directa y la comunicación abierta con el personal para identificar ineficiencias, desperdicios y oportunidades de mejora que podrían no ser evidentes a través de informes y datos.

Para este proyecto, las caminatas Gemba serán una herramienta clave para la recopilación de información detallada sobre el proceso de kitting de consumibles. Al llevar a cabo caminatas Gemba, se podrá observar directamente cómo se realiza cada etapa del proceso en su entorno natural. Esta observación permitirá captar detalles que pueden no ser evidentes a través de los datos recopilados por otros medios.

Durante las caminatas, se interactuará con los empleados para obtener sus perspectivas sobre los desafíos y las oportunidades de mejora que enfrentan en su trabajo diario. Esta interacción directa ayudará a identificar problemas operativos, cuellos de botella y áreas de desperdicio que pueden estar afectando la eficiencia del proceso de kitting.

La información obtenida a través de las caminatas Gemba permitirá una comprensión más profunda y contextualizada del proceso. Esto es crucial para diseñar soluciones efectivas y para garantizar que las mejoras propuestas estén alineadas con la realidad del entorno de trabajo. Además, las caminatas Gemba facilitarán la comunicación entre los gestores y el personal, promoviendo un enfoque colaborativo para la resolución de problemas y la implementación de mejoras en el proceso de kitting de consumibles.

Figura 28: Ejemplo de Caminatas Gemba

Process Walk Planning Checklist				
Question	Action	Notes	Who	When
What is the process being walked?	Pick a process to focus on	Pick a cross-functional process with cycle time issues or defects		
What is the high-level process?	Draft a SIPOC	Identify customers, stakeholders and requirements		
How do we know there is a problem?	Collect VOC and/or baseline data	Pick a measure to improve (i.e. cycle time, error), create a graph, show current vs. target and share the VOC feedback		
Who will be involved in the Process Walk?	Select Process Walk participants	List process roles based on the SIPOC, select participants, determine # of interviews and whether running 1 or 2 days		
Who do we need to inform? Do we need permission?	List the stakeholders and invite them to Process Walk Orientation	Enlist stakeholder to show support during Orientation and/or Process Walk		
When and where will the Process Walk take place?	Select a date and location based on Process Walk participants and their schedules	Determine interview locations, reserve a room (1-2 days) for Process Walk participant eonol between interviews		
Have participants been informed?	Send out a meeting invite	Ensure all participants are aware it's an all day event - send invite with explanation of purpose and benefits		
When and where will the orientation take place	Determine the date and location of the Orientation	Reserve a room for 1.5 hour Orientation that includes a projector and screen - invite all participants and stakeholders		
What is the agenda and order of interviews?	Draft the agenda and determine the interview order	Include interview locations if moving around - ensure all are aware of where to meet		
What is the agenda for the Process Walk Orientation?	Create a slide deck to share at the Process Walk	Project leads prepare to present Project Charter, SIPOC and baseline slides		

Fuente: Ahaslides, 2023

### 3.5.3 Observación Directa

Según Kawulich (2005), "La observación directa es un método valioso para recolectar datos auténticos sobre el comportamiento y los procesos en su entorno natural, proporcionando una comprensión profunda y detallada que otras técnicas de investigación pueden no capturar" (p. 1). Kawulich, B. B. (2005). Participant Observation as a Data Collection Method. *Qualitative Social Research*, 6(2).

La observación directa es una técnica de recopilación de datos en la que el investigador o analista observa y registra las actividades, comportamientos y procesos tal como ocurren en su entorno natural. A diferencia de otros métodos que dependen de reportes o testimonios, la observación directa permite captar información en tiempo real y en el contexto en el que sucede. Este enfoque proporciona una visión detallada y auténtica de cómo se realizan las tareas y cómo interactúan los elementos del proceso.

La observación directa puede ser estructurada o no estructurada. En la observación estructurada, el observador sigue un conjunto predefinido de criterios y categorías para recopilar datos específicos. En la observación no estructurada, el observador es más flexible y se enfoca en registrar toda la información relevante sin un esquema rígido. Esta

técnica es útil para identificar problemas operativos, comportamientos inusuales, y oportunidades de mejora que podrían no ser evidentes a través de otros métodos de recopilación de datos.

En este proyecto, la observación directa se utilizará para analizar el proceso de kitting de consumibles en su entorno operativo real. Esta técnica permitirá observar directamente cómo se llevan a cabo las actividades del proceso, interactuar con el personal involucrado, y registrar los detalles de la ejecución de cada tarea.

La información recopilada a través de la observación directa será crucial para identificar problemas operativos que podrían no ser evidentes a través de datos cuantitativos o reportes. Se podrán observar aspectos como la secuencia de las actividades, la coordinación entre diferentes etapas, y los posibles cuellos de botella o ineficiencias en tiempo real.

Además, la observación directa permitirá captar detalles sobre el entorno de trabajo y las interacciones del personal que pueden afectar la eficiencia y efectividad del proceso. Esta técnica también facilitará la identificación de oportunidades para mejorar la ergonomía y el flujo de trabajo, proporcionando una base sólida para diseñar e implementar soluciones que optimicen el proceso de kitting de consumibles. La observación directa complementará otros métodos de recopilación de datos, ofreciendo una perspectiva integral y contextualizada de las operaciones en el lugar de trabajo.

Figura 29: Ejemplo de Estudio de Observación Directa



Fuente: Prevencionintegral, 2017

### **3.5.4 Recolección de Documentos y Materiales**

Según Bowen (2009), "La recolección de documentos y materiales es esencial para obtener datos secundarios que pueden proporcionar una comprensión más profunda del contexto y las prácticas dentro de una organización, ayudando a contextualizar y enriquecer la información obtenida a través de otros métodos de investigación" (p. 28). Bowen, G. A. (2009). Document Analysis as a Qualitative Research Method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27-40.

La recolección de documentos y materiales es una técnica de recopilación de datos que implica la obtención y revisión de información contenida en documentos escritos y otros materiales relevantes para un estudio o proyecto. Esta técnica se utiliza para obtener datos secundarios, complementando la información recopilada a través de otros métodos como encuestas, entrevistas y observación directa.

Los documentos y materiales pueden incluir una amplia variedad de fuentes, como informes internos, manuales de procedimiento, registros de producción, estadísticas, correos electrónicos, y otros documentos relevantes que proporcionan contexto y detalle adicional sobre los procesos y operaciones. La recolección de estos documentos permite a los investigadores y gestores analizar información histórica y actual, identificar patrones, y comprender mejor las prácticas y procedimientos existentes.

En el contexto de esta investigación, la recolección de documentos y materiales se empleará para obtener información relevante sobre el proceso de kitting de consumibles. Esta técnica permitirá acceder a una variedad de documentos y registros existentes que proporcionan información sobre el estado actual del proceso, procedimientos, tiempos de operación, y datos históricos.

Los documentos que se recopilarán pueden incluir informes de producción, registros de inventario, manuales de procedimientos, informes de auditoría, y cualquier otro material relevante que pueda proporcionar detalles sobre cómo se realiza actualmente el proceso de kitting y qué desafíos se han identificado previamente.

La información obtenida a través de esta técnica permitirá realizar un análisis más completo y contextualizado del proceso. Por ejemplo, los informes de producción pueden ofrecer datos sobre los tiempos de ciclo y los volúmenes de producción, mientras que los manuales de procedimientos proporcionarán una guía sobre los estándares operativos y prácticas recomendadas. Estos datos complementarán la información obtenida mediante observación directa y otros métodos, proporcionando una visión integral que ayudará a identificar áreas de mejora, optimizar el proceso y garantizar que las soluciones propuestas se basen en una comprensión completa del contexto operativo.

Figura 30: Ejemplo de Recolección de Documentos y Materiales



Fuente: Safety Culture, 2024

### 3.5.5 Entrevistas

Según Kvale y Brinkmann (2009), "Las entrevistas son una herramienta valiosa para explorar y comprender las experiencias, perspectivas y conocimientos de los individuos, proporcionando una visión rica y detallada que puede ser utilizada para análisis cualitativo" (p. 3). Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *InterViews: Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing*. Sage Publications.

Las entrevistas son una técnica de recopilación de datos que involucra una conversación estructurada entre un entrevistador y un entrevistado con el propósito de obtener

información detallada y específica sobre un tema de interés. Las entrevistas pueden ser estructuradas, semi-estructuradas o no estructuradas, dependiendo del nivel de control que el entrevistador tenga sobre el formato de la entrevista y las preguntas planteadas.

- **Entrevistas Estructuradas:** Se basan en un conjunto fijo de preguntas que se realizan en el mismo orden a todos los entrevistados, asegurando la comparabilidad de las respuestas.
- **Entrevistas Semi-estructuradas:** Tienen una guía de temas y preguntas, pero permiten cierta flexibilidad para explorar temas adicionales según las respuestas del entrevistado.
- **Entrevistas No Estructuradas:** Son más abiertas y flexibles, permitiendo una conversación libre y espontánea para explorar temas en profundidad.

Las entrevistas permiten obtener una comprensión de las experiencias y conocimientos del entrevistado y obtener información que no siempre está disponible a través de otros métodos de recopilación de datos.

En el proyecto de optimización del proceso de kitting de consumibles, las entrevistas se utilizarán para recopilar información detallada de los empleados clave involucrados en el proceso. Las entrevistas permitirán obtener puntos de vista sobre los desafíos, ineficiencias, y oportunidades de mejora desde el punto de vista de quienes están directamente involucrados en el kitting.

Se llevarán a cabo entrevistas con personal de diferentes niveles y roles, incluyendo operarios de kitting, líderes y supervisores, para comprender mejor sus experiencias y percepciones sobre el proceso. Las entrevistas semi-estructuradas serán particularmente útiles para analizar las dificultades específicas que enfrentan y para obtener sugerencias sobre posibles mejoras.

La información obtenida a través de las entrevistas ayudará a identificar problemas no evidentes a través de métodos cuantitativos y proporcionará un contexto adicional para

comprender los datos obtenidos de otras técnicas. Las entrevistas también permitirán validar hallazgos preliminares y obtener recomendaciones prácticas basadas en la experiencia directa de los empleados.

La recopilación de esta información cualitativa complementará el análisis de datos cuantitativos y otras herramientas de recopilación, proporcionando una visión integral del proceso de kitting y facilitando el diseño de soluciones que aborden las necesidades y preocupaciones del personal, mejorando así la eficiencia y efectividad del proceso.

Figura 31: Ejemplo de Entrevistas

**Ejemplo de entrevista:**

Tema: **Adaptación de los estudiantes foráneos:**

Decidimos investigar y analizar este tema ya que es algo que a estado afectando a la mayoría de los estudiantes y queremos saber que consecuencias implica este cambio en sus vidas y la de terceros, ya sea positivamente o negativamente partiendo primeramente desde porque decidieron estudiar fuera de su lugar de procedencia.

Pregunta inicial: **¿Cómo es la vida de un@ alumn@ foráneo y en que aspectos afecta este cambio?**

1. ¿Qué fue lo que te llevo a estudiar fuera de tu lugar de origen?
2. ¿Cómo fue para ti este proceso de dejar tu casa?
3. ¿Qué fue lo más difícil?
4. ¿Cómo ha sido tu adaptación a esta nueva forma de vida?
5. ¿En qué aspectos de tu vida ha afectado el cambio?
6. ¿Has tenido alguna mala experiencia? si la respuesta es si ¿cual?
7. ¿Qué te motiva a seguir adelante?

Fuente: Issuu, 2018

### 3.5.6 Grupos de Enfoque

Según Krueger y Casey (2015), "Los grupos de enfoque proporcionan una plataforma única para comprender las opiniones y actitudes colectivas de los participantes, permitiendo a los investigadores capturar la complejidad de las percepciones humanas a través de la interacción grupal" (p. 6). Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2015). Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research. SAGE Publications.

Los grupos de enfoque son una técnica de investigación cualitativa que consiste en reunir a un pequeño grupo de personas para discutir un tema específico bajo la guía de un moderador. Este método permite explorar las percepciones, opiniones y actitudes de los participantes en un entorno interactivo. A través de la interacción grupal, se pueden descubrir diferentes perspectivas y obtener información más rica y profunda que la que se obtendría mediante entrevistas individuales.

- **Dinámica del Grupo:** Los grupos de enfoque generalmente incluyen de 6 a 12 participantes, y el moderador utiliza una guía de preguntas para dirigir la discusión, asegurándose de que todos los temas relevantes sean abordados.
- **Interacción Social:** La conversación entre los participantes puede generar ideas y comentarios que no surgirían en una entrevista individual, ya que las personas se ven influenciadas y motivadas por las opiniones de los demás.
- **Aplicaciones:** Los grupos de enfoque son comúnmente utilizados en investigaciones de mercado, desarrollo de productos, estudios de comportamiento del consumidor y evaluación de programas para obtener una comprensión profunda de las experiencias y opiniones de las personas.

En este proyecto, los grupos de enfoque se utilizarán para obtener una comprensión más profunda de las percepciones y opiniones de diferentes grupos de empleados involucrados en el proceso. Al reunir a operarios, supervisores y personal de soporte en un entorno grupal, se fomentará el intercambio de ideas y experiencias, lo que permitirá identificar problemas y oportunidades de mejora que no son fácilmente visibles a través de métodos de recopilación de datos más estructurados.

El uso de grupos de enfoque permitirá explorar temas como las dificultades operativas, la eficiencia del flujo de trabajo, la percepción sobre la calidad del proceso y las sugerencias para posibles mejoras. La interacción entre los participantes ayudará a

revelar información valiosa sobre las dinámicas del proceso y las barreras que pueden estar afectando la eficiencia del kitting.

Esta técnica será especialmente útil para generar hipótesis y obtener insights que pueden ser explorados más a fondo a través de otras herramientas de análisis. Además, los grupos de enfoque proporcionarán una plataforma para que los empleados expresen sus preocupaciones y contribuyan activamente al proceso de mejora, lo que puede aumentar su compromiso y aceptación de las soluciones propuestas.

Figura 32: Ejemplo de Grupos de Enfoque



Fuente: Ideascale, 2023

### 3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

En esta sección, se detalla el proceso metodológico que se empleará para la recolección y análisis de datos, con el objetivo de obtener información precisa y relevante para la optimización del proceso de kitting de consumibles. El proceso se divide en las siguientes etapas:

#### 1. Definición de Objetivos de Recolección de Datos:

Se identifican claramente los objetivos que guiarán la recolección de datos, alineados con los problemas específicos del proceso de kitting. Estos objetivos incluyen la identificación de ineficiencias, errores y áreas de mejora en el proceso.

## **2. Selección de Herramientas y Técnicas de Recolección:**

Se emplearán diversas herramientas y técnicas para recopilar información, incluyendo:

- Flujos de Proceso y Mapas de Procesos: Para documentar y visualizar el flujo actual de actividades en el proceso de kitting.
- Caminatas Gemba: Para observar directamente el entorno de trabajo y obtener una visión práctica del proceso.
- Encuestas y Cuestionarios: Para recoger opiniones y percepciones de los empleados sobre el proceso.
- Observación Directa: Para registrar cómo se realizan las tareas en el proceso de kitting.
- Recolección de Documentos y Materiales: Para analizar registros históricos y documentación relevante.
- Estudio de Tiempos y Movimientos: Para medir el tiempo requerido para las diferentes actividades en el proceso.

## **3. Planificación de la Recolección de Datos:**

Se establecerán cronogramas y procedimientos para la recolección de datos, asegurando que la información se recoja de manera sistemática y consistente.

## **4. Análisis de Datos:**

- Uso de Histogramas y Gráficos de Pareto: Para identificar y priorizar las áreas de mayor impacto en el proceso mediante la visualización de datos.
- Diagramas de Ishikawa: Para analizar las causas raíz de los problemas identificados.
- Grupos de Enfoque y Entrevistas: Para obtener información cualitativa que complemente los datos cuantitativos.
- Análisis de Capacidad de Proceso: Para evaluar la capacidad del proceso actual en términos de conformidad con las especificaciones.

## **5. Interpretación de Resultados:**

Los datos recopilados y analizados serán interpretados para identificar patrones, problemas recurrentes y oportunidades de mejora. Los resultados se utilizarán para formular recomendaciones específicas para la optimización del proceso de kitting.

## **6. Documentación y Reporte:**

Se documentarán los hallazgos y se preparará un reporte detallado que incluirá análisis, conclusiones y propuestas de mejora basadas en los datos recopilados.

Este enfoque metodológico asegura que la recolección y el análisis de datos sean exhaustivos y estén orientados a obtener una comprensión profunda del proceso de kitting, facilitando así la identificación y la implementación de mejoras efectivas.

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

En este capítulo se revisan las condiciones actuales del proceso de Kitting de Consumibles en la planta de ICU Medical Costa Rica. Este análisis ayudará a identificar los problemas y las áreas en las que se puede mejorar el proceso, con el fin de aumentar la eficiencia del área.

El proyecto de mejora se llevará a cabo en el área de Kitting de Consumibles de la planta de ICU Medical en Costa Rica. Esta área es clave en el proceso de manufactura de dispositivos médicos, ya que aquí se preparan los kits de materiales que luego se envían a las líneas de producción. Su buen funcionamiento es esencial para evitar interrupciones en el proceso de manufactura.

ICU Medical es una empresa global dedicada a desarrollar, fabricar y vender dispositivos médicos innovadores, con un enfoque especial en la terapia de infusión y los cuidados críticos. En Costa Rica, la compañía tiene una división que fabrica una amplia gama de sets intravenosos que se distribuyen a nivel mundial. Dentro de esta división, el almacén y el área de Kitting de Consumibles son fundamentales, ya que allí se organizan y preparan los materiales que luego se utilizarán en producción.

El área de Kitting de Consumibles trabaja en turnos rotativos para mantener la operación las 24 horas, los 7 días de la semana. El personal que trabaja aquí está capacitado para garantizar que los kits estén completos y listos para su uso en el menor tiempo posible. Uno de los principales retos actuales es reducir los tiempos de preparación de los kits, minimizar el exceso de inventarios y evitar tiempos de espera innecesarios antes de que los materiales lleguen a la producción.

Esta área fue seleccionada para el proyecto debido a su importancia en el flujo general de trabajo. Las mejoras que se logren en esta etapa tendrán un impacto significativo en los objetivos de la planta. Al optimizar los tiempos de preparación y reducir los desperdicios, se espera aumentar la productividad, lo que beneficiará a la operación de ICU Medical en Costa Rica.

## **4.1 DEFINIR**

En el área de Kitting de Consumibles en ICU Medical Costa Rica, se han identificado diversos problemas que afectan la eficiencia del proceso y la calidad del producto final. Estos desafíos incluyen la falta o el retraso en la entrega de kits completos, lo que ha llevado a paros en las líneas de producción y a pérdidas significativas de tiempo y recursos. La falta de visibilidad en tiempo real de los materiales asignados a manufactura ha contribuido al aumento de inventarios en tránsito, ocupando espacio valioso y complicando la gestión de los materiales.

Además, la utilización de equipos obsoletos ha generado desperdicios en tiempos de espera e inventarios, incrementando los costos operativos y afectando la eficiencia del proceso de kitting. Los largos tiempos de preparación de los materiales para los kits han causado retrasos en la producción, interfiriendo con el flujo de trabajo y exacerbando los paros en las líneas de producción.

Los tiempos de espera de los materiales antes de la entrega de kits son otro problema recurrente que impacta negativamente la productividad. Asimismo, la acumulación de materiales ha dado lugar a un aumento de errores documentales y no conformidades, afectando el cumplimiento de los estándares de calidad. Por último, la comunicación ineficiente entre los departamentos de planificación, manufactura y kitting ha sido identificada como un punto débil, generando malentendidos y retrasos en la entrega de materiales.

Para abordar estos problemas de manera efectiva, se implementarán diversas herramientas que facilitarán la identificación y análisis de las causas subyacentes. Estas herramientas ayudarán a definir con claridad los desafíos en el proceso, permitiendo así un enfoque más estructurado para la mejora continua.

#### **4.1.1 Diagrama SIPOC del proceso de Kitting Consumibles**

Para comprender de manera integral el proceso de Kitting de Consumibles en ICU Medical Costa Rica, se ha desarrollado un diagrama SIPOC que permite visualizar y los elementos clave que intervienen en este proceso. En este diagrama, se detallan los principales proveedores que suministran los insumos necesarios, las entradas o que se utilizan en el proceso de kitting, las etapas clave del proceso mismo, las salidas o productos resultantes, y los clientes internos que dependen de estos kits para continuar con la cadena de producción. Este enfoque permite identificar áreas de mejora y oportunidades para optimizar el proceso, asegurando que se cumplan los estándares de calidad y eficiencia requeridos.

Figura 33: Diagrama SIPOC proceso de Kitting Consumibles



Fuente: Autor, 2024

El diagrama SIPOC anterior desglosa los componentes clave del proceso en cinco categorías: Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas y Clientes.

- **Proveedores:** El proceso comienza con la interacción de varios departamentos y proveedores. El Departamento de Planeamiento es responsable de generar los planes de producción y las órdenes de trabajo necesarias para iniciar el proceso. El Departamento de Compras, por su parte, gestiona las órdenes de compra de materia prima, garantizando que los materiales requeridos estén disponibles a tiempo. Los suplidores de materia prima suministran los materiales necesarios para la producción, mientras que las áreas de Manufactura de Moldeo y Subensambles proporcionan los materiales internos requeridos para completar la preparación de kits.
- **Entradas:** El proceso de kitting depende de una serie de entradas que incluyen tanto recursos materiales como humanos. Entre ellas se encuentran el plan de producción, las órdenes de trabajo y órdenes de compra. Estos materiales, junto con las partes moldeadas y los subensambles proporcionados internamente, forman la base física del proceso. Además, el personal y las herramientas y equipos complementan lo necesario para ejecutar cada etapa del proceso.
- **Proceso:** El núcleo del diagrama SIPOC es el propio proceso de kitting, que se desglosa en varias etapas. Todo comienza con el recibo de órdenes de trabajo, seguido de la creación de solicitudes que organizan y priorizan las necesidades. Luego, se procede a la preparación de materiales, donde se piquean todos los componentes requeridos. A continuación, se realiza una revisión e identificación de los materiales antes de su ingreso al cuarto limpio. Después, se efectúa una revisión sistemática para asegurar la calidad y conformidad de los kits antes de su traslado a las áreas de manufactura y, finalmente, su entrega a producción.
- **Salidas:** Como resultado de este proceso, se generan kits de materiales preparados, que están listos para ser utilizados en la producción. Junto con los

kits, se produce una serie de registros y documentación que asegura la trazabilidad y el cumplimiento establecidos. En última instancia, los materiales listos para producción son entregados a las áreas correspondientes, completando así el ciclo de kitting.

- **Clientes:** Los destinatarios finales de este proceso son las áreas de Manufactura y Control de calidad. La manufactura depende de los kits y materiales preparados para mantener la continuidad y eficiencia en la línea de producción, mientras que el control de calidad se encarga de verificar que los productos cumplen con las especificaciones establecidas antes de su utilización final.

#### **4.1.2 Diagrama FODA de ICU Medical Costa Rica**

Para obtener una mejor visión de la situación actual de la empresa y proponer estrategias que impulsen su crecimiento y eficiencia, se ha realizado un análisis FODA. Este análisis permite identificar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que enfrenta la organización. Al explorar estos cuatro aspectos, se puede establecer una base para la toma de decisiones estratégicas. A continuación, se presenta el análisis FODA de la empresa, que servirá como una herramienta para las propuestas de esta investigación.

Figura 34: Diagrama FODA ICU Medical Costa Rica



Fuente: Autor, 2024

El análisis FODA de ICU Medical Costa Rica proporciona una visión de las capacidades internas y los desafíos externos que enfrenta la empresa.

- **Fortalezas:** La empresa cuenta con una sólida experiencia en la manufactura de dispositivos médicos, lo que le otorga una destacada reputación en el mercado. Además, la diversificación de su portafolio de productos, que incluye más de 1,000 tipos de sets intravenosos y modelos de bombas de infusión, refuerza su posición competitiva. Otra fortaleza clave es su enfoque en la innovación y mejora continua, apoyado por un equipo en investigación y desarrollo. La integración de servicios corporativos que brindan soporte en diversas áreas también contribuye a la eficiencia operativa de la empresa. Finalmente, su compromiso con altos estándares de calidad asegura que los productos cumplan con normativas internacionales.
- **Oportunidades:** Existen múltiples oportunidades para el crecimiento de ICU Medical. La expansión en mercados podría aumentar significativamente su presencia global, mientras que la adopción de nuevas tecnologías de manufactura, como la automatización, ofrece el potencial de reducir costos y aumentar la eficiencia. Establecer estrategias con otras empresas del sector podría acelerar la innovación y desarrollo de nuevos productos. Por último, el enfoque en la sostenibilidad y la economía ambiental no solo mejoraría la imagen de la empresa, sino que también abriría nuevas oportunidades en mercados que valoran los productos ambientalmente responsables.
- **Debilidades:** Sin embargo, la empresa también enfrenta ciertas debilidades que deben ser abordadas. Una de ellas es la dependencia de proveedores clave, lo que podría representar un riesgo en la cadena de suministro. Los altos costos operativos, especialmente en áreas de producción que requieren procesos de alta calidad y esterilización, pueden afectar la competitividad en términos de precios. Otro desafío es la eficiencia en la comunicación interna entre departamentos esenciales, lo que puede llevar a ineficiencias operativas. Además, equipos

obsoletos pueden impactar tanto en la productividad como en la calidad de los productos.

- **Amenazas:** En cuanto a las amenazas externas, la competencia en el sector de dispositivos médicos es acelerada, con numerosas empresas innovadoras que buscan ganar mercado. Los cambios en las regulaciones y requisitos normativos pueden incrementar los costos de cumplimiento y restringir la flexibilidad operativa de la empresa. Además, la dependencia del mercado global la expone a fluctuaciones económicas, incluyendo cambios en la política comercial y variaciones en las tasas de cambio, que pueden afectar sus operaciones. Finalmente, la rápida evolución tecnológica representa un riesgo si la empresa no se adapta a tiempo, ya que podría quedar rezagada frente a competidores más ágiles.

#### **4.1.3 Diagrama FODA de Kitting Consumibles**

El análisis FODA del área de Kitting de Consumibles en ICU Medical Costa Rica ofrece una perspectiva estructurada de los factores clave que afectan este proceso. Al evaluar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, se busca identificar los elementos internos y externos que influyen en el rendimiento del área, permitiendo una mejor comprensión de las capacidades actuales y futuros retos. Este análisis será fundamental para desarrollar estrategias que optimicen la eficiencia operativa y mejoren la gestión de los recursos dentro del área de Kitting de Consumibles.

Figura 35: Diagrama FODA Kitting Consumibles



Fuente: Autor, 2024

Para optimizar el proceso de Kitting, es necesario entender tanto sus ventajas como los desafíos que enfrenta. A continuación, se detalla el análisis FODA del proceso de Kitting, destacando las fortalezas que potencian su eficiencia, las oportunidades para su mejora, las debilidades que deben ser abordadas, y las amenazas que podrían impactar su rendimiento.

- **Fortalezas:** El proceso de Kitting se destaca por su eficiencia en la preparación de materiales, lo que permite una entrega rápida y organizada de los kits, reduciendo así los tiempos de espera y mejorando el flujo de trabajo. Además, tiene personal capacitado, cuyo conocimiento aseguran que cada tarea se realice con precisión, minimizando errores. La integración con otros departamentos facilita una coordinación efectiva, garantizando que los recursos fluyan y que las necesidades de producción se cumplan a tiempo. El cuarto limpio, con sus condiciones controladas, ofrece un ambiente que mantiene la calidad de los materiales. Finalmente, la documentación precisa asegura que cada kit esté completo y correcto, facilitando el seguimiento y la resolución de problemas.
- **Oportunidades:** Hay varias oportunidades para mejorar el proceso de Kitting. La automatización de procesos podría aumentar la eficiencia y reducir la necesidad de intervención manual, lo que disminuye el riesgo de errores. Optimizar la cadena de suministro puede mejorar la disponibilidad de materiales y reducir los tiempos de espera, haciendo el proceso más ágil. Desarrollar nuevas competencias en el personal puede aumentar la flexibilidad del proceso. La implementación de herramientas Lean ayudará a eliminar desperdicios y perfeccionar los procesos, mientras que la expansión de la capacidad instalada permitirá manejar un mayor volumen.
- **Debilidades:** Sin embargo, el proceso de Kitting también enfrenta algunas debilidades. La dependencia de procesos manuales puede limitar la eficiencia y aumentar el riesgo de errores, ya que estos procesos son más propensos a fallos humanos. El espacio físico limitado puede afectar la capacidad de organizar y

manejar los materiales. Además, una gestión de inventarios incorrecta puede provocar problemas con la exactitud, impactando la eficacia del proceso. El mantenimiento de equipos es otro desafío, ya que el tiempo dedicado a reparaciones y ajustes puede interrumpir el flujo de trabajo. La interdependencia con otros departamentos también puede ser una debilidad, ya que cualquier fallo en la coordinación o comunicación puede afectar negativamente el proceso de Kitting.

- **Amenazas:** Finalmente, el proceso de Kitting está expuesto a varias amenazas. Los cambios en la demanda pueden desajustar la ejecución del proceso, afectando la disponibilidad y la capacidad de producción. Los riesgos regulatorios, como cambios en las normativas, pueden exigir ajustes en los procedimientos para cumplir con nuevas reglas. La rápida evolución de innovaciones tecnológicas puede presentar desafíos para mantener los equipos y procesos actualizados, requiriendo inversiones y adaptaciones continuas. Además, las interrupciones en la cadena de suministro, como retrasos en la entrega de materiales o escasez de proveedores, pueden impactar la disponibilidad y puntualidad de los kits, afectando la producción general.

#### **4.1.4 Diagrama de flujo del proceso productivo de Kitting Consumibles**

El siguiente diagrama ofrece en detalle el proceso de kitting en ICU Medical Costa Rica. En este esquema se muestra cada fase del proceso, desde la recepción de órdenes hasta la entrega final de los kits a producción. Proporciona un desglose claro de las etapas específicas involucradas, facilitando la comprensión de cómo se organizan los materiales para asegurar un flujo de trabajo eficiente y conforme a los estándares de calidad.

El diagrama de flujo detallado del proceso de Kitting en ICU Medical Costa Rica proporciona una visión de cada etapa específica involucrada en la preparación de kits. A continuación, se describe cada paso del proceso:

- **Alocación o reservación de materiales:** Este primer paso implica la asignación y reserva de los materiales necesarios para el kitting según las órdenes de trabajo recibidas. Aquí, se asegura que los componentes específicos estén disponibles y apartados para su uso, evitando problemas de disponibilidad que podrían afectar el proceso. La alocación asegura que los materiales correctos estén listos para su recolección y uso en el ensamblaje de los kits.
- **Piqueo o recolección:** Una vez que los materiales han sido alocados, se procede a la recolección o piqueo de estos. Este paso consiste en reunir todos los componentes necesarios de acuerdo con las especificaciones de la orden de trabajo. La recolección debe ser precisa para garantizar que cada kit contenga todos los elementos requeridos en las cantidades correctas.
- **Chequeo e identificación:** Tras la recolección, los materiales son sometidos a un chequeo exhaustivo para verificar que cumplan con los requisitos de calidad y especificaciones de la orden. Además, se realiza la identificación de cada componente mediante etiquetado o documentación, asegurando que los materiales estén correctamente clasificados y listos para el siguiente paso en el proceso.
- **Segregado:** En esta etapa, se segregan las cantidades necesarias de materiales para cumplir con las especificaciones de manufactura. Si una orden requiere una cantidad específica de materiales y se encuentra que hay cajas con cantidades superiores, se realiza el segregado para asegurar que se obtengan las cantidades exactas necesarias. Este proceso implica organizar los materiales de manera que se satisfagan las necesidades precisas de manufactura, garantizando que los kits entregados contengan las cantidades correctas requeridas para su uso en producción.
- **Ingreso a cuarto limpio:** Los materiales correctamente identificados se trasladan al cuarto limpio, un área controlada y estéril destinada a minimizar el riesgo de

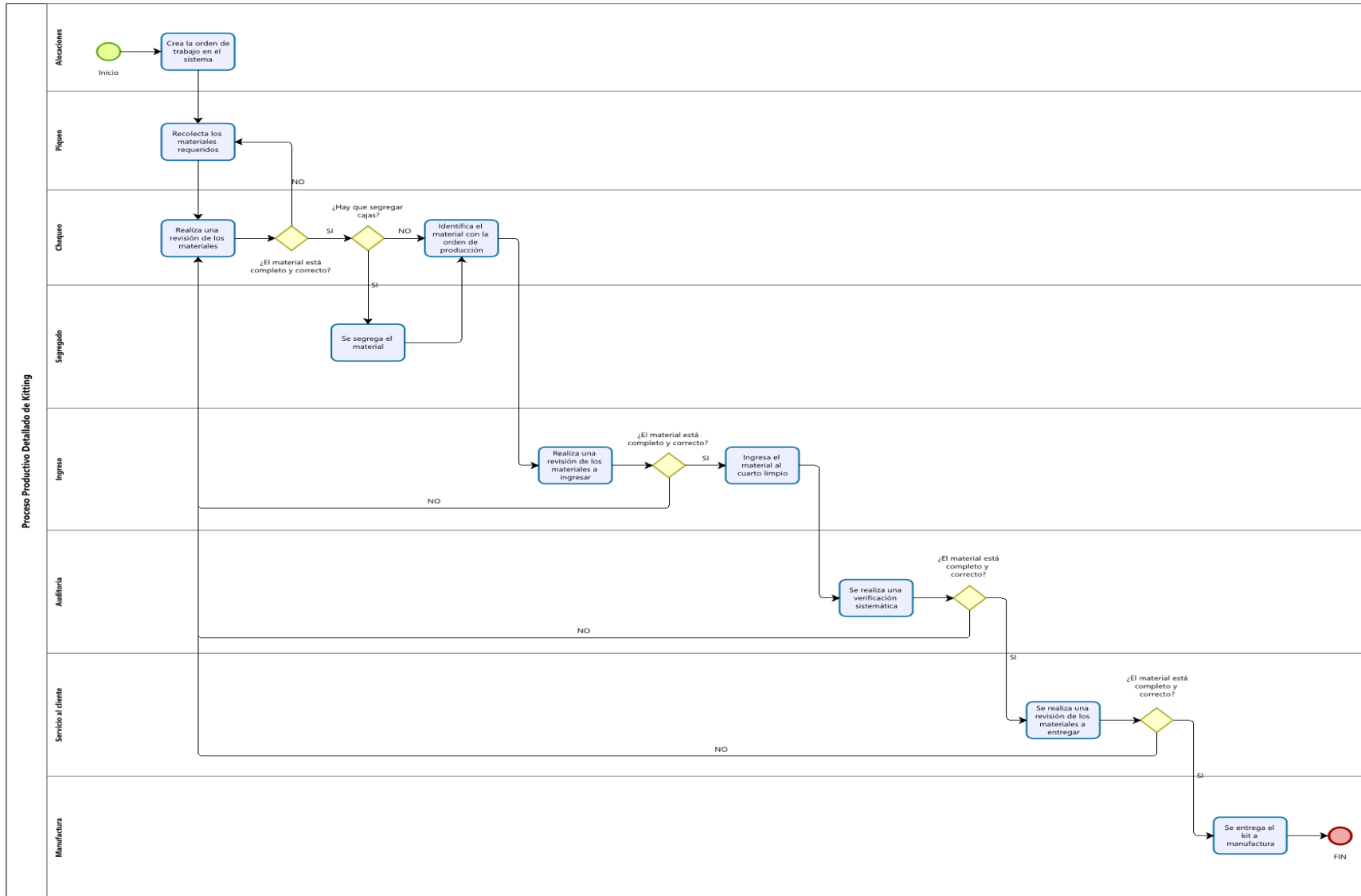
contaminación. En esta etapa, se realiza un desempaque de los materiales, eliminando las cajas de cartón y transfiriéndolos a cajas plásticas. Este proceso no solo asegura que los kits se ensamblen bajo condiciones óptimas de higiene y calidad, sino que también facilita la gestión y manipulación de los materiales dentro del entorno estéril. El ingreso al cuarto limpio garantiza que todos los kits cumplan con los estrictos estándares de calidad requeridos para la industria de dispositivos médicos.

- **Auditoría:** En esta etapa, se lleva a cabo una revisión sistemática en la que se compara lo que indica el sistema de gestión con el material físico disponible. Este proceso de auditoría verifica que los datos registrados en el sistema coincidan con los materiales reales y asegura que las cantidades y especificaciones sean correctas. La auditoría tiene como objetivo identificar cualquier discrepancia entre los registros y el inventario físico, garantizando así que los kits que se preparan cumplen con las especificaciones requeridas y están listos para su entrega a manufactura sin errores.
- **Servicio al cliente:** Tras la auditoría, el equipo de servicio al cliente se encarga de coordinar la entrega de los kits. Este paso incluye la preparación de la documentación necesaria y la comunicación con las áreas de manufactura para asegurar que los kits sean entregados de manera oportuna y eficiente. Finalmente, los kits son entregados a las áreas de manufactura. En esta etapa, los kits son recibidos por el personal de producción, quienes los utilizarán en sus procesos. La entrega a manufactura marca el final del proceso de kitting y es fundamental para garantizar que la producción pueda continuar sin interrupciones debido a la falta de materiales.

Este diagrama de flujo detallado proporciona una visión clara y estructurada de cada etapa del proceso de kitting, desde la alocaión de materiales hasta la entrega final a manufactura, asegurando un proceso eficiente y conforme a los estándares de calidad.

Lo anterior se visualiza en la figura 39: Proceso productivo detallado de Kitting.

Figura 36: Proceso productivo detallado de Kitting



Fuente: Autor, 2024

#### 4.1.5 Histograma de tiempos de espera en el proceso de Kitting Consumibles

A continuación, se presentan los tiempos de espera para el proceso completo de kitting de consumibles en ICU Medical Costa Rica. Estos tiempos se han recolectado y analizado con el uso de histogramas, utilizando datos de los últimos 21 meses extraídos directamente del sistema Oracle de la compañía. La herramienta de histograma permite una visualización clara de la frecuencia y distribución de los tiempos de espera, proporcionando una visión integral del comportamiento de cada actividad dentro del proceso.

Con el fin de simplificar y visualizar de manera más clara los flujos de trabajo, los procesos de manufactura se agruparon en tres grandes grupos: máquinas, finales directas, y finales indirectas.

Estos grupos fueron seleccionados para reflejar las distintas características de los procesos de manufactura y destacar las diferencias clave entre ellos.

- **Máquinas:** Corresponde a los procesos automatizados de manufactura, donde la intervención humana es mínima y se optimiza el uso de maquinaria especializada.
- **Finales Directa:** Incluye los procesos de ensamble final, donde la materia prima se transforma de manera secuencial en el producto terminado, sin depender de subensambles previos.
- **Finales Indirecta:** En esta categoría se agrupan los procesos de ensamble final que requieren de subensambles previos para la obtención del producto final.

Esta organización facilita el análisis de los tiempos y destaca las particularidades de cada grupo dentro del proceso de kitting.

##### 1. Procesos de máquinas

Este grupo incluye procesos principalmente automatizados, donde la maquinaria especializada se encarga de la mayoría del trabajo, con mínima intervención humana.

Al visualizar estos datos, podemos observar patrones y tendencias que ayudan a entender mejor el flujo de trabajo y a identificar posibles áreas para mejorar la eficiencia en estos procesos automatizados.

Los histogramas de tiempos de espera de los procesos de máquinas muestran cómo se distribuyen los retrasos en distintas actividades, ayudando a ver tanto las áreas donde los tiempos son estables como aquellas con mayores variaciones y oportunidades para mejorar la eficiencia.

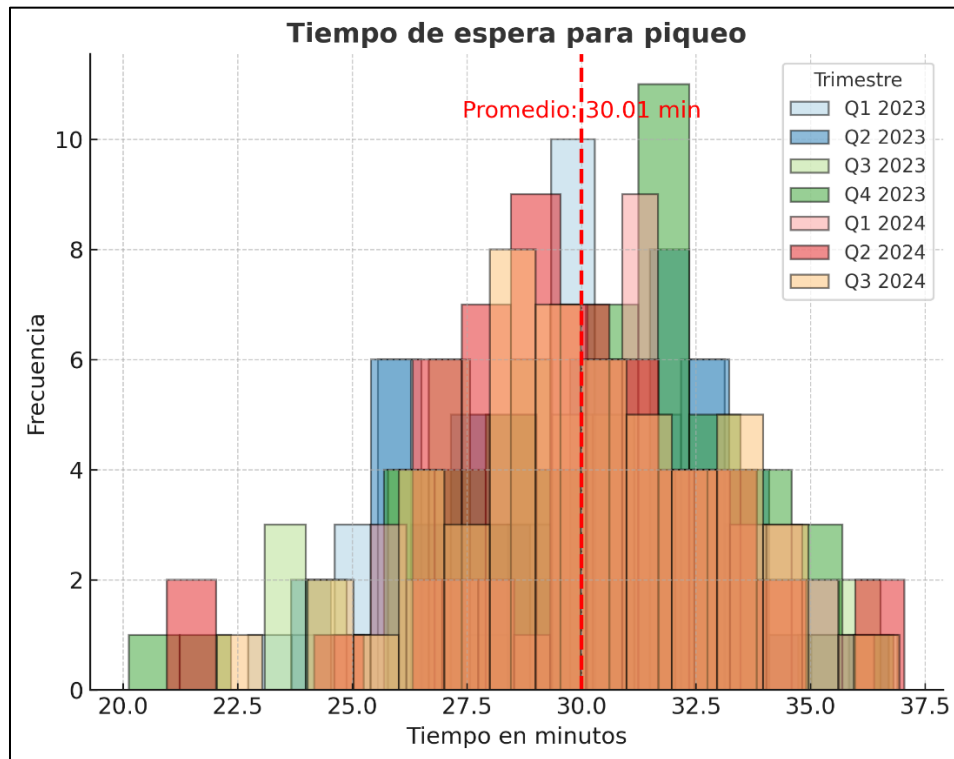
El análisis de los tiempos de espera en la fase de piqueo es relativamente estable, con ligeras variaciones entre trimestres, lo cual sugiere que el proceso ya está optimizado o que cualquier ajuste adicional requeriría cambios específicos en las tareas realizadas. En el caso del tiempo de espera en la fase de chequeo, se observan diferencias importantes, sobre todo en los trimestres de mayor demanda.

Para la etapa de ingreso de material, el tiempo de espera es alto y bastante constante, indicando posibles cuellos de botella. Esto sugiere que, con una mejor coordinación y planificación de inventarios, es posible reducir estos tiempos de manera significativa. La actividad de auditoría, en cambio, presenta tiempos mínimos y estables, lo cual sugiere que el proceso en esta fase fluye bien y cuenta con los recursos suficientes para evitar retrasos.

Finalmente, la espera para servicio al cliente tiene el tiempo de espera más largo y variable, indicando la necesidad de una mejor coordinación entre el equipo de máquinas y el área de servicio. La posibilidad de dar mayor visibilidad y mejorar la comunicación en tiempo real entre estas áreas podría reducir significativamente estos tiempos. En resumen, los resultados señalan que las mejores oportunidades para mejorar la eficiencia en el proceso de máquinas están en la fase de ingreso de materiales y servicio al cliente, donde cambios estratégicos podrían tener un impacto notable en reducir las esperas y hacer el proceso más eficiente.

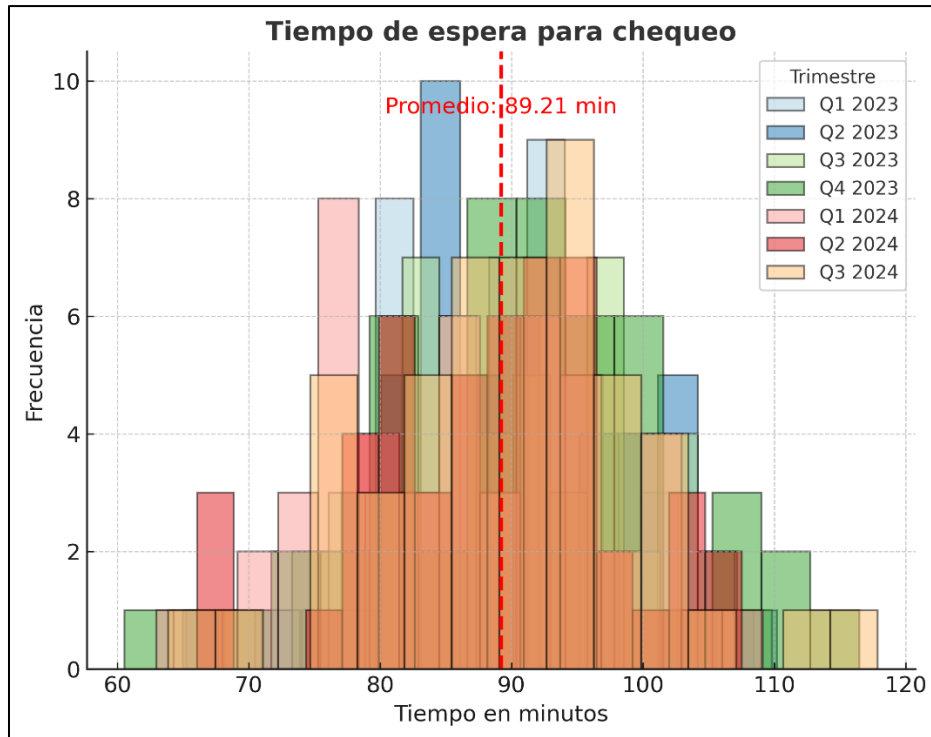
A continuación, se presentan los histogramas de los tiempos de espera en las distintas actividades del grupo de Máquinas en el proceso de kitting en ICU Medical Costa Rica.

Figura 37: Histograma tiempos de espera - Piqueo



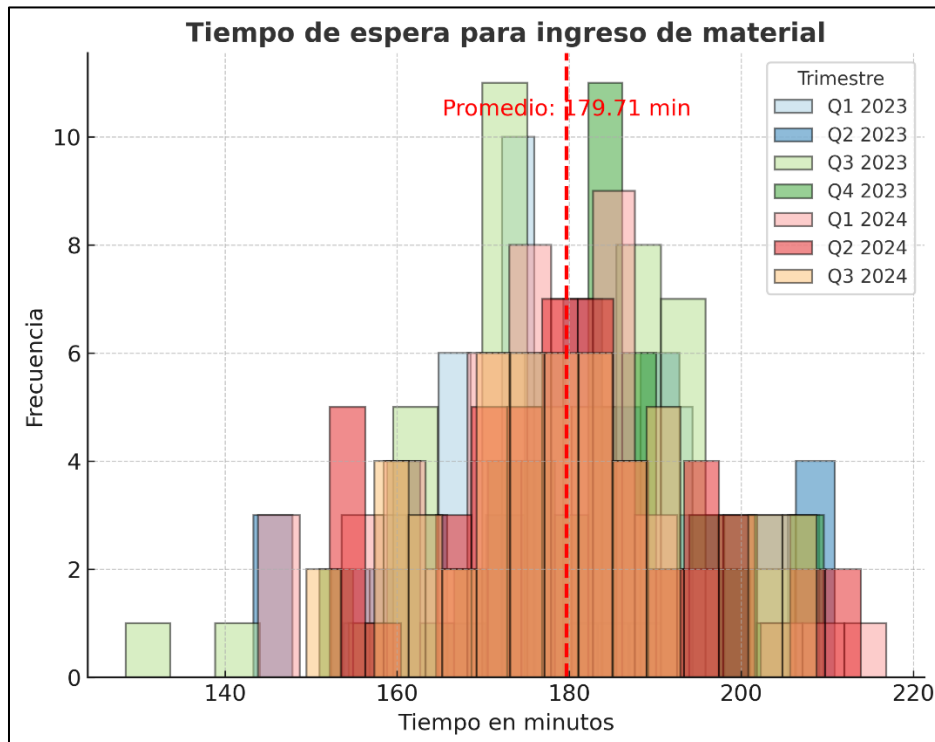
Fuente: Autor, 2024.

Figura 38: Histograma tiempos de espera - Chequeo



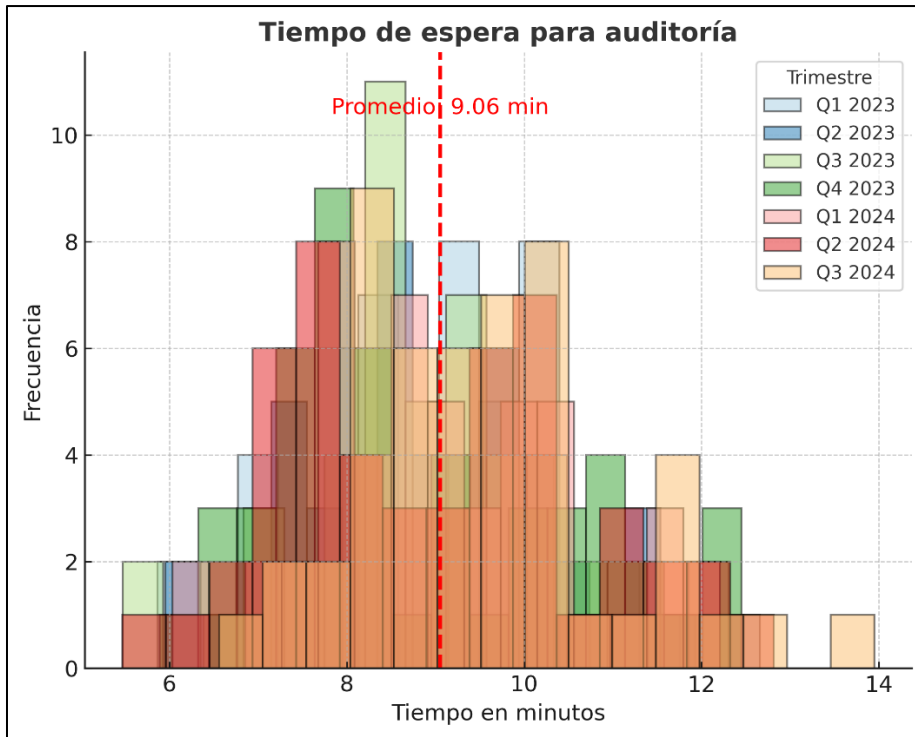
Fuente: Autor, 2024.

Figura 39: Histograma tiempos de espera – Ingreso de material



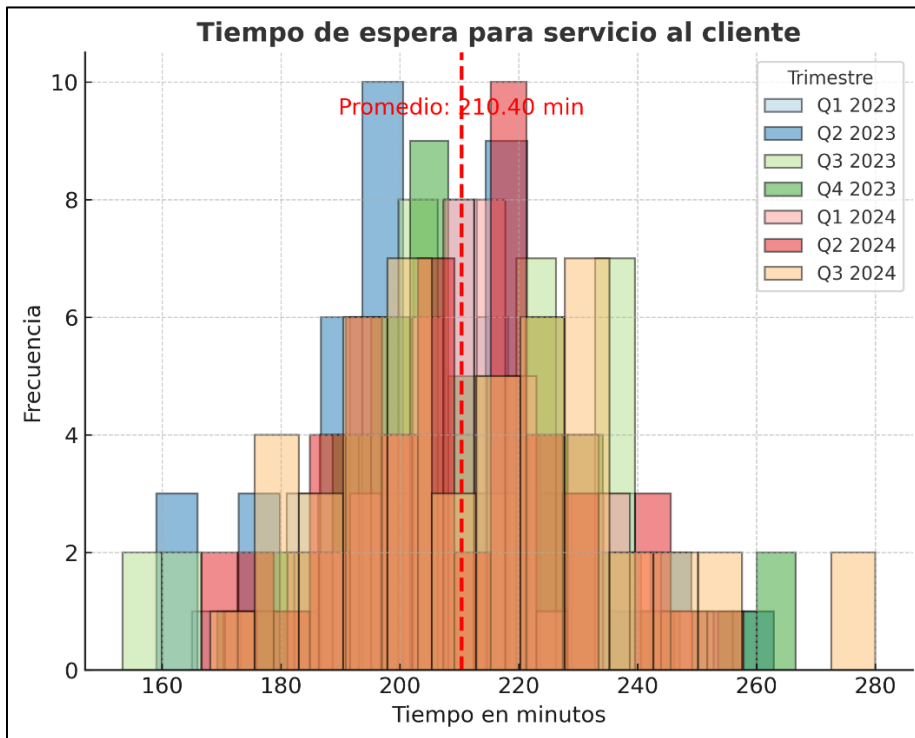
Fuente: Autor, 2024.

Figura 40: Histograma tiempos de espera – Auditoría



Fuente: Autor, 2024.

Figura 41: Histograma tiempos de espera – Servicio al cliente



Fuente: Autor, 2024.

## **2. Procesos de finales directa**

Esta clasificación incluye los procesos de ensamble final que convierten la materia prima en producto terminado de forma secuencial, sin depender de subensambles previos.

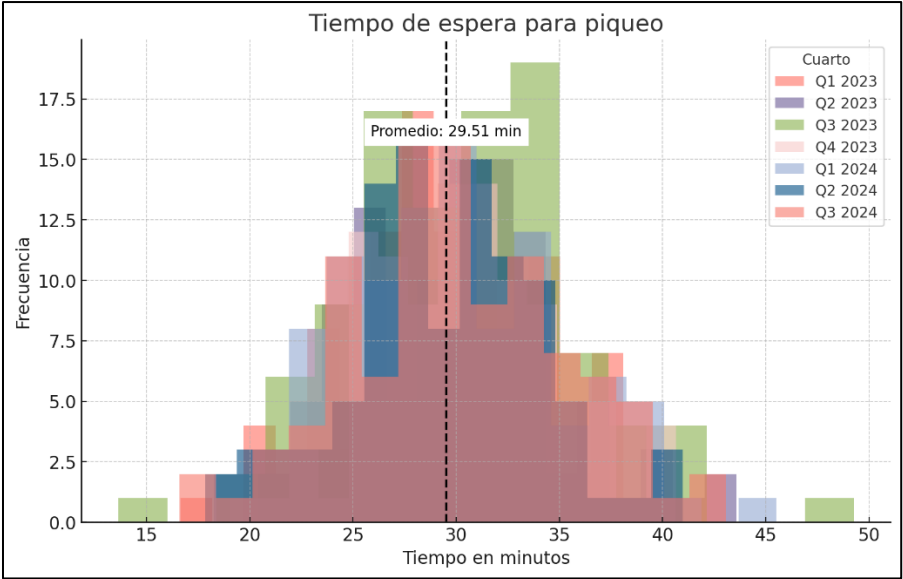
Cada histograma permite observar el comportamiento de las actividades clave de espera dentro de este grupo, facilitando el análisis de variaciones y patrones a lo largo de los diferentes periodos. Esto proporciona una visualización clara de los tiempos que afectan el flujo en la línea de finales directa y destaca las oportunidades de optimización en función de los promedios de cada actividad.

Al analizar los histogramas del grupo de finales directa en el proceso de kitting, se observa que el tiempo de espera para el servicio al cliente alcanza un promedio de 270 minutos, lo que representa el mayor tiempo dentro de las actividades registradas. El tiempo de espera para el ingreso de material tiene un promedio de 250 minutos, seguido por el tiempo de chequeo con un promedio de 155 minutos.

El tiempo de espera para piqueo, en cambio, presenta un promedio significativamente menor de 30 minutos, mientras que el tiempo de espera para auditoría es el más bajo, con un promedio de 9 minutos. Estos datos reflejan variaciones importantes entre las diferentes actividades del proceso de finales directa, con tiempos de espera más altos en las actividades relacionadas con el servicio al cliente e ingreso de material.

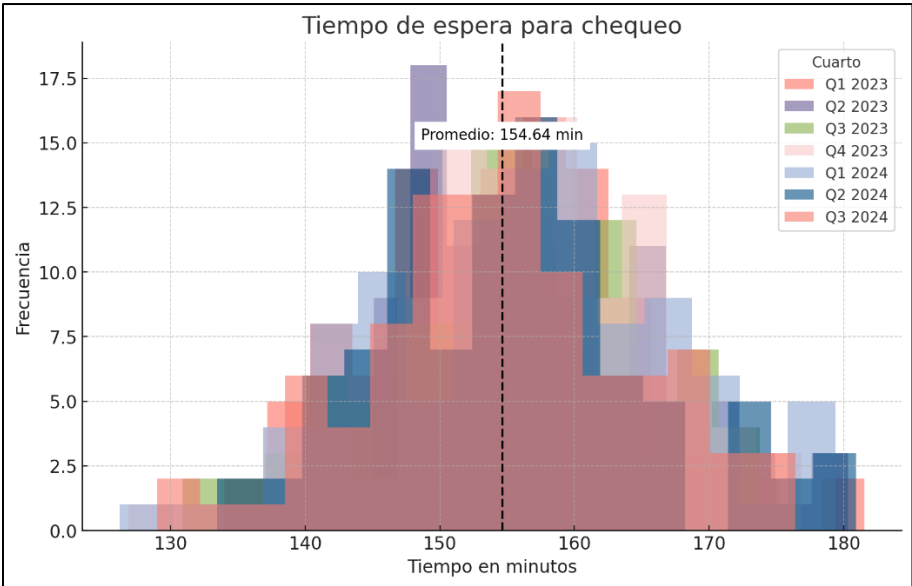
Los histogramas que reflejan los tiempos de espera del grupo de procesos identificados como finales directas, se muestran a continuación.

Figura 42: Histograma tiempos de espera – Piqueo



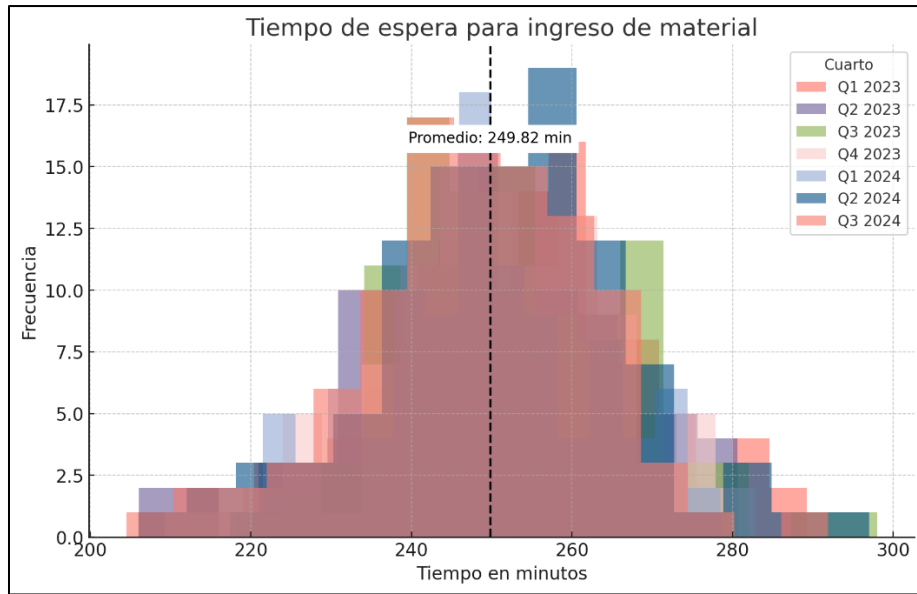
Fuente: Autor, 2024.

Figura 43: Histograma tiempos de espera – Chequeo



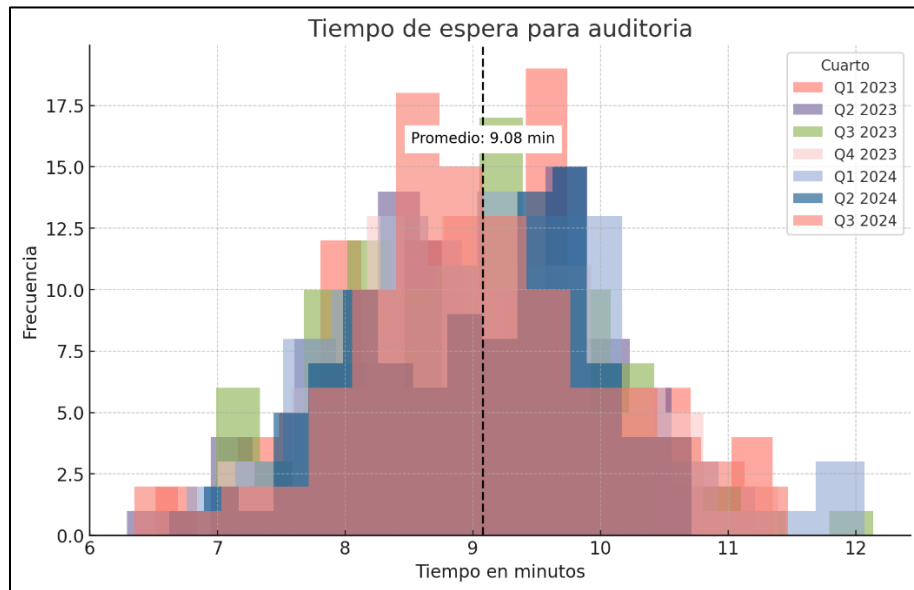
Fuente: Autor, 2024.

Figura 44: Histograma tiempos de espera – Ingreso de material



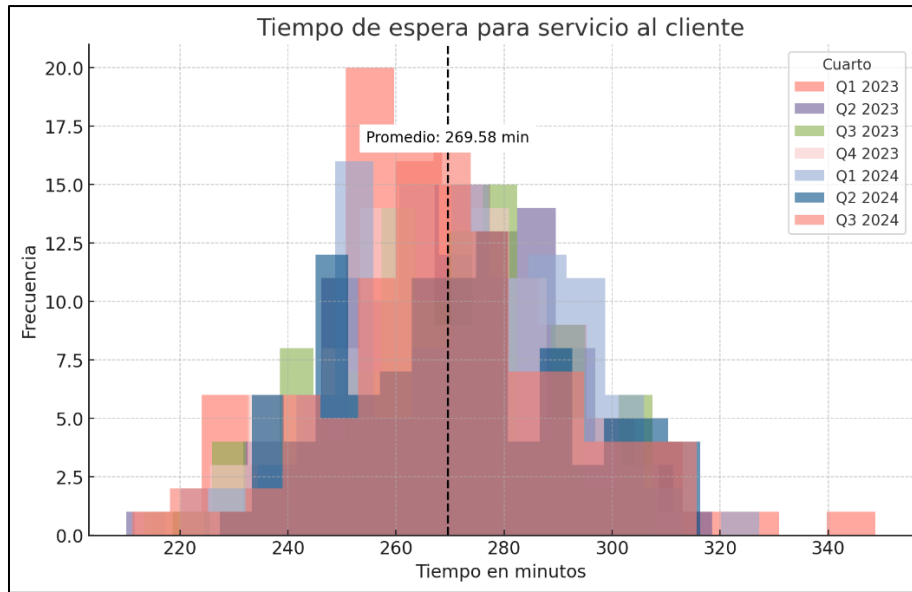
Fuente: Autor, 2024.

Figura 45: Histograma tiempos de espera – Auditoria



Fuente: Autor, 2024.

Figura 46: Histograma tiempos de espera – Servicio al cliente



Fuente: Autor, 2024.

### 3. Procesos de finales indirectas

Estos gráficos muestran los tiempos de espera registrados en actividades clave como piqueo, chequeo, ingreso de material, auditoría y servicio al cliente. Cada histograma destaca el promedio de tiempo de espera para cada actividad, lo que proporciona una referencia visual clara sobre el rendimiento en cada etapa del proceso.

Esta representación permite identificar de manera más precisa las áreas donde se puede optimizar el tiempo de espera, facilitando así un análisis enfocado en mejorar la eficiencia general del proceso de kitting.

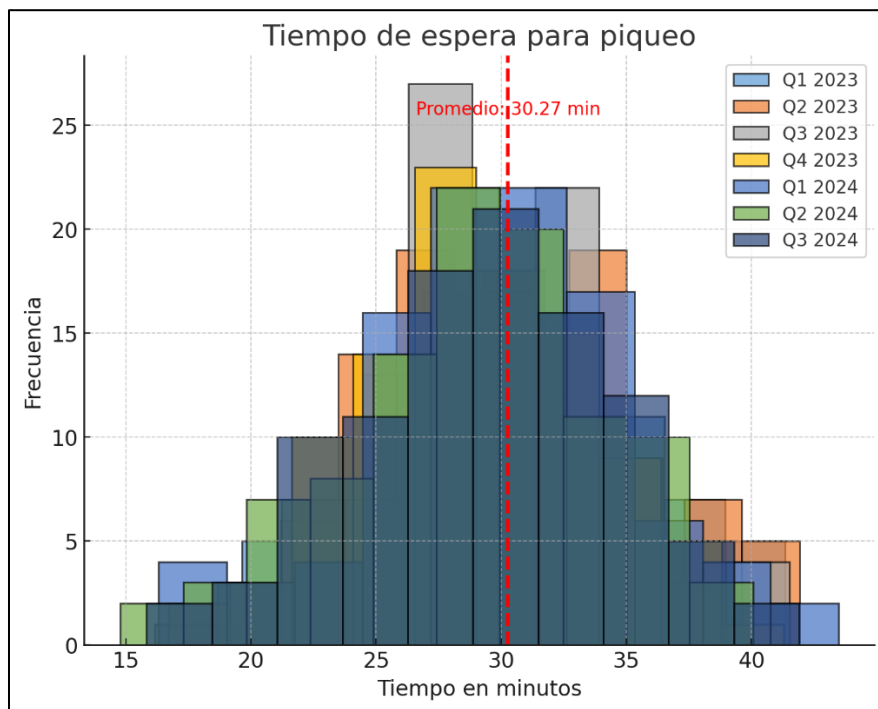
Los histogramas anteriores permiten observar los tiempos de espera promedio en el proceso de máquinas, distribuidos en actividades clave: piqueo, chequeo, ingreso de material, auditoría y servicio al cliente. Los gráficos reflejan una tendencia constante en los tiempos de espera de cada actividad, con promedios diferenciados que evidencian variaciones en el rendimiento por trimestre.

El tiempo de espera en actividades como el servicio al cliente y el ingreso de material muestran los valores promedio más altos, superando los 300 minutos, lo que destaca

áreas con potencial de mejora en la gestión de estos tiempos. En contraste, actividades como la auditoría y el piqueo presentan tiempos de espera significativamente menores, sugiriendo un proceso más optimizado o menos demandante en estos puntos específicos. La inclusión de datos trimestrales ayuda a visualizar la consistencia o fluctuación de cada actividad a lo largo de los periodos, permitiendo una identificación clara de patrones y oportunidades de eficiencia para futuras intervenciones en el proceso de máquinas.

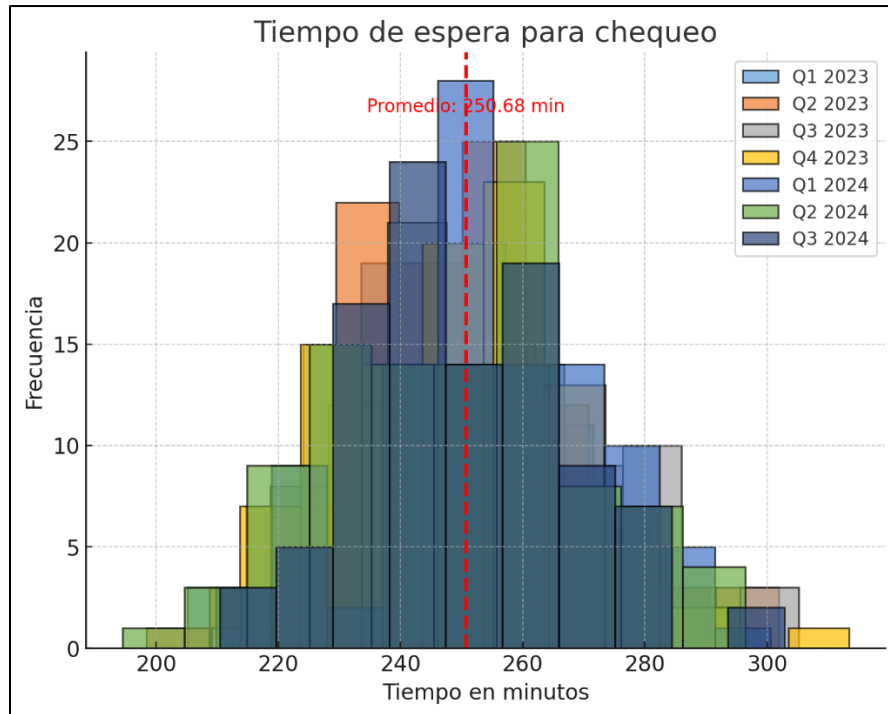
A continuación, se presenta el detalle de los histogramas del grupo de finales indirectas en el área de kitting de consumibles de ICU Medical Costa Rica.

Figura 47: Histograma tiempos de espera – Piqueo



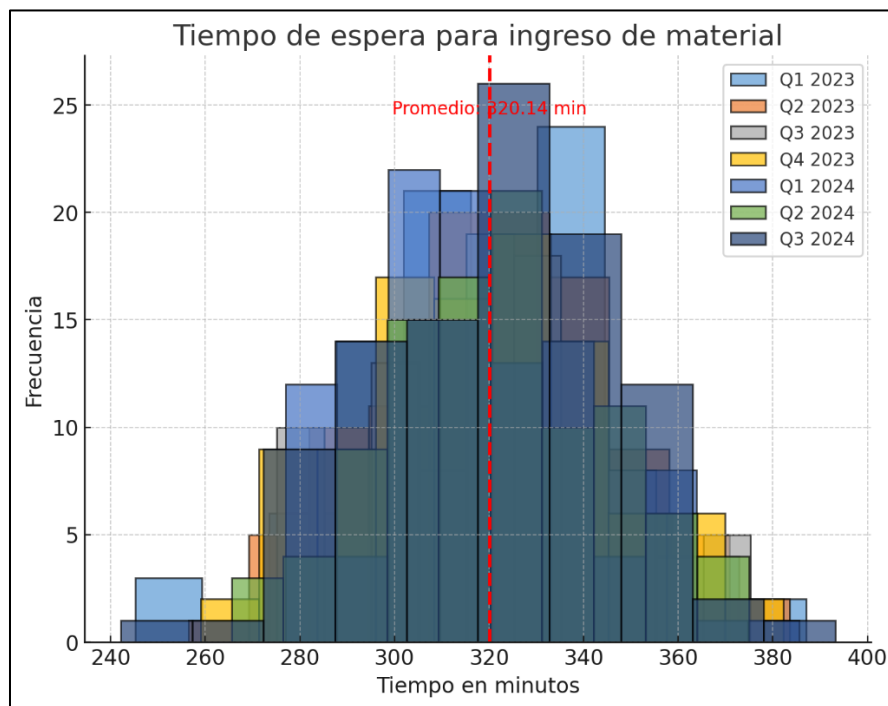
Fuente: Autor, 2024.

Figura 48: Histograma tiempos de espera – Chequeo



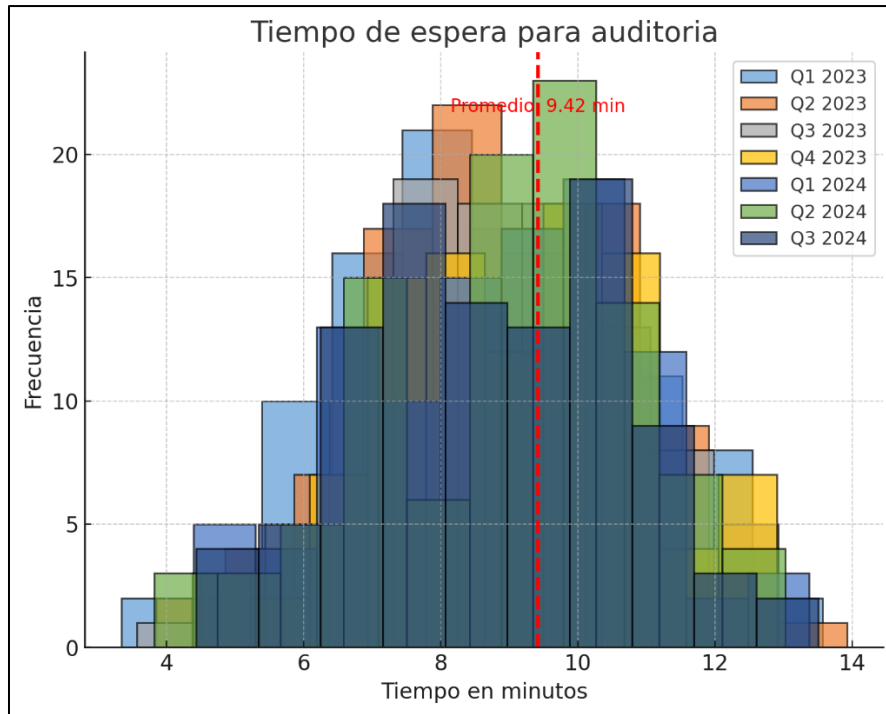
Fuente: Autor, 2024.

Figura 49: Histograma tiempos de espera – Ingreso de material



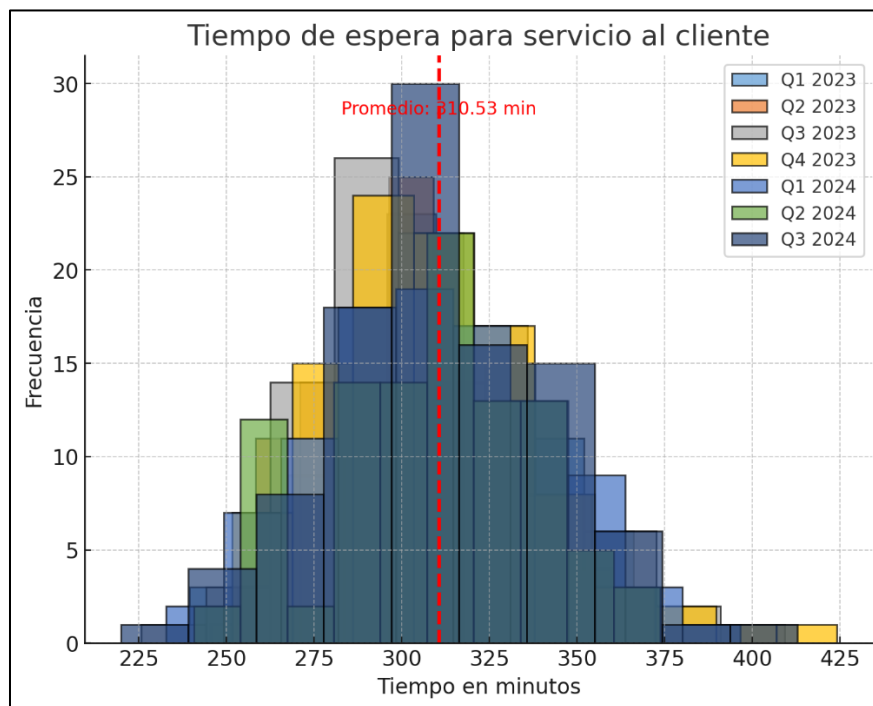
Fuente: Autor, 2024.

Figura 50: Histograma tiempos de espera – Auditoria



Fuente: Autor, 2024.

Figura 51: Histograma tiempos de espera – Servicio al cliente



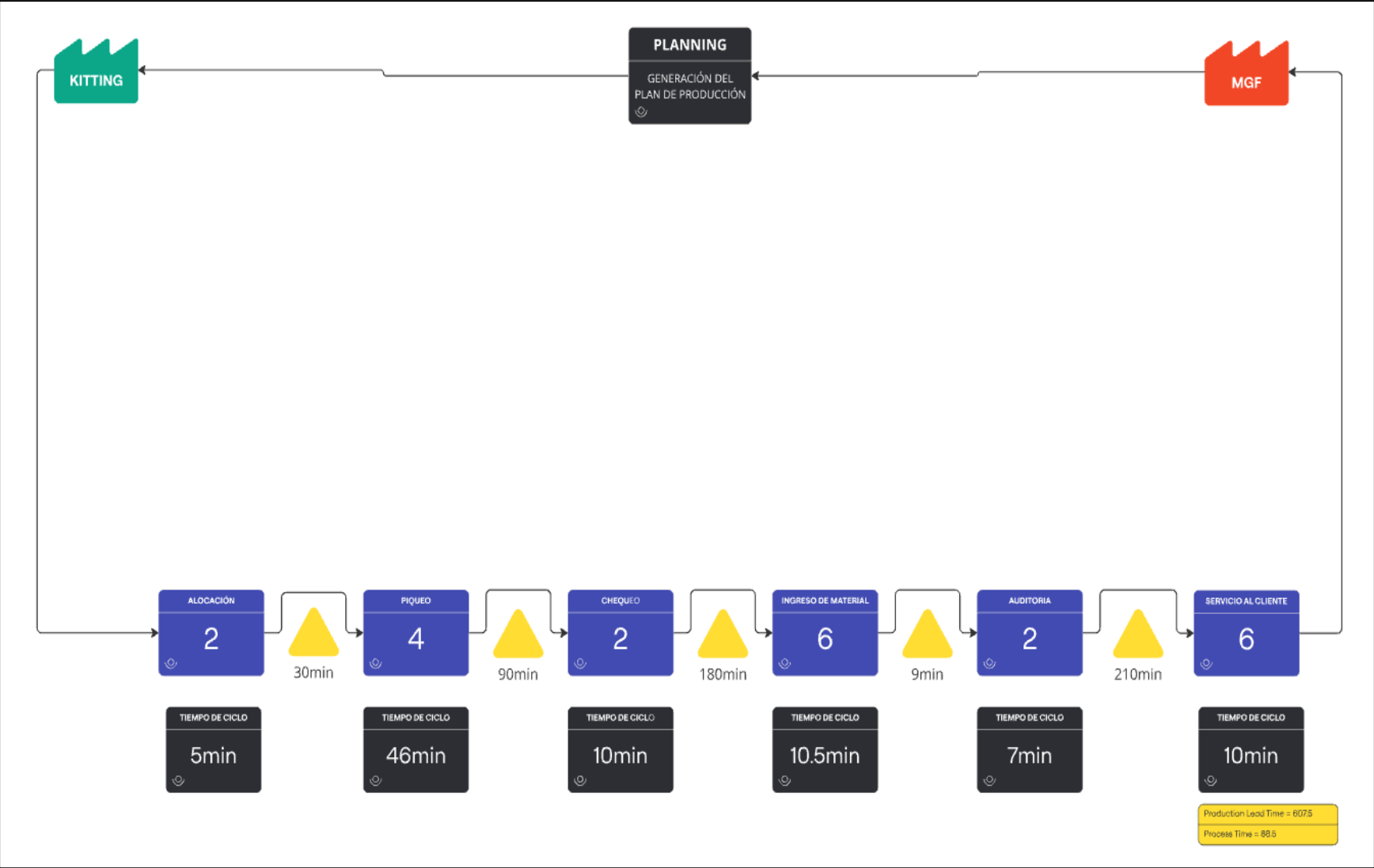
Fuente: Autor, 2024.

#### **4.1.6 Value Stream Mapping**

Para llevar a cabo un análisis detallado del proceso de Kitting y mejorar la visibilidad de las áreas de oportunidad, se ha creado un Mapa de Valor. El VSM se desarrolló utilizando los datos ya existentes del área de Kitting, extraídos directamente del sistema Oracle, lo que nos permitió contar con información precisa y confiable de las operaciones actuales.

Este enfoque nos permitirá observar el flujo de valor en cada grupo de procesos e identificar áreas críticas que requieren optimización, mejorando así la eficiencia general del área de Kitting y manufactura. A continuación, se presenta el VSM por turno de cada uno de estos grupos.

Figura 52: VSM – Procesos de máquinas



Fuente: Autor, 2024.

En el primer mapeo de flujo de valor del proceso de máquinas, se identificó que la totalidad del proceso tiene una duración promedio de aproximadamente 10 horas. Dentro de este tiempo, destacan varias etapas de espera que son significativas en términos de su impacto en el tiempo total del proceso.

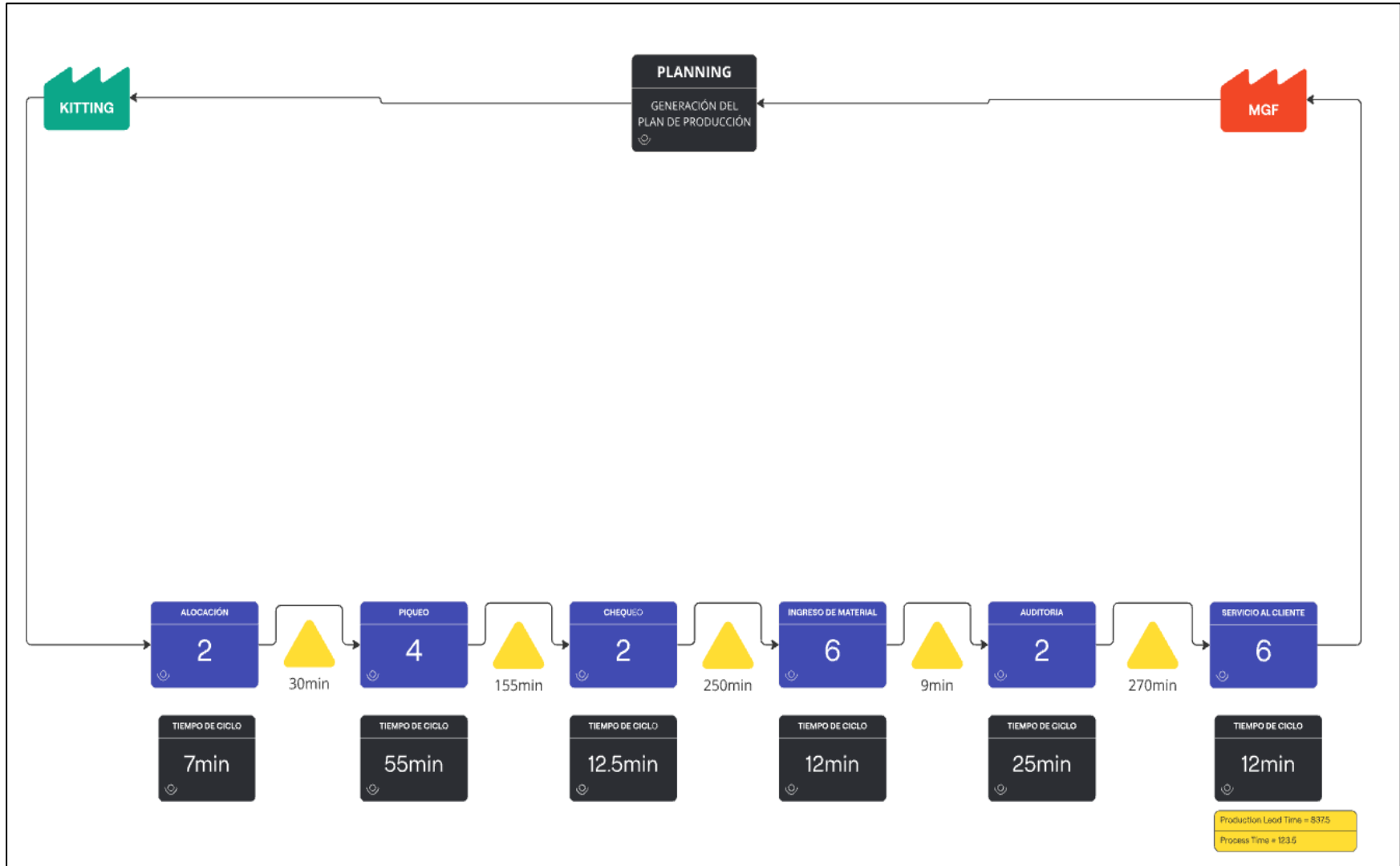
En este VSM, los tiempos de espera más representativos fueron:

- **Tiempo de espera para el chequeo:** Esta fase, donde los materiales deben pasar por un proceso de revisión antes de avanzar, presenta un tiempo de espera promedio de 90 minutos. Este tiempo de espera inicial afecta directamente la agilidad del flujo de materiales en las etapas posteriores.
- **Tiempo de espera para el ingreso de material:** En esta etapa crítica, el material debe estar disponible para su procesamiento, y presenta un tiempo de espera considerable, con un promedio de 180 minutos. Este tiempo indica la existencia de cuellos de botella en el abastecimiento, lo que genera demoras significativas en el flujo general del proceso.
- **Tiempo de espera para el servicio al cliente:** Al llegar a la fase de servicio al cliente, se observa un tiempo de espera de aproximadamente 210 minutos. Este periodo refleja las demoras en la coordinación y disponibilidad de recursos entre producción y servicio al cliente, lo cual impacta la eficiencia y la capacidad de respuesta de todo el proceso.

Adicionalmente, al analizar el tiempo de procesamiento del proceso de piqueo, encontramos que tarda en promedio 46 minutos. Este tiempo representa una fase del proceso que requiere atención, ya que el piqueo actual contribuye de manera notable a la duración total del proceso, evidenciando una oportunidad de mejora en la eficiencia de esta actividad.

En resumen, este VSM inicial muestra que los tiempos de espera en las fases de chequeo, ingreso de material y servicio al cliente son los principales puntos de mejora, junto con el tiempo del proceso de piqueo. Estos elementos representan áreas críticas donde la optimización del flujo podría reducir significativamente el tiempo total de procesamiento y aumentar la eficiencia general del proceso de máquinas.

Figura 53: VSM – Procesos de líneas finales directas



Fuente: Autor, 2024.

En este segundo mapeo de flujo de valor (VSM) enfocado en el proceso de líneas finales directas, el análisis muestra que la totalidad del proceso abarca un promedio de 14 horas. Este lapso refleja las diversas etapas y tiempos de espera que influyen de manera significativa en el desarrollo del proceso de principio a fin.

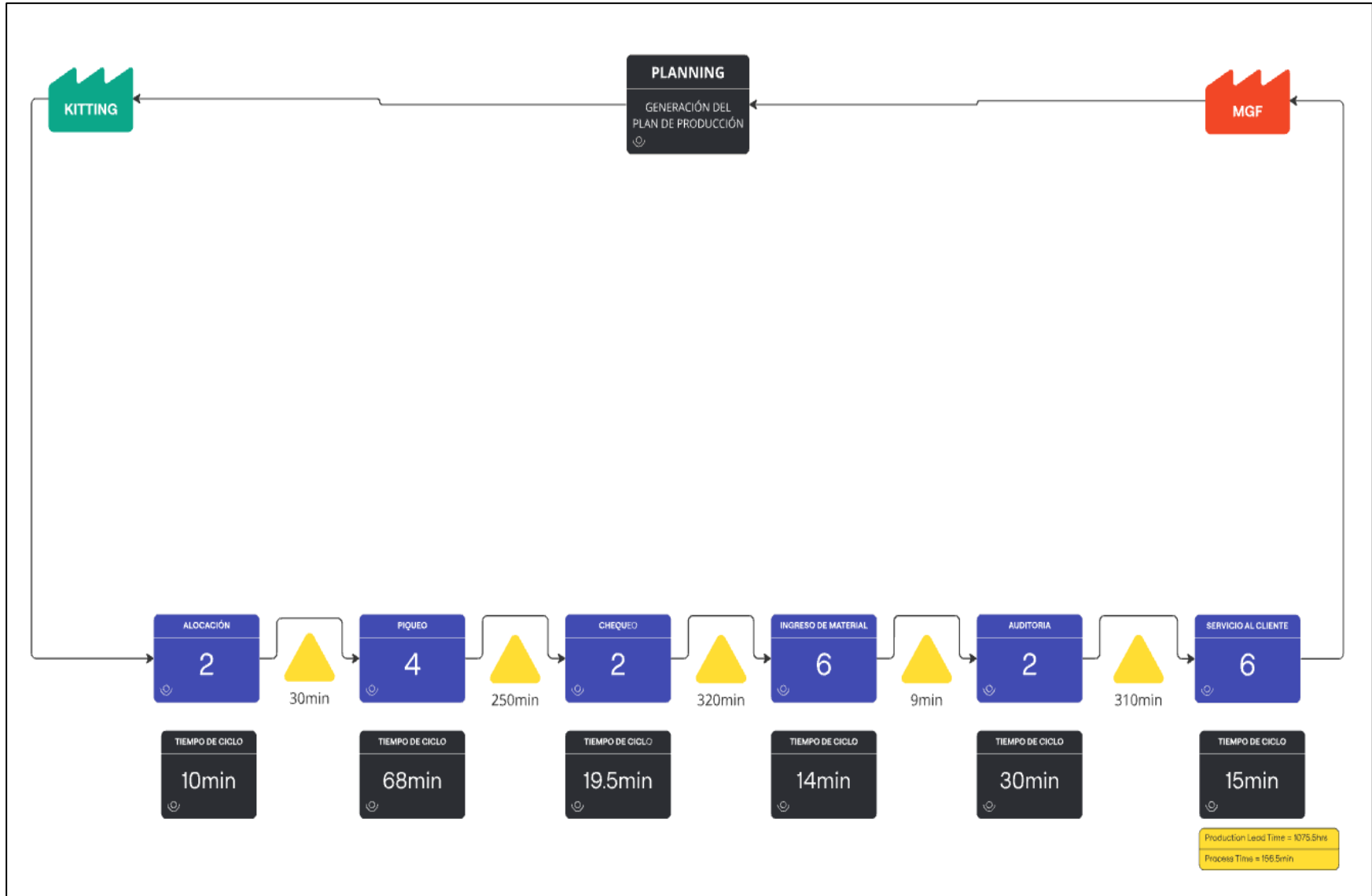
Entre los tiempos de espera identificados, se destacan tres fases clave:

- **Espera para el chequeo:** En esta primera etapa, donde el material pasa por una revisión inicial, encontramos un tiempo de espera promedio de 155 minutos. Este tiempo representa una parte considerable de la duración total, evidenciando la importancia de agilizar los procesos de verificación para reducir posibles retrasos al inicio del flujo.
- **Espera para el ingreso de material:** Este tiempo es fundamental para garantizar que los materiales ingresen en el momento justo al proceso de líneas finales directas. El análisis muestra que el tiempo de espera en esta etapa alcanza los 250 minutos, siendo uno de los más altos y generando un impacto significativo en la eficiencia global del proceso. Esto sugiere una oportunidad para revisar y optimizar la cadena de suministro o la gestión de inventario que afecta esta fase.
- **Espera en el servicio al cliente:** Una vez completado el flujo y el proceso se aproxima a la entrega al cliente, observamos un tiempo de espera promedio de 270 minutos. Esta demora es la mayor de las tres y puede indicar un desfase en la comunicación o en la coordinación entre producción y servicio al cliente, limitando la capacidad de respuesta y afectando la satisfacción final del cliente.

Dentro de los tiempos de procesamiento específicos de cada etapa, destaca particularmente el tiempo del proceso de piqueo, que tarda un promedio de 55 minutos. Este tiempo de piqueo es relevante, ya que representa una actividad que también requiere atención para optimizar su duración, dado que incide de manera notable en el tiempo total de operación.

En resumen, este segundo VSM evidencia la importancia de enfocar mejoras en las áreas de espera de chequeo, ingreso de material y servicio al cliente, así como en el proceso de piqueo.

Figura 54: VSM – Procesos de líneas finales indirectas



Fuente: Autor, 2024.

El tercer análisis de flujo de valor se enfocó en el proceso de líneas finales indirectas, y en este se identificó que el tiempo total para completar el proceso es el más extenso entre todos los evaluados, con una duración promedio de 17.9 horas. Este tiempo prolongado revela diversas etapas críticas que, debido a sus tiempos de espera acumulados y al tiempo de procesamiento en ciertas actividades, afectan significativamente la eficiencia y continuidad del proceso.

En esta revisión, destacan los siguientes tiempos de espera:

- **Chequeo:** Durante la etapa de chequeo, en la que el material pasa por un proceso de verificación inicial, se presenta un tiempo de espera considerable de 250 minutos. Este tiempo representa un primer punto de demora importante, ya que se convierte en un factor inicial que repercute en las etapas posteriores del proceso.
- **Ingreso de material:** En esta etapa de entrada de materiales, crítica para la continuación del flujo de trabajo, el tiempo de espera promedio se extiende a 320 minutos. Este tiempo es particularmente elevado, lo que sugiere una necesidad de mejorar la disponibilidad de los materiales y su distribución en el momento necesario.
- **Servicio al cliente:** Finalmente, en el tiempo de espera correspondiente al servicio al cliente, se observa un promedio de 310 minutos. Esta fase representa la última y una de las más prolongadas demoras en el proceso, lo que puede ser resultado de limitaciones en la comunicación o en la asignación de recursos, afectando la entrega oportuna de los productos finales al cliente.

Además de los tiempos de espera, el análisis también destacó el tiempo de procesamiento del proceso de piqueo, el cual tarda un promedio de 68 minutos. Este tiempo específico de piqueo es uno de los más largos de su tipo, indicando que esta actividad también es una de las principales contribuyentes a la duración total del proceso de líneas finales indirectas y, por lo tanto, un área de oportunidad para reducir los tiempos de procesamiento.

En conjunto, el análisis de este VSM muestra claramente que el proceso de líneas finales indirectas es el que más tiempo requiere para completarse en comparación con los otros procesos.

El análisis comparativo de los tres Value Stream Mappings muestra que, en cada grupo de procesos evaluado (máquinas, líneas finales directas y líneas finales indirectas), los tiempos de espera en las etapas de chequeo, ingreso de material y servicio al cliente representan los mayores tiempos de inactividad en el flujo general de cada proceso. Además, el tiempo dedicado al proceso de piqueo es también significativo en los tres grupos, evidenciando su impacto en la duración total.

En cuanto al tiempo total del ciclo se observó una variación importante entre los tres grupos, con un rango que va desde las 10 horas en el proceso de máquinas hasta casi 18 horas en el proceso de líneas finales indirectas. Esta diferencia subraya la necesidad de optimizar las áreas críticas mencionadas para reducir los tiempos de espera y de procesamiento de piqueo, que afectan de manera notable el lead time en todos los procesos.

En conclusión, estos patrones de tiempo de espera y procesamiento demuestran la necesidad de implementar mejoras en las fases de chequeo, ingreso de material y servicio al cliente, así como en el proceso de piqueo, para lograr una mayor eficiencia operativa y reducir los tiempos de preparación del área de kitting.

#### **4.1.7 Mapa de grupos de interés**

Para asegurar que el proceso de Kitting funcione bien, es importante identificar y entender a todas las personas y grupos que tienen algún interés en este proceso. Estos grupos, o stakeholders, tienen diferentes niveles de influencia y necesidades que se deben manejar de forma adecuada. A continuación, presento un mapa que muestra a estos grupos, organizados según su importancia y la relación que tienen con el proceso de Kitting. Este análisis ayudará a enfocar los esfuerzos de manera más efectiva, asegurando que cada grupo reciba la atención necesaria para contribuir al buen funcionamiento del proceso y al logro de objetivos.

Figura 55: Mapa de grupos de interés en Kitting Consumibles



Fuente: Autor, 2024

El mapa de grupos de interés que se presentó anteriormente es una herramienta clave para entender cómo diferentes personas y departamentos se relacionan con el proceso de Kitting. En él, hemos organizado a todos los que tienen algún tipo de participación o interés en este proceso, desde aquellos que necesitan que todo funcione perfectamente, hasta aquellos cuya influencia es más indirecta.

Primero, consideramos a quienes dependen directamente del Kitting, como el equipo de producción, que necesita recibir los kits a tiempo, y los clientes, que esperan que todo funcione sin problemas. Luego, identificamos a los actores clave, como el equipo de Kitting mismo y los departamentos de logística y planificación, que juegan un papel fundamental en que todo esté listo y disponible.

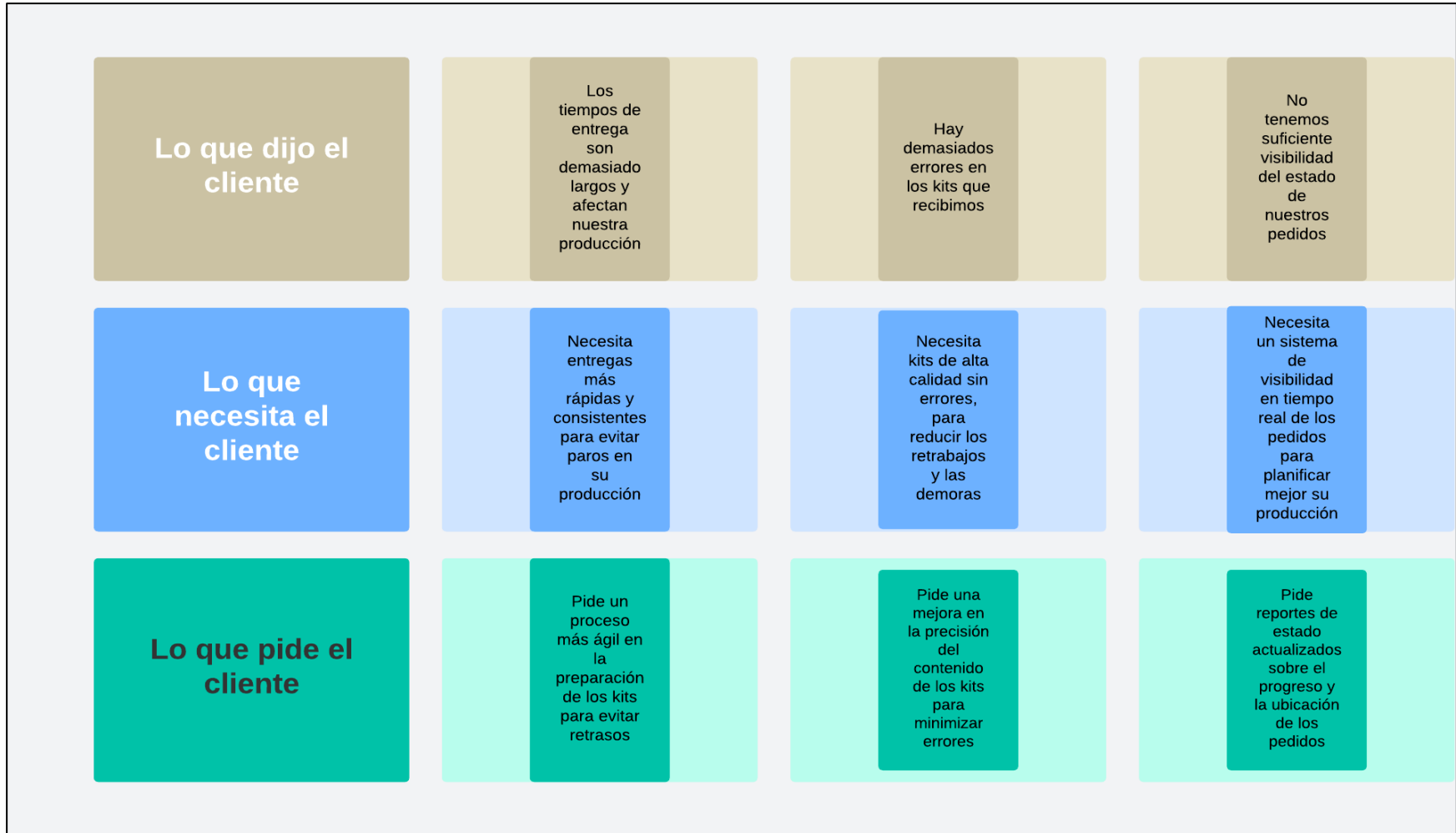
También incluimos a otros grupos que, aunque tienen una influencia más limitada, son importantes para el proceso, como los proveedores de materiales y el departamento de compras. Finalmente, no olvidamos a aquellos que no están directamente involucrados día a día, pero cuya opinión y apoyo es valioso, como el equipo de calidad, los ingenieros de mejora continua y los reguladores.

Este mapa nos permite ver de manera clara cómo cada uno de estos grupos se relaciona con el Kitting y nos ayuda a enfocarnos en lo que realmente importa para que el proceso funcione de la mejor manera posible.

#### **4.1.8 Voz de cliente**

A continuación, se presenta un análisis de la interacción con el cliente, destacando las percepciones, necesidades y solicitudes específicas en relación con el área de Kitting de Consumibles. El gráfico expone tres aspectos fundamentales: lo que el cliente ha expresado, lo que realmente necesita para optimizar su operación, y lo que ha solicitado de manera explícita. Este enfoque permite identificar de manera clara las áreas de mejora y alinearlas con las expectativas del cliente, lo que facilitará la implementación de soluciones que contribuyan a una mayor eficiencia y satisfacción.

Figura 56: Diagrama Voz de Cliente



Fuente: Autor, 2024

El diagrama anterior, nos muestra de manera clara cómo perciben y qué necesitan los clientes. Se divide en tres partes importantes: lo que dijo el cliente, lo que necesita y lo que pide.

- **Lo que dijo el cliente:** Aquí se recogen las frases y comentarios que los clientes han compartido durante entrevistas, encuestas o simplemente al dar su opinión. Estos comentarios son directos y ayudan a identificar insatisfacciones y áreas donde mejorar. Por ejemplo, si un cliente menciona que tiene problemas con la lentitud en la entrega, eso da una pista clara sobre un tema que debemos abordar.
- **Lo que necesita el cliente:** En esta sección se trata de entender las verdaderas necesidades que están detrás de lo que los clientes dicen. A veces, no expresan sus necesidades de manera explícita, pero al analizar sus comentarios, podemos descubrir lo que realmente es importante para ellos. Por ejemplo, si alguien se queja de que los kits no llegan a tiempo, es posible que lo que realmente necesiten sea un servicio más rápido y confiable.
- **Lo que pide el cliente:** Aquí se enfocan las solicitudes específicas que los clientes hacen sobre los productos o servicios. Estas solicitudes suelen reflejar lo que esperan en el corto plazo y están relacionadas con mejoras que desean ver. Por ejemplo, si un cliente pide más información sobre el estado de su pedido, eso indica que está buscando mayor transparencia y control en el proceso.

En resumen, este diagrama nos ayuda a entender mejor lo que piensan y siente el cliente, desde sus comentarios directos hasta lo que realmente necesitan y desean. Esta información es fundamental para que podamos hacer mejoras que realmente impacten su experiencia de manera positiva.

## **4.2 MEDIR**

En esta segunda etapa, nos enfocaremos en cuantificar y analizar los problemas previamente identificados en el área de Kitting de Consumibles en ICU Medical Costa Rica. Es fundamental contar con datos precisos que nos permitan entender la magnitud de cada desafío y cómo estos afectan la eficiencia y calidad del proceso. Al medir estos aspectos, podremos establecer una línea base que servirá como referencia para futuras mejoras.

Durante esta fase, recopilaremos información sobre tiempos de preparación, tiempos de espera, niveles de inventario y la frecuencia de errores documentales, entre otros indicadores clave. La recopilación de estos datos no solo nos ayudará a identificar las áreas que requieren atención urgente, sino que también facilitará el análisis de tendencias y patrones que pueden ser reveladores en cuanto a las causas subyacentes de los problemas.

Además, el uso de herramientas específicas de medición nos permitirá tener una visión más clara del proceso actual. Esto nos ayudará a establecer objetivos cuantificables y realistas para las mejoras que deseamos implementar. Al tener un enfoque basado en datos, podremos tomar decisiones más informadas y efectivas que guíen nuestras acciones hacia una mejora continua y sostenible en el área de Kitting de Consumibles.

### **4.2.1 Diagrama de Pareto**

Para entender mejor los problemas en el proceso de Kitting, se han creado dos gráficos de Pareto que destacan las principales causas de los desafíos del área.

El primer gráfico se centra en la frecuencia de paros de línea. Aquí identificamos tres motivos clave: los tiempos de preparación prolongados, que retrasan la disponibilidad de los kits; la comunicación ineficiente entre departamentos, que causa malentendidos y retrasos en la entrega de materiales; y el uso de equipos obsoletos, que afecta la eficiencia y provoca paros inesperados en la producción.

El segundo gráfico analiza el costo asociado al mantenimiento correctivo de los equipos obsoletos, las no conformidades, que llevan a retrabajos y correcciones; y el exceso de inventario en tránsito, que ocupa espacio y recursos, complicando la gestión de materiales.

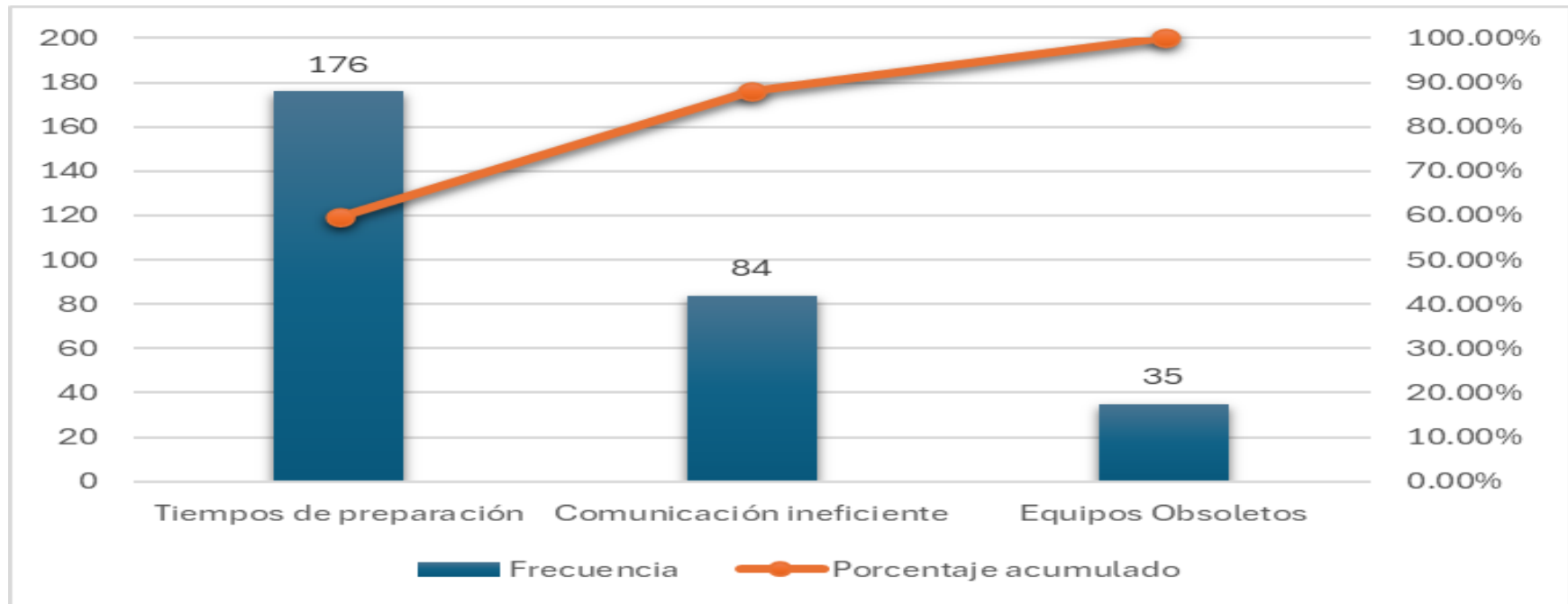
Estos gráficos nos ayudan a visualizar claramente los problemas más críticos que afectan tanto la eficiencia del proceso como los costos. Con esta información, podremos priorizar las acciones necesarias para mejorar el área de Kitting de Consumibles.

Tabla 4: Frecuencia de paros de línea del Q1 2021 al Q3 2024

Causa	2021				2022				2023				2024			Total
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	
Tiempos de preparación	16	15	7	11	15	8	10	11	9	14	8	15	14	11	12	176
Comunicación ineficiente	2	9	3	1	6	6	8	1	11	4	4	10	3	7	9	84
Equipos Obsoletos	2	2	5	3	0	1	4	5	6	2	2	0	2	0	1	35

Fuente: Autor, 2024

Figura 57: Pareto de causas de paros de línea del Q1 2021 al Q3 2024



Fuente: Autor, 2024

La tabla anterior proporciona un resumen detallado del total de paros de línea que se han registrado en el área de Kitting de Consumibles durante el periodo que va desde el primer trimestre de 2021 hasta el tercer trimestre de 2024, cada uno de los cuales representa un costo aproximado de \$2,800 por hora.

A través del gráfico de Pareto, se puede observar de manera más clara la distribución de las causas que han contribuido a estas interrupciones en la producción. Los tiempos de preparación prolongados destacan como la principal causa de los paros de línea, representando un 59.66% del total. Este porcentaje refleja la magnitud del impacto que tiene la demora en la preparación de los materiales sobre la eficiencia del proceso.

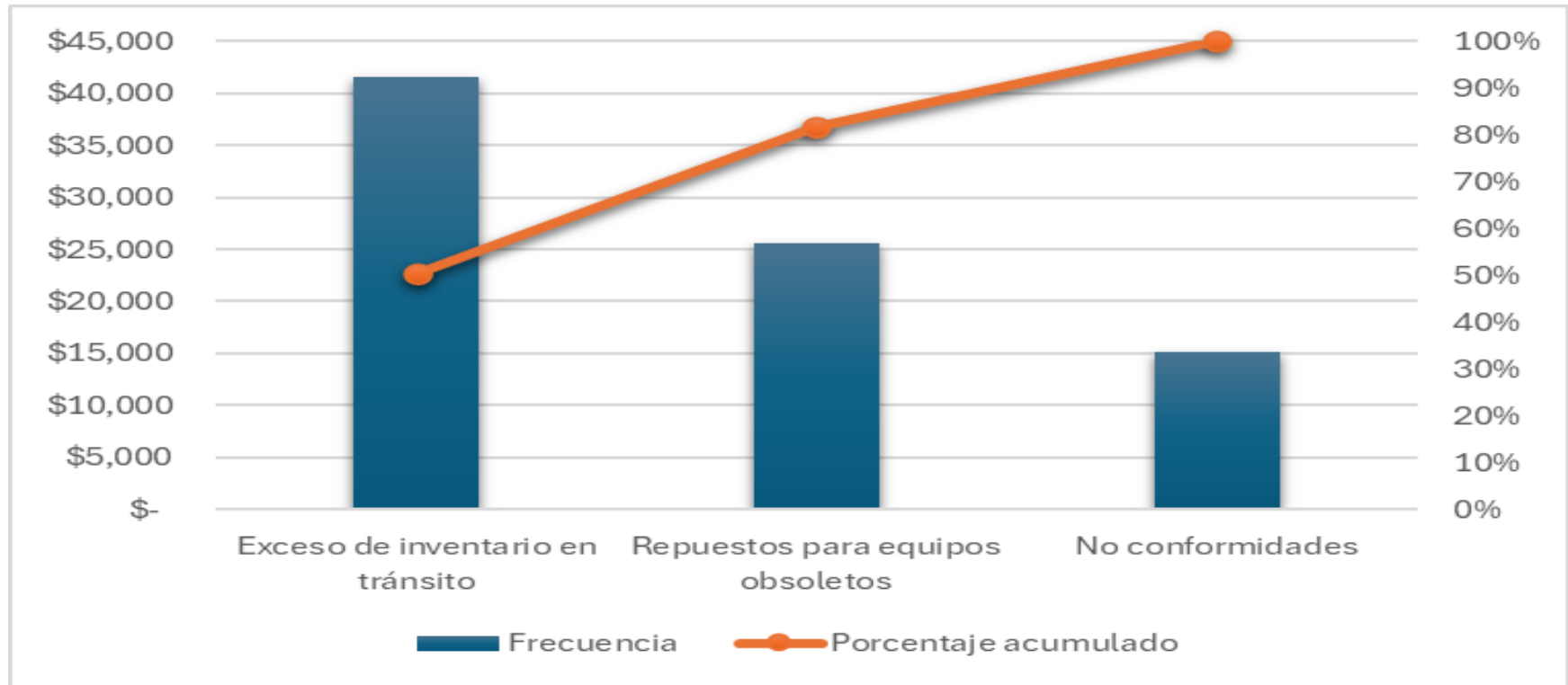
Por otro lado, la comunicación ineficiente entre los departamentos de planificación, manufactura y kitting aparece como el segundo factor más significativo, abarcando un 28.47%. La suma de estos dos factores evidencia que gran parte de los problemas que enfrentamos en la producción están vinculados tanto a la coordinación entre áreas como a la agilidad en la preparación de los kits, lo que resalta la necesidad de abordar estos aspectos con prioridad en el proceso de mejora

Tabla 5: Costos por exceso de inventario, mantenimiento de equipos y no conformidades del Q1 2021 al Q3 2024

Causa	2021				2022				2023				2024			Total
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	
Exceso de inventario en tránsito	\$ 969	\$ 4,318	\$ 1,071	\$ 3,978	\$ 1,037	\$ 1,190	\$ 4,437	\$ 4,352	\$ 1,632	\$ 1,887	\$ 4,352	\$ 3,298	\$ 4,199	\$ 3,264	\$ 1,496	\$ 41,480
Repuestos para equipos obsoletos	\$ 137	\$ -	\$ 3,106	\$ 4,463	\$ -	\$ 1,511	\$ 4,220	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1,470	\$ 1,238	\$ 6,339	\$ 3,144	\$ -	\$ 25,628
No conformidades	\$ 4,650	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 10,400	\$ 15,050

Fuente: Autor, 2024

Figura 58: Pareto de causas de paros de línea del Q1 2021 al Q3 2024



Fuente: Autor, 2024

La tabla anterior presenta los costos asociados al área de Kitting en ICU Medical Costa Rica durante el periodo comprendido entre el primer trimestre (Q1) de 2021 y el tercer trimestre (Q3) de 2024. Uno de los costos más significativos está relacionado con los excesos de inventario en kitting, donde cada tarima almacenada genera un gasto de \$17 al mes. Estos costos se han acumulado debido a la gestión ineficiente de los inventarios en tránsito a lo largo de este periodo, incrementando la carga operativa de la empresa.

En cuanto a los equipos obsoletos, específicamente los elevadores de tarimas se han generado costos recurrentes por la necesidad constante de repuestos y mantenimiento, lo que ha afectado tanto la eficiencia como el presupuesto de operación. Además, los costos relacionados con no conformidades incluyen un incidente registrado en Q1 2021 y dos más en Q3 2024, lo que ha generado gastos adicionales para corregir estos problemas y mantener los estándares de calidad.

En el gráfico de Pareto, que también cubre el periodo de Q1 2021 a Q3 2024, se observa que los costos asociados al exceso de inventario representan un 50.49% del total, siendo el factor más impactante. Los repuestos para los equipos obsoletos ocupan el segundo lugar, con un 31.19%, destacando la importancia de abordar estas dos áreas clave para reducir los costos operativos y mejorar la eficiencia en el proceso de kitting.

En resumen, el análisis de los paros de línea en el área de Kitting de Consumibles de ICU Medical Costa Rica revela que los principales factores que afectan la eficiencia del proceso son los tiempos de preparación prolongados y la comunicación ineficiente entre departamentos. Los tiempos de preparación, que representan un 59.66% de los paros, se identifican como la causa principal, lo que destaca la necesidad de optimizar este proceso. Por otro lado, la comunicación ineficiente entre planning, manufactura y kitting, responsable del 28.47% de los paros, indica que es crucial mejorar la coordinación entre estas áreas para evitar malentendidos y retrasos.

En cuanto a los costos asociados, el análisis de Pareto muestra que el exceso de inventario en tránsito, que contribuye con el 50.49% de los costos, es el principal

problema, afectando tanto la gestión de materiales como los recursos. Además, los repuestos para equipos obsoletos, que representan el 31.19% de los costos, subrayan la necesidad urgente de actualizar los equipos, específicamente los elevadores de tarimas, para reducir los gastos en mantenimiento y mejorar la eficiencia operativa.

En conclusión, la investigación debe enfocarse en disminuir los tiempos de preparación, mejorar la comunicación entre departamentos, abordar los excesos de inventario y considerar el reemplazo de equipos obsoletos. Estas acciones son importantes para optimizar el proceso de Kitting, reducir los paros de línea y disminuir los costos, contribuyendo así a un rendimiento más efectivo y eficiente de la operación en ICU Medical Costa Rica.

#### **4.2.2 Entrevistas y Encuestas**

Con el objetivo de mejorar la eficiencia y la calidad del proceso de Kitting, se diseñó una encuesta para recoger información de los involucrados en el proceso. Con la participación de 75 colaboradores de Kitting, 2 supervisores de Kitting, 28 supervisores de manufactura, 2 gerentes de manufactura, 2 supervisores de planeamiento y 11 técnicos de planeamiento.

La encuesta se divide en cuatro secciones: Tiempos de Preparación, Comunicación entre Departamentos, Equipos Obsoletos, e Inventario en Tránsito. Cada sección incluye preguntas específicas que nos permitirán entender mejor las experiencias y percepciones de los participantes (ver apéndice 2).

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta:

Tabla 6: Resultados de la encuesta sección “Tiempos de preparación”

Pregunta	Respuesta	Porcentaje (%)
1. En general, ¿cómo calificarías los tiempos de preparación actuales en el proceso de kitting?	Muy rápidos	10
	Razonablemente rápidos	25
	Adecuados	35
	Lentos	20
	Muy lentos	10
2. ¿Con qué frecuencia los tiempos de preparación afectan el flujo de trabajo de la producción?	Nunca	5
	Raramente	10
	Algunas veces	30
	A menudo	40
	Siempre	15
3. ¿Qué crees que podría mejorar los tiempos de preparación en el proceso de kitting?	Capacitación adicional	20
	Mejores herramientas o equipos	30
	Ajustes en los procedimientos	25
	Mejor comunicación con otros departamentos	20
	Ninguna mejora es necesaria	5

Fuente: Autor, 2024

Tabla 7: Resultados de la encuesta sección “Comunicación entre Departamentos”

Pregunta	Respuesta	Porcentaje (%)
4. La comunicación entre el departamento de kitting y los departamentos de planificación y manufactura es:	Muy eficiente	10
	Eficiente	30
	Neutra	25
	Ineficiente	25
	Muy ineficiente	10
5. ¿Cuántas veces al mes experimentas problemas debido a una mala comunicación entre departamentos?	Nunca	15
	1-2 veces	25
	3-4 veces	30
	5-6 veces	20
	Más de 6 veces	10
6. ¿Qué aspecto de la comunicación debería mejorar para agilizar el proceso?	Respuestas más rápidas	20
	Claridad en las instrucciones	25
	Más reuniones o actualizaciones	30
	Mayor involucramiento de supervisores	20
	No veo necesidad de mejorar la comunicación	5

Fuente: Autor, 2024

Tabla 8: Resultados de la encuesta sección “Equipos Obsoletos”

Pregunta	Respuesta	Porcentaje (%)
7. ¿Con qué frecuencia los equipos obsoletos interfieren en tu trabajo en el proceso de kitting?	Nunca	10
	Raramente	15
	Algunas veces	30
	A menudo	25
	Siempre	20
8. ¿Qué impacto tienen los equipos obsoletos en los tiempos de preparación?	Ningún impacto	5
	Impacto mínimo	15
	Impacto moderado	30
	Impacto significativo	30
	Impacto severo	20
9. ¿Qué tipo de actualización crees que tendría el mayor impacto en la mejora del proceso?	Sustitución de equipos antiguos	40
	Mejor mantenimiento de los equipos actuales	25
	Incorporación de tecnología nueva	30
	Ninguna mejora es necesaria	5

Fuente: Autor, 2024

Tabla 9: Resultados de la encuesta sección “Inventario en Tránsito”

Pregunta	Respuesta	Porcentaje (%)
10. ¿Cómo calificarías la visibilidad en tiempo real del inventario en tránsito?	Excelente	10
	Buena	25
	Adecuada	30
	Deficiente	20
	Muy deficiente	15
11. ¿Con qué frecuencia el exceso de inventario en tránsito afecta el flujo de trabajo?	Nunca	10
	Raramente	15
	Algunas veces	30
	A menudo	25
	Siempre	20
12. ¿Cuál es la mayor consecuencia del exceso de inventario en tránsito?	Pérdida de espacio de almacenamiento	25
	Tiempos de espera prolongados	30
	Dificultades en la gestión del inventario	40
	Ninguna consecuencia relevante	5

Fuente: Autor, 2024

Los resultados de la encuesta proporcionan información detallada sobre los desafíos clave en el proceso de kitting. En la sección de tiempos de preparación, solo un 10% de los encuestados calificó los tiempos como muy rápidos, mientras que el 20% los consideró lentos y un 10% los consideró muy lentos. Aunque un 35% de los encuestados calificó los tiempos de preparación como adecuados, esta percepción no refleja de forma completa la situación real del proceso. A lo largo de esta investigación, se observa que los tiempos de preparación son, en realidad, extensos y afectan significativamente la eficiencia del flujo de trabajo. Esta diferencia podría deberse a que los encuestados no ven el impacto total de los tiempos en todo el proceso. Por ello, tomaremos los resultados de la encuesta con cautela, complementándolos con análisis más detallados en los capítulos siguientes.

Además, el 55% de los participantes indicó que los tiempos de preparación afectan el flujo de trabajo a menudo o siempre. Para mejorar estos tiempos, el 30% sugirió mejores herramientas o equipos, mientras que un 25% optó por ajustes en los procedimientos.

En cuanto a la comunicación entre departamentos, solo un 10% considera que es muy eficiente, mientras que un 25% la considera ineficiente o muy ineficiente. Además, el 30% de los participantes señaló que enfrentan problemas de comunicación entre 3-4 veces al mes, y el 30% indicó que la mejora más necesaria sería más reuniones o actualizaciones.

En la categoría de equipos obsoletos, el 25% de los encuestados mencionó que estos equipos interfieren en su trabajo a menudo, y un 20% dijo que lo hacen siempre. Un 30% señaló que los equipos obsoletos tienen un impacto significativo en los tiempos de preparación, y el 40% consideró que la sustitución de equipos antiguos sería la actualización más efectiva para mejorar el proceso.

Finalmente, en relación con el inventario en tránsito, el 35% calificó la visibilidad en tiempo real como deficiente o muy deficiente, lo que afecta el flujo de trabajo con frecuencia. El 40% de los encuestados indicó que la mayor consecuencia del exceso de

inventario en tránsito es la dificultad en la gestión del inventario, seguida de tiempos de espera prolongados (30%).

En resumen, la encuesta identifica varias áreas clave que requieren atención, como la mejora de los tiempos de preparación mediante mejores herramientas y ajustes en los procedimientos, mejorar la comunicación entre departamentos, abordar la problemática de los equipos obsoletos, y optimizar la gestión del inventario en tránsito para mejorar el flujo de trabajo y la eficiencia operativa en el proceso de kitting.

#### **4.2.3 Caminatas Gemba**

Como parte de la fase de medir dentro del ciclo DMAIC, se realizaron caminatas Gemba en el área de Kitting con el propósito de observar directamente las operaciones, identificar problemas y recoger información precisa sobre cómo se realiza el trabajo diario. Esta herramienta es clave en la metodología Lean porque permite ver de primera mano lo que ocurre en el lugar donde realmente se lleva a cabo el proceso, y así entender mejor los desafíos que enfrentan las personas involucradas.

Durante la caminata, el enfoque fue en aspectos importantes como los tiempos de preparación, la comunicación entre los diferentes departamentos, el uso de los equipos y cómo se gestiona el inventario en tránsito. Las observaciones realizadas ayudan a identificar áreas donde se generan desperdicios o ineficiencias, y da una base clara para proponer mejoras. Este enfoque también permite comprender mejor cómo funciona el proceso y al mismo tiempo, involucrar a los colaboradores para que las mejoras sean efectivas.

Durante las caminatas Gemba realizadas (ver apéndice 3), se identificaron varios puntos importantes que ofrecen grandes oportunidades para mejorar los procesos en las áreas de Alocaciones, Piqueo, Chequeo, Ingreso de Material, Auditoría, Servicio al Cliente y Manufactura.

Uno de los principales problemas detectados fue el tiempo de preparación para el piqueo de materiales, que resulta bastante largo. Esto retrasa el ciclo completo y afecta la capacidad de cumplir con los pedidos de manera ágil. Mejorar los procesos de piqueo, ya sea automatizando ciertas tareas o gestionando mejor el inventario, podría reducir estos tiempos significativamente.

Otro problema clave es el tiempo que tarda en ingresarse el material, algo que se ve empeorado por el uso de equipos viejos, como los elevadores de tarimas. Estos equipos ralentizan las tareas de descarga y traslado, lo que genera cuellos de botella y tiempos muertos que afectan todo el flujo de trabajo. Reemplazar estos equipos con tecnología más moderna haría que el proceso de ingreso de materiales sea mucho más eficiente y ágil.

Además, se notó que la falta de un sistema para ver en tiempo real los pedidos y su estado actual crea problemas de comunicación entre planning, manufactura y kitting. Esta falta de visibilidad causa errores en los documentos, exceso de inventario en tránsito y aumenta los costos, lo que afecta la eficiencia en general. Implementar un sistema que permita la trazabilidad en tiempo real no solo facilitaría la entrega de materiales, sino que también mejoraría la coordinación entre todas las áreas involucradas.

En resumen, las oportunidades de mejora están claras: modernizar los equipos, reducir los tiempos de preparación y contar con herramientas que permitan una mejor visibilidad y comunicación entre áreas clave. Atender estos puntos hará que los procesos sean más eficientes y que la respuesta a las demandas de producción sea mucho mejor.

#### **4.2.4 Estudio de tiempos**

La toma de tiempos es una herramienta útil para evaluar cómo están funcionando los procesos y detectar posibles mejoras. En este caso, se midieron los tiempos de las 3 actividades que más impacto tienen en el tiempo total de preparación de los materiales, piqueo, chequeo e ingreso. Se realizaron mediciones a todas las personas que participan en estos procesos, cubriendo los tres turnos de trabajo.

Con estas mediciones, se pudo registrar con precisión cuánto tiempo toman las distintas actividades. Esto nos da una idea clara de cómo está funcionando el proceso actualmente, identificando los tiempos promedio y las variaciones que pueden darse en el día a día. Esta información servirá como base para encontrar formas de mejorar y hacer que el proceso sea más eficiente.

El análisis nos ayudará a detectar posibles obstáculos y también a encontrar oportunidades para agilizar el trabajo, reducir los tiempos de espera y mejorar la coordinación entre las diferentes etapas del proceso. Todo esto contribuirá a que el proceso de kitting sea más rápido y efectivo.

#### **4.2.4.1 Estudio de tiempos – Piqueo de material**

Para analizar el desempeño del proceso de piqueo, se realizó una toma de tiempos a un total de 9 personas que trabajan en los tres turnos. Este estudio nos permitió registrar cuánto tiempo les toma completar las tareas asociadas al piqueo en diferentes momentos del día y bajo distintas condiciones de trabajo.

Con esta información, se busca tener una visión clara de cómo se está llevando a cabo el proceso en la práctica, identificar patrones o variaciones, y usar esos datos como punto de partida para mejorar la eficiencia en las actividades de piqueo.

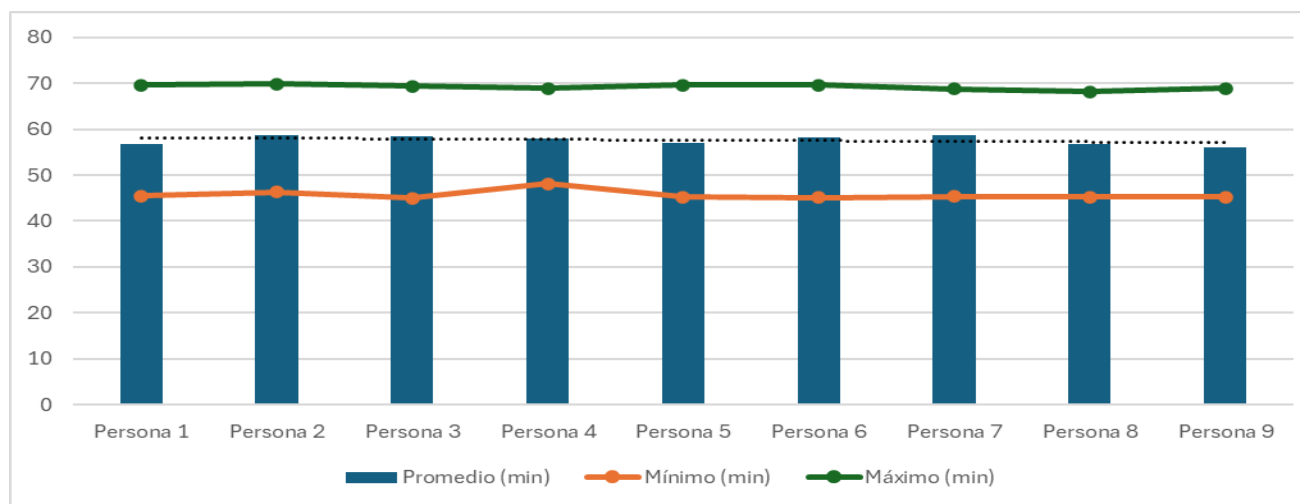
A continuación, se presenta la información con los tiempos de las 9 personas, mostrando el promedio, los valores mínimos y máximos. Estas 9 personas representan el 100% de las posiciones dedicadas a esta actividad en los 3 turnos.

Tabla 10: Resultados de la toma de tiempos del proceso de piqueo

Persona	Promedio (min)	Mínimo (min)	Máximo (min)
Persona 1	56.79	45.42	69.6
Persona 2	58.66	46.26	69.81
Persona 3	58.53	45.01	69.41
Persona 4	57.94	48.12	68.94
Persona 5	57.12	45.23	69.61
Persona 6	58.29	45.1	69.63
Persona 7	58.71	45.35	68.82
Persona 8	56.79	45.24	68.13
Persona 9	56.02	45.24	68.84

Fuente: Autor, 2024

Figura 59: Gráfico toma de tiempos del proceso de piqueo



Fuente: Autor, 2024

Los resultados de la toma de tiempos del proceso de piqueo muestran una variabilidad moderada entre los operadores en cuanto al tiempo promedio que utilizan para completar sus tareas. Los promedios oscilan entre 56.02 y 58.71 minutos, lo que indica que, en general, el proceso se mantiene bastante constante.

No obstante, los valores mínimos y máximos revelan una mayor variabilidad. Los tiempos mínimos registrados fluctúan entre 45.00 y 48.12 minutos, mientras que los máximos se sitúan entre 68.13 y 69.81 minutos. Esto sugiere que, aunque el promedio es relativamente estable, hay factores específicos, como la disponibilidad de materiales, la experiencia del operador o la carga de trabajo en un momento dado, que pueden influir en estas diferencias.

En conclusión, el tiempo promedio para el proceso de piqueo es de aproximadamente 57.65 minutos, con un rango que varía desde 45.00 hasta 69.81 minutos. A pesar de la consistencia observada entre los operadores, sería beneficioso investigar las causas de estas fluctuaciones en los tiempos, con el objetivo de reducir las duraciones más largas y mejorar la eficiencia general del proceso.

#### **4.2.4.2 Estudio de tiempos – Chequeo de material**

Para evaluar la eficiencia del proceso de chequeo, se llevó a cabo una toma de tiempos en la que participaron 5 personas, abarcando los tres turnos de trabajo. Esta medición nos permitió registrar el tiempo que cada operador emplea en realizar las tareas de chequeo, proporcionando una visión clara de su rendimiento en diferentes momentos del día. Al analizar estos datos, buscamos identificar patrones de comportamiento y variaciones en los tiempos, lo que nos ayudará a entender mejor el proceso y a detectar posibles áreas de mejora.

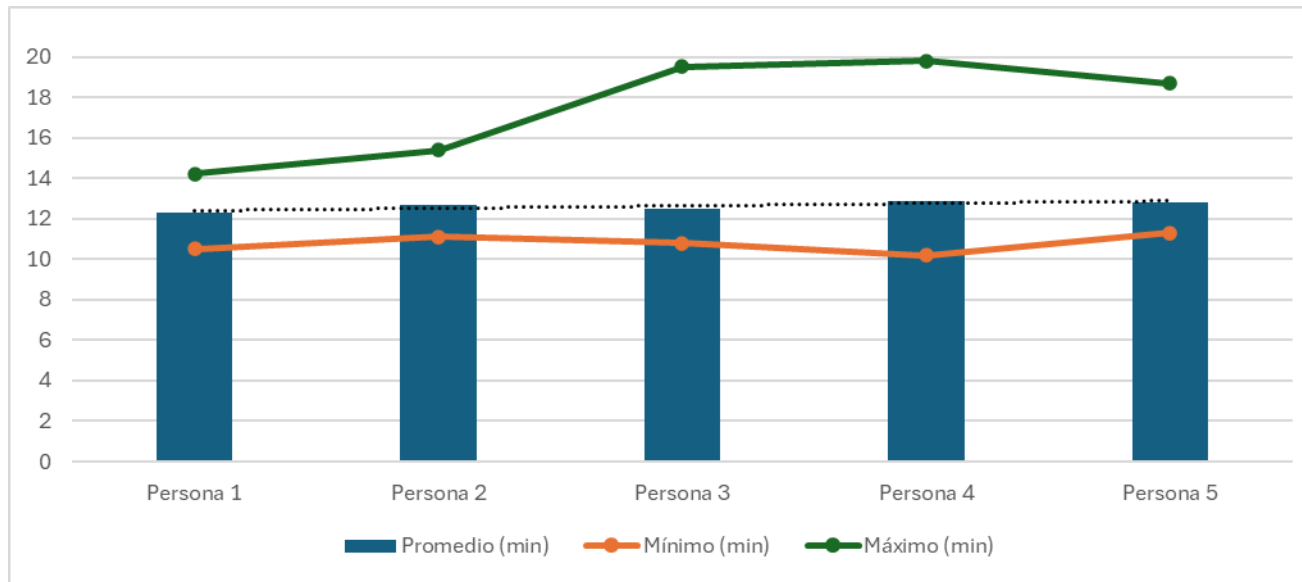
A continuación, se muestra la información con los tiempos de las 5 personas, promedio, mínimos y máximos.

Tabla 11: Resultados de la toma de tiempos del proceso de chequeo

Persona	Promedio (min)	Mínimo (min)	Máximo (min)
Persona 1	12.3	10.5	14.2
Persona 2	12.7	11.1	15.4
Persona 3	12.5	10.8	19.5
Persona 4	12.9	10.2	19.8
Persona 5	12.8	11.3	18.7

Fuente: Autor, 2024

Figura 60: Gráfico toma de tiempos del proceso de chequeo



Fuente: Autor, 2024

En conclusión, los resultados de la toma de tiempos del proceso de chequeo revelan un promedio de aproximadamente 12.5 minutos, con tiempos que varían entre 10 y 20 minutos. Esta variabilidad indica que, aunque hay una duración promedio estable, las diferencias en los tiempos de cada operador sugieren la existencia de distintas dinámicas de trabajo durante los tres turnos.

Las mediciones reflejan no solo el rendimiento individual de cada operador, sino también cómo factores como la carga de trabajo y las condiciones del entorno pueden influir en el proceso de chequeo. Estos hallazgos nos proporcionan una base sólida para comprender el comportamiento del proceso en la práctica y sugiere que cada operador puede enfrentar situaciones diferentes, lo que impacta en la eficiencia general del chequeo.

#### **4.2.4.3 Estudio de tiempos – Ingreso de material**

En este análisis del proceso de ingreso de material, se realizó una toma de tiempos con un total de 14 personas, distribuidas en tres turnos de trabajo. Dado que el proceso se lleva a cabo en parejas, hemos organizado a estos operadores en 7 grupos, cada uno compuesto por dos personas que trabajan juntas.

El trabajo en pareja no solo hace que las tareas sean más eficientes, sino que también fomenta la comunicación y el apoyo entre los compañeros. Al registrar los tiempos de cada grupo, buscamos entender mejor cómo se mueven y colaboran durante el ingreso de material. A continuación, presentaremos los datos recopilados, los cuales nos ayudarán a ver cómo se desarrolla este proceso esencial.

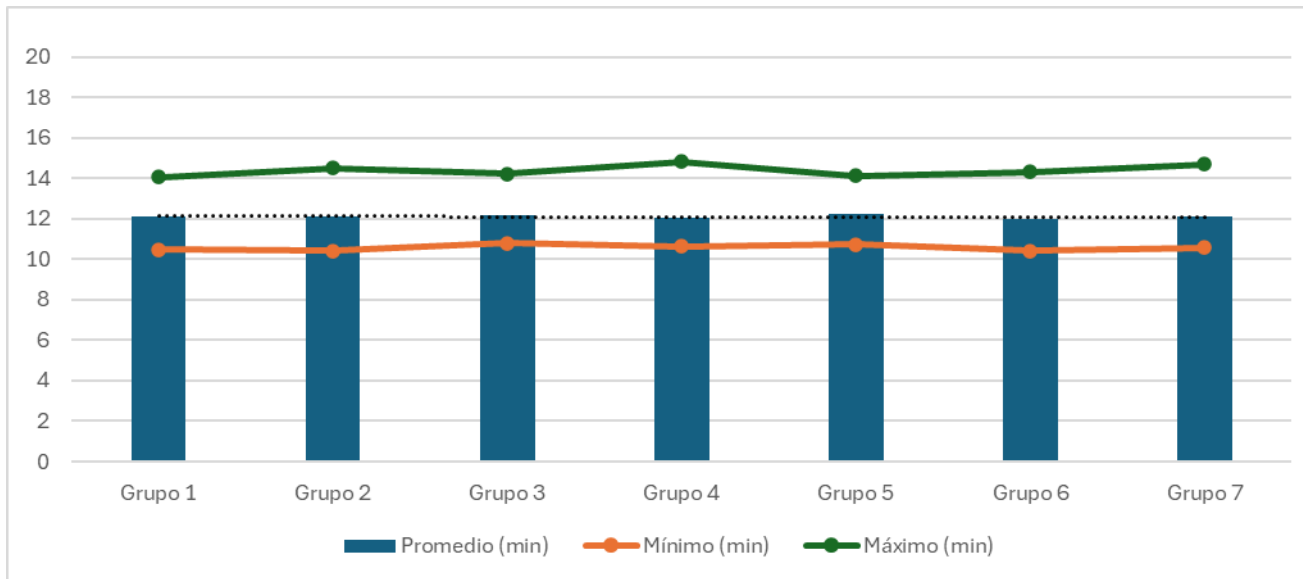
A continuación, se presenta la información con los tiempos de los 7 grupos, incluyendo el promedio, los valores mínimos y máximos. Cabe destacar que las 14 personas distribuidas en estos grupos conforman el total de personal asignado a esta actividad en los 3 turnos.

Tabla 12: Resultados de la toma de tiempos del proceso de ingreso de material

Grupo	Promedio (min)	Mínimo (min)	Máximo (min)
Grupo 1	12.12	10.47	14.05
Grupo 2	12.08	10.41	14.49
Grupo 3	12.16	10.79	14.21
Grupo 4	12.03	10.63	14.82
Grupo 5	12.22	10.73	14.13
Grupo 6	11.97	10.42	14.31
Grupo 7	12.09	10.58	14.68

Fuente: Autor, 2024

Figura 61: Gráfico toma de tiempos del proceso de ingreso de material



Fuente: Autor, 2024

En conclusión, los resultados de la toma de tiempos para el proceso de ingreso de material muestran un promedio que oscila entre 11.97 y 12.22 minutos por grupo, lo que indica una consistencia general en el desempeño de los operadores. Los tiempos mínimos registrados están entre 10.41 y 10.79 minutos, mientras que los tiempos máximos alcanzan hasta 14.82 minutos.

Esta variabilidad sugiere que, aunque el proceso se realiza de manera bastante uniforme, hay momentos en los que algunos grupos tardan más en completar sus tareas. Esto podría deberse a factores como la complejidad del material a ingresar o las condiciones de trabajo en ese momento. En general, los datos obtenidos ofrecen una buena base para entender el funcionamiento del ingreso de material y resaltan la importancia de seguir monitoreando este proceso para asegurar que se mantenga la eficiencia en la operación.

### **4.3 ANALIZAR**

En esta etapa del ciclo DMAIC, nos enfocamos en analizar a fondo las causas detrás de la problemática actual, buscando entender por qué ocurren los inconvenientes observados y cómo están impactando el rendimiento general de los procesos. El propósito de este análisis es identificar las razones fundamentales que generan los retrasos, ineficiencias y otros problemas, de manera que podamos atacarlas desde su raíz.

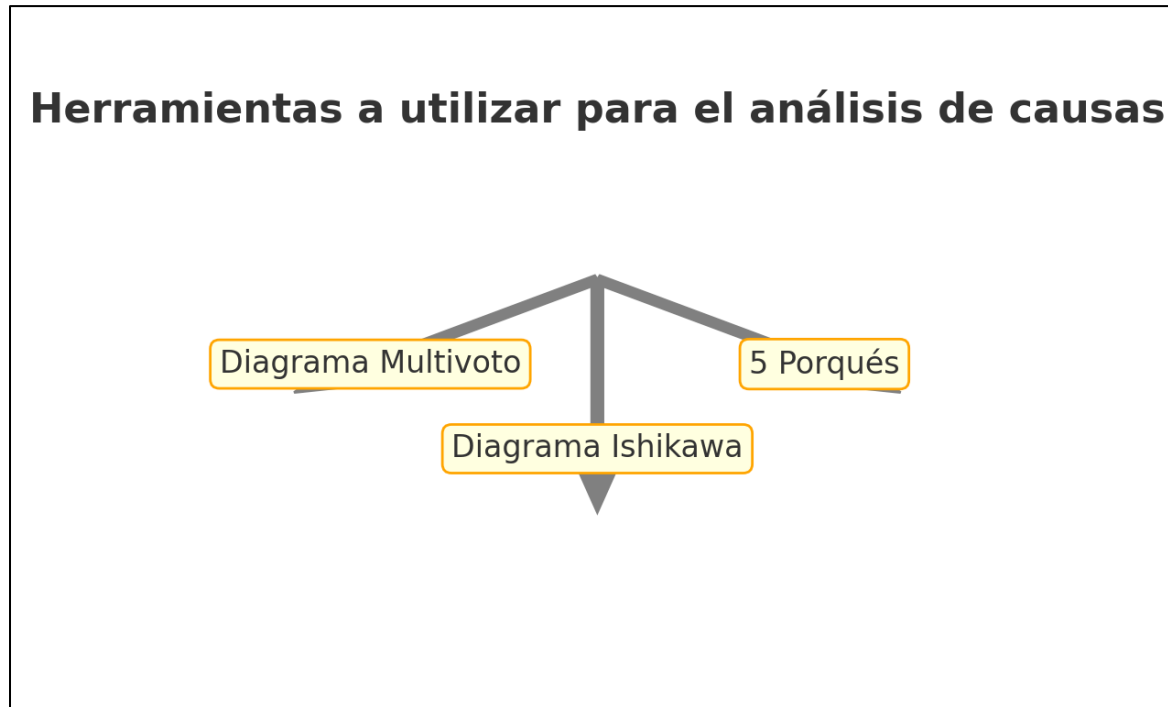
Para lograrlo, utilizaremos herramientas clave como la técnica de Lluvia de Ideas, que nos ayudará a definir las herramientas a utilizar.

Este análisis no solo busca señalar áreas problemáticas, sino también comprender cómo estas ineficiencias están afectando la productividad, la comunicación entre áreas clave como planning, kitting y manufactura, así como los costos operativos. A través de estas herramientas, podremos tomar decisiones más informadas y diseñar soluciones efectivas que optimicen el rendimiento y mejoren la eficiencia operativa a lo largo de todo el proceso.

#### **4.3.1 Lluvia de ideas**

En esta etapa de Analizar, se llevó a cabo un ejercicio de lluvia de ideas con la participación de un equipo compuesto por gerentes, supervisores y líderes de diversas áreas clave de la empresa, como manufactura, planificación, ingeniería industrial y almacén. El objetivo principal de esta dinámica fue identificar las herramientas más adecuadas que pudieran aportar valor a la investigación y optimizar los procesos analizados. A través de este intercambio de ideas y perspectivas, se buscó aprovechar el conocimiento y la experiencia de todos los involucrados para asegurar que las soluciones propuestas sean relevantes y efectivas para las necesidades específicas de cada área.

Figura 62: Diagrama Lluvia de ideas



Fuente: Autor, 2024

La conclusión del ejercicio de lluvia de ideas destaca la selección estratégica de tres herramientas clave: Diagrama de Ishikawa, Multivoto y los 5 Porqués, cada una aplicada en etapas específicas del análisis para obtener resultados más detallados y efectivos.

Primero, se seleccionó el Diagrama de Ishikawa como punto de partida para organizar y enlistar de manera estructurada todas las posibles causas de los problemas observados. Esta herramienta permitirá a los participantes visualizar de forma clara las diferentes categorías de causas (medición, método, materiales, máquina, mano de obra y entorno), ofreciendo una visión general completa del panorama de factores que afectan el proceso.

Una vez identificadas todas las causas, se utilizará el Multivoto para seleccionar aquellas que, según el consenso del equipo, eran las más relevantes. A través de esta herramienta, se logrará priorizar las causas más importantes planteadas en el Diagrama de Ishikawa, permitiendo que todos los participantes contribuyeran en la toma de decisiones y se centraran en los problemas con mayor impacto potencial.

Finalmente, con las causas principales ya seleccionadas, se aplicarán los 5 Porqués para profundizar en cada una de ellas. Esta técnica se utilizó para analizar de manera separada las causas elegidas en el Multivoto, permitiendo investigar cada problema hasta encontrar sus raíces más profundas.

De esta manera, la integración de estas tres herramientas facilitará un proceso de análisis completo, en el que se identificarán causas, se priorizaron las más relevantes y se profundizará en cada una, asegurando un enfoque bien fundamentado para la solución de los problemas detectados.

#### **4.3.2 Diagrama de Ishikawa**

Para abordar de manera efectiva los problemas que hemos identificado en el proceso de kitting, es fundamental realizar un análisis profundo que nos ayude a entender por qué están ocurriendo estas ineficiencias. En este contexto, utilizaremos el Diagrama de

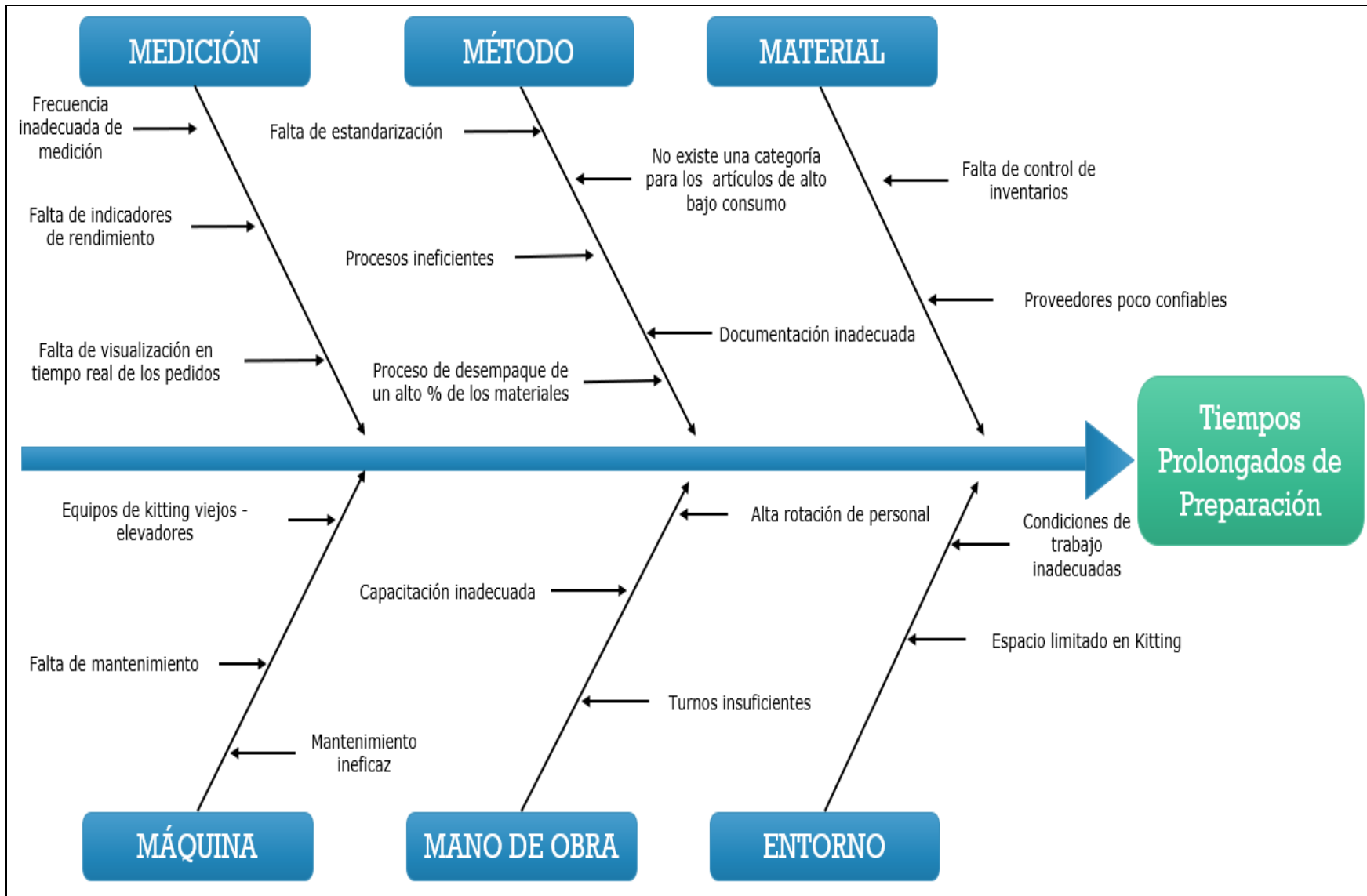
Ishikawa, una herramienta que nos permitirá visualizar y desglosar las causas raíz de los problemas que afectan la operación.

A través del Diagrama de Ishikawa, podremos clasificar y organizar las distintas variables que contribuyen a las dificultades actuales. Al categorizar las causas en grupos, como procesos, equipos, personas y materiales, podemos identificar no solo los síntomas, sino también las raíces de estos problemas.

Es importante destacar que en este ejercicio participaron diversas áreas de la empresa, incluyendo operarios y gerentes de manufactura y kitting, asistentes de línea, clerks, supervisores de kitting y manufactura, ingenieros de calidad, técnicos de seguridad y salud ocupacional, técnicos de planeamiento e ingenieros industriales.

Este enfoque nos permitirá tener una visión más clara de los desafíos y ayudará a formular estrategias más efectivas para abordarlos. A continuación, se presenta el Diagrama de Ishikawa, que resumen las principales causas potenciales que influyen en la eficiencia y la efectividad del área de kitting.

Figura 63: Diagrama Ishikawa – Tiempos prolongados de preparación



Fuente: Autor, 2024

La conclusión de nuestro análisis utilizando el diagrama de Ishikawa resalta los principales factores que afectan los tiempos de preparación en el proceso de kitting. Al desglosar las causas potenciales, hemos identificado cinco categorías clave que contribuyen a la variabilidad y la ineficiencia en este proceso: medición, método, materiales, máquinas y mano de obra, así como el entorno de trabajo.

En primer lugar, en la categoría de medición, la falta de indicadores de rendimiento y la ausencia de visualización en tiempo real de los pedidos se destacan como elementos críticos. Sin estos indicadores, es difícil evaluar el desempeño de los operadores y detectar áreas de mejora, lo que puede llevar a demoras en el proceso y a una gestión ineficaz de las operaciones.

En cuanto al método, encontramos varios problemas que afectan la eficiencia. La falta de estandarización en los procesos y la ineficiencia en la forma en que se llevan a cabo las tareas son preocupaciones importantes. Además, el desempaque de un alto porcentaje de los materiales y la documentación inadecuada complican aún más el flujo de trabajo. También se identificó que no existe una categoría específica para los artículos de alto y bajo consumo, lo que dificulta la planificación y la gestión del inventario.

En la sección de materiales, la falta de control sobre los inventarios complica la capacidad de respuesta y aumenta el riesgo de interrupciones en el proceso.

La categoría de máquinas reveló que el uso de equipos de kitting viejos, como elevadores, representa un desafío significativo. La falta de mantenimiento regular y el mantenimiento ineficaz de los equipos contribuyen a una mayor probabilidad de fallos y tiempos de inactividad, lo que afecta directamente la eficiencia operativa.

En cuanto a la mano de obra, se destacó que la capacitación inadecuada de los operadores y la alta rotación de personal son factores que afectan la continuidad y la calidad del trabajo. Los turnos insuficientes y la alta rotación también se identificaron

como barreras que impactan negativamente en la motivación y el rendimiento del personal.

Finalmente, el entorno de trabajo se identificó como un área que necesita atención. El espacio limitado en el área de kitting, junto con condiciones de trabajo inadecuadas, como ruidos y distracciones, crea un ambiente poco propicio para la concentración y el desempeño óptimo.

En resumen, el análisis del diagrama de Ishikawa proporciona una visión integral de los diversos factores que influyen en los tiempos de preparación en el proceso de kitting. Abordar estas áreas identificadas no solo puede mejorar la eficiencia operativa, sino también crear un ambiente de trabajo más saludable y motivador para todos los involucrados.

### **4.3.3 Multivoto**

Para poder tomar decisiones más fundamentadas y priorizar las acciones de mejora, se decidió utilizar una técnica de selección grupal conocida como multivoto. Este método es especialmente útil cuando se tiene una lista extensa de posibles causas o problemas, como es el caso del análisis de causa raíz que realizamos previamente utilizando el Diagrama de Ishikawa. Dado que este diagrama permitió identificar diversas causas que contribuyen a los tiempos prolongados de preparación en el área de kitting, fue necesario contar con la participación de los involucrados en el proceso para determinar cuáles de estas causas tienen un impacto más significativo y, por lo tanto, requieren atención prioritaria.

El multivoto es una técnica simple pero poderosa que ayuda a un grupo a reducir una amplia gama de opciones a un conjunto manejable de prioridades. En este caso, el equipo, compuesto por representantes de manufactura, kitting, planificación y calidad, fue invitado a participar en la votación de las causas más críticas detectadas en el Ishikawa.

El objetivo de esta votación es identificar cuáles de estas causas son percibidas como las más influyentes o problemáticas desde la perspectiva de los actores clave. De esta manera, se facilita la toma de decisiones en relación con la priorización de acciones correctivas y la asignación de recursos para abordar los problemas que están afectando directamente el desempeño operativo. Esta dinámica de participación también asegura que todas las áreas involucradas tengan voz en la selección de las causas raíz a tratar, lo que contribuye a una mayor aceptación de las soluciones que se implementen posteriormente.

A continuación, se presenta el diagrama del multivoto, que refleja las votaciones realizadas por los participantes para determinar las causas que se consideran más críticas en el proceso de kitting. Este análisis nos proporcionará una guía clara sobre las áreas de mayor oportunidad de mejora y dónde debemos enfocar nuestros esfuerzos para optimizar los tiempos de preparación y aumentar la eficiencia operativa

Figura 64: Gráfico Multivoto



Fuente: Autor, 2024

El ejercicio del multivoto permitió a los participantes priorizar las causas más relevantes que afectan los tiempos prolongados de preparación en el área de kitting. Los resultados muestran una clara tendencia hacia ciertos factores que fueron identificados previamente en el Diagrama de Ishikawa, destacando especialmente cuatro causas principales. Este tipo de análisis colaborativo fue fundamental para enfocar los esfuerzos de mejora en los aspectos que, según el equipo, tienen un mayor impacto.

Las cuatro causas que recibieron los puntajes más altos fueron:

- **No existe una categoría para los artículos de alto y bajo consumo:** Esta causa obtuvo el puntaje más alto, reflejando una preocupación considerable por la falta de clasificación adecuada de los artículos en términos de frecuencia de uso o demanda. Al no diferenciar entre los artículos de alto y bajo consumo, los tiempos de preparación se ven afectados, ya que los operadores del proceso de piqueo deben dedicar más tiempo a identificar y preparar materiales que podrían estar mejor organizados. Esto también genera ineficiencias en el almacenamiento y manejo de inventarios.
- **Falta de visualización en tiempo real de los pedidos:** También recibió un puntaje muy alto, lo que subraya la importancia de contar con un sistema que permita monitorear en tiempo real los estados de los pedidos. La falta de visibilidad provoca demoras en el flujo de trabajo, errores en la planificación y tiempos muertos innecesarios mientras se espera la llegada o disponibilidad de materiales. Implementar una solución de este tipo podría agilizar significativamente los tiempos de preparación.
- **Equipos de kitting viejos - elevadores:** Los equipos de kitting, especialmente los elevadores, fueron otra causa con alto puntaje. Los participantes reconocieron que estos equipos, al ser obsoletos, no solo incrementan el tiempo de manejo de materiales, sino que también requieren reparaciones frecuentes, lo que genera

retrasos adicionales. Reemplazar estos equipos con versiones más modernas y eficientes se identificó como una acción prioritaria.

- **Desempaque de un alto porcentaje de los materiales:** Esta causa se destacó debido al impacto que tiene en la preparación de materiales. Un gran porcentaje de los materiales que ingresan al área de kitting deben ser desempaquetados de las cajas de cartón y pasarlas a cajas plásticas antes de su ingreso, lo que añade un paso adicional al proceso. Esta actividad no solo consume tiempo, sino que también puede aumentar el riesgo de errores o daños en los materiales, lo que afectaría tanto la calidad como la velocidad de los tiempos de preparación.

En contraste con estas causas principales, el resto de los factores obtuvieron puntajes significativamente más bajos, lo que refleja que, aunque influyen en el desempeño del área, no son considerados como los principales culpables de los tiempos prolongados de preparación. Entre ellos se encuentran problemas como la capacitación inadecuada, la falta de control de inventarios, y las condiciones de trabajo inadecuadas, que, si bien son importantes, no se perciben como las causas inmediatas que requieran atención urgente.

Este ejercicio de multivoto proporcionó una visión clara de cuáles son las áreas críticas que necesitan intervención prioritaria, guiando a la organización hacia un enfoque más estructurado y eficiente en la mejora de sus procesos. Las votaciones resaltaron la necesidad de mejorar tanto la gestión de inventarios como la infraestructura de equipos y tecnología, lo que sin duda impactará positivamente en los tiempos de preparación y en la eficiencia global del área de kitting.

#### **4.3.4 5 Porqués**

Para profundizar en las causas identificadas como prioritarias en el ejercicio de multivoto, se ha decidido aplicar la herramienta de los 5 porqués. Este método consiste en realizar una serie de preguntas sucesivas que nos permiten explorar las causas raíz de los problemas y comprender de manera más precisa por qué ocurren.

En el análisis del multivoto cuatro factores clave fueron destacados por los participantes: la falta de una categoría para los artículos de alto y bajo consumo, la falta de visualización en tiempo real de los pedidos, el uso de elevadores viejos y el desempaque de un alto porcentaje de los materiales. Estos problemas no solo se perciben como las principales fuentes de ineficiencia, sino que también tienen un impacto directo en los tiempos prolongados de preparación, tiempos de espera y el flujo general del área de kitting.

A través de los diagramas de los 5 porqués, desglosaremos cada una de estas causas para entender mejor los factores subyacentes que contribuyen a ellas. Este enfoque nos permitirá formular soluciones más efectivas y específicas para cada problema, asegurando que las intervenciones se dirijan a las verdaderas raíces y no solo a los síntomas superficiales. A continuación, se presentan los diagramas correspondientes a cada una de las causas críticas identificadas en el multivoto.

Figura 65: 5 porqués - No existe una categoría para los artículos de alto y bajo consumo

<b>Problema:</b>	<b>No existe una categoría para los artículos de alto y bajo consumo.</b>
<b>¿Por qué?:</b>	Porque no se ha definido un sistema de clasificación para los materiales en el almacén.
<b>¿Por qué?:</b>	Porque no se ha realizado un análisis de consumo y demanda de los artículos.
<b>¿Por qué?:</b>	Porque falta una metodología establecida para evaluar el consumo de materiales.
<b>¿Por qué?:</b>	
<b>¿Por qué?:</b>	
<b>Causa Raíz:</b>	Los materiales, al no tener una categoría, están ordenados en diferentes localidades del almacén, lo que genera ineficiencias en el proceso de Kitting.

Fuente: Autor, 2024

La conclusión del análisis de los 5 Porqués revela que la falta de una categoría para los artículos de alto y bajo consumo en el almacén se origina de una serie de deficiencias en la organización y la gestión de inventarios. En particular, la ausencia de un sistema de clasificación adecuado y la falta de un análisis detallado del consumo y la demanda de los materiales impiden optimizar su almacenamiento y acceso.

Además, la falta de una metodología establecida resalta una necesidad urgente de inversión en herramientas y capacitación para el personal encargado de la gestión de inventarios.

Esto no solo afecta la eficiencia operativa, sino que también contribuye a la desorganización en el almacén, generando un flujo de trabajo ineficiente en el proceso de Kitting.

Figura 66: 5 porqués - Falta de visualización en tiempo real de los pedidos

<b>Problema:</b>	<b>Falta de visualización en tiempo real de los pedidos.</b>
<b>¿Por qué?:</b>	Porque no se ha implementado una plataforma tecnológica adecuada.
<b>¿Por qué?:</b>	Porque falta un análisis de requerimientos para la gestión de pedidos.
<b>¿Por qué?:</b>	Porque el equipo de gestión no ha priorizado la necesidad de visibilidad en tiempo real.
<b>¿Por qué?:</b>	Porque no hay un sistema para visualizar el estado de los pedidos en tiempo real.
<b>¿Por qué?:</b>	
<b>Causa Raíz:</b>	La falta de un sistema para visualizar el estado de los pedidos en tiempo real limita la capacidad de respuesta y planificación, afectando la satisfacción del cliente.

Fuente: Autor, 2024

Del análisis de los 5 Porqués sobre la "Falta de visualización en tiempo real de los pedidos", destaca que la ausencia de un sistema adecuado para monitorear el estado de los pedidos en tiempo real genera omisiones en la gestión y planificación. La falta de una plataforma tecnológica adecuada y la carencia de un análisis de requerimientos necesario impiden la implementación de herramientas que mejoren la visibilidad del proceso. Además, la falta de priorización por parte del equipo de gestión refleja una desconexión entre las necesidades operativas y la toma de decisiones estratégicas.

Esta situación no solo compromete la eficiencia operativa, sino que también afecta negativamente la satisfacción del cliente al limitar la capacidad de respuesta ante sus necesidades. En resumen, es fundamental establecer un sistema de visualización en tiempo real para optimizar la gestión de pedidos, mejorar la planificación y elevar la satisfacción del cliente.

Figura 67: 5 porqués – Equipos de kitting viejos - elevadores

<b>Problema:</b>	<b>Equipos de kitting viejos - elevadores.</b>
<b>¿Por qué?:</b>	Porque los elevadores están obsoletos.
<b>¿Por qué?:</b>	Porque no se ha realizado un mantenimiento adecuado y programado.
<b>¿Por qué?:</b>	Porque falta un plan de renovación y actualización de equipos.
<b>¿Por qué?:</b>	Porque no hay un presupuesto asignado para la mejora de equipos.
<b>¿Por qué?:</b>	
<b>Causa Raíz:</b>	La obsolescencia de los elevadores provoca atrasos en el proceso de kitting debido a la lentitud de operación y a paros por correctivos.

Fuente: Autor, 2024

El análisis anterior indica que la obsolescencia de los elevadores es un problema crítico que afecta la eficiencia del proceso de kitting. La falta de mantenimiento adecuado y programado, junto con la ausencia de un plan de renovación, resalta una deficiencia en la gestión de activos y la planificación estratégica. Además, la falta de un presupuesto asignado para la mejora de los equipos limita la capacidad de la empresa para invertir en tecnología moderna que optimice la operación.

Esta situación no solo causa atrasos debido a la lentitud de los elevadores, sino que también genera paros por mantenimientos correctivos, lo que repercute negativamente en la productividad del área

Por lo tanto, es fundamental establecer un plan integral de mantenimiento y renovación de equipos para mejorar la eficiencia del proceso de kitting y, en última instancia, la competitividad de la empresa.

Figura 68: 5 porqués – Desempaque de un alto porcentaje de los materiales

<b>Problema:</b>	<b>Desempaque de un alto porcentaje de los materiales.</b>
<b>¿Por qué?:</b>	Porque el empaque de los productos manufacturados a lo interno no utiliza caja plástica.
<b>¿Por qué?:</b>	Porque no se ha estandarizado el proceso de empaque para todos los productos.
<b>¿Por qué?:</b>	Porque no existe presupuesto asignado para la compra de cajas plásticas.
<b>¿Por qué?:</b>	Porque la gestión de inventarios no ha priorizado la inversión en materiales de empaque.
<b>¿Por qué?:</b>	
<b>Causa Raíz:</b>	La falta de utilización de cajas plásticas en el empaque de productos manufacturados a lo interno provoca un alto porcentaje de desempaque.

Fuente: Autor, 2024

En conclusión, la falta de utilización de cajas plásticas para el empaque de productos manufacturados internamente se debe a una serie de deficiencias en la planificación y gestión de recursos. La ausencia de un proceso estandarizado de empaque y, fundamentalmente, la falta de presupuesto asignado para la compra de estas cajas, evidencian una priorización insuficiente en la inversión en materiales de empaque.

Esta situación no solo resulta en un alto porcentaje de desempaque, sino que también genera ineficiencias operativas y aumenta el tiempo de manejo de materiales, impactando negativamente la productividad.

La conclusión del análisis de los 5 Porqués evidencia una serie de problemas interrelacionados que están afectando la eficiencia operativa de Kitting. En primer lugar, la falta de una categoría definida para los artículos de alto y bajo consumo significa que los materiales no están organizados de manera efectiva en el almacén. Esto no solo dificulta su localización, sino que también impide un manejo adecuado en el proceso de kitting, generando confusión y posibles retrasos. Cuando los materiales no están categorizados, es más complicado planificar y gestionar el inventario, lo que puede llevar a una sobrecarga en ciertas áreas y a la escasez en otras.

Además, esta falta de organización se ve agravada por la ausencia de un sistema que permita visualizar en tiempo real el estado de los pedidos. Sin una herramienta que ofrezca visibilidad sobre el flujo de trabajo y la disponibilidad de los materiales, la empresa se encuentra en desventaja al momento de responder a las necesidades de los clientes. Esto no solo afecta la eficiencia interna, sino que también tiene un impacto negativo en la satisfacción del cliente, que espera tiempos de respuesta rápidos y precisos.

La obsolescencia de los elevadores en el área de kitting es otra de las preocupaciones importantes que se han identificado. Estos equipos, al estar desactualizados y carecer de un mantenimiento regular, generan atrasos y paros en la producción. Esto no solo afecta la productividad del personal, sino que también aumenta el riesgo de errores y accidentes, lo que podría poner en peligro la seguridad de los trabajadores y la calidad de los productos.

Por otro lado, el alto porcentaje de desempaque de los materiales destaca la necesidad de un empaque más estandarizado. La falta de uso de cajas plásticas para el empaque de productos manufacturados a lo interno provoca que muchos materiales tengan que ser desempacados, lo que genera ineficiencias y retrasa el proceso de kitting. Sin un presupuesto asignado para adquirir estos materiales de empaque, el departamento se está perdiendo la oportunidad de optimizar su operación.

En resumen, es crucial que la empresa aborde estos problemas de manera integral. Invertir en un sistema de categorización adecuado y en herramientas que permitan visualizar el estado de los pedidos en tiempo real puede mejorar significativamente la gestión del inventario. Asimismo, es fundamental llevar a cabo un plan de mantenimiento y renovación para los elevadores, asegurando así un flujo de trabajo más eficiente. Por último, asignar un presupuesto para mejorar los materiales de empaque contribuirá a reducir el desempaque y optimizar el manejo de productos. Al implementar estas soluciones, el área de Kitting no solo aumentará su eficiencia operativa disminuyendo los tiempos de preparación, si no que, también aumentará su capacidad haciendo más competitiva la empresa.

## **CAPÍTULO V. PROPUESTA.**

## **5.1 MEJORAR**

El objetivo principal en esta etapa de mejora es implementar un sistema que permita controlar el proceso de kitting de consumibles y mantenerlo estable a largo plazo. Para lograrlo, se comienza priorizando las oportunidades de mejora; una vez elegida la propuesta más adecuada, se definen las mejores condiciones y escenarios para llevarla a cabo.

En esta fase, se desarrollan y evalúan soluciones que se centran en las causas críticas detectadas, las cuales impactan en los tiempos de preparación del kitting de consumibles, la falta de visibilidad en tiempo real, y una comunicación deficiente entre planificación, manufactura y kitting. También se consideran los problemas de equipos obsoletos, así como los tiempos significativos en los procesos de piqueo e ingreso de material.

Una vez identificados y comprendidos a fondo estos problemas, se establece un plan de acción claro para eliminar desperdicios y optimizar cada etapa. A continuación, se presenta una tabla que detalla las mejoras propuestas para estas causas críticas, considerando aspectos clave como: qué se debe hacer, cómo se va a hacer, quién es el responsable, si se requiere inversión, y el tiempo estimado de implementación.

Este enfoque asegura que cada acción esté dirigida a resolver los puntos críticos del proceso, con una estructura que facilita una implementación efectiva y mejora el flujo en el área de kitting.

### **5.1.1 Tabla de mejoras para las causas críticas**

A continuación, se muestra la tabla con las principales razones que están afectando el rendimiento en el área de kitting, junto con acciones específicas para resolver cada una. La tabla detalla qué se necesita hacer, cómo se implementará, quién estará a cargo, si requiere inversión y el tiempo estimado para completarla.

Esta herramienta permite organizar y planificar de manera clara las acciones prioritarias, enfocadas en reducir tiempos, mejorar la comunicación y actualizar equipos clave. Con estas mejoras, esperamos lograr un flujo de trabajo más eficiente y efectivo en el área de kitting.

Tabla 13: Tabla de mejoras para las causas críticas

CATEGORÍA	CAUSA	¿QUÉ SE DEBE REALIZAR?	¿CÓMO SE DEBE REALIZAR?	RESPONSABLE	¿REQUIERE INVERSIÓN?	TIEMPO ESTIMADO
<b>Tiempos de espera</b>	Falta de visibilidad en tiempo real	Implementar un sistema de gestión de inventarios	Utilizar software que ofrezca actualizaciones de las solicitudes en tiempo real	Analista del sistema de la cadena de suministro - Supervisor de Kitting	Sí	6 meses
	Falta de comunicación entre departamentos	Implementar un sistema de comunicación entre las áreas de planeamiento, manufactura y kitting	Utilizar software que ofrezca la posibilidad de comunicación y mensajería	Analista del sistema de la cadena de suministro - Supervisores de Kitting y Planeamiento - Gerente de Manufactura	SI	6 meses
<b>Equipos obsoletos</b>	Elevadores en mal estado	Reemplazar o actualizar los elevadores	Realizar un análisis de costo-beneficio para la adquisición de nuevos equipos	Supervisor de Mantenimiento - Supervisor de Kitting	Sí	3 meses
<b>Tiempo de proceso de piqueo</b>	Falta de categorización de los ítems	Clasificar y ordenar los ítems adecuadamente	Implementar un sistema de categorización claro y accesible	Supervisor de Kitting - Líder de Kitting	No	2 meses
<b>Tiempo de proceso de ingreso</b>	Desempaque del cartón	Optimizar el proceso de desempaque	Introducir herramientas que faciliten un desempaque más rápido	Supervisor de Kitting	Si	12 meses

Fuente: Autor, 2024

La tabla presentada resume las causas críticas identificadas en el proceso de kitting de consumibles. Las principales causas de los tiempos prolongados en la preparación de kitting se agrupan en tres categorías clave: tiempos de espera, equipos obsoletos, y tiempos de los procesos de piqueo e ingreso de material.

- **Tiempos de espera:** Se ha observado que la falta de visibilidad en tiempo real en las solicitudes y la deficiente comunicación entre los diferentes departamentos son factores que contribuyen significativamente a los retrasos y tiempos de espera.
- **Equipos obsoletos:** La presencia de elevadores en mal estado ha sido identificada como una causa de ineficiencia en el proceso.
- **Tiempos de los procesos de piqueo e ingreso de material:** La falta de categorización adecuada de los ítems y los tiempos prolongados en el desempaque del cartón están impactando negativamente los tiempos de proceso.

En resumen, las posibles están diseñadas para abordar las causas críticas que afectan la eficiencia del proceso de kitting de consumibles. Al enfocarse en los tiempos de espera, la modernización de equipos y la optimización de procesos, se espera lograr una preparación más ágil y eficiente, lo que beneficiará tanto a la operación como a la satisfacción del cliente.

Se plantean un total de 4 propuestas de mejora para optimizar el proceso de kitting de consumibles. Estas iniciativas fueron presentadas a la alta dirección, incluyendo la gerencia general, la gerencia de materiales y la gerencia de IT. De las cuatro propuestas, dos han sido implementadas exitosamente durante la realización de este proyecto, lo que ha permitido observar mejoras significativas en la eficiencia operativa. Actualmente, una propuesta se encuentra en proceso de implementación, mientras que la última está pendiente de aprobación debido a consideraciones relacionadas con la inversión requerida. Esta metodología de trabajo colaborativo con la gerencia asegura que las

soluciones adoptadas se alineen con los objetivos estratégicos de la organización y se ejecuten de manera efectiva.

### **5.1.2 Análisis económico del proyecto**

En el siguiente apartado se va a mostrar un resumen del análisis económico del proyecto, el cual proporciona una visión detallada de las inversiones necesarias, los ahorros proyectados y los beneficios estimados para cada una de las propuestas de mejora en el área de kitting. Este análisis económico es fundamental para entender cómo cada inversión contribuirá a optimizar los procesos y qué impacto tendrá en la eficiencia general de la operación.

Se presenta una relación entre los costos iniciales, los retornos esperados y los ahorros estimados a mediano y largo plazo. Cada propuesta ha sido cuidadosamente evaluada, considerando tanto los gastos directos como los beneficios financieros, con el fin de justificar su implementación. El análisis incluye, además, una estimación del tiempo de retorno de la inversión (ROI).

Este apartado proporciona una herramienta clave para la toma de decisiones, ayudando a determinar qué acciones ofrecen mayor rentabilidad y cómo se alinean con los objetivos de optimización de recursos y sostenibilidad operativa en el área de kitting.

A continuación, se presentan la tabla con el resumen de análisis económico del proyecto.

Tabla 14: Tabla resumen de análisis económico del proyecto

<b>ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO</b>						
<b>FECHA</b>	NOVIEMBRE 2024					
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>	PROPUESTA DE MEJORA PARA EL PROCESO DE ALMACÉN EN EL ÁREA DE KITTING DE CONSUMIBLES DE LA EMPRESA ICU MEDICAL LTD. EN COSTA RICA					
<b>ESTUDIANTE</b>	JONATHAN GUTIÉRREZ OBANDO					
	Inversión			ROI Anual		
<b>PROPUESTA 1</b>	0.00%	\$	-	0.00%	\$	-
<b>PROPUESTA 2</b>	6.64%	\$	11,918.91	17.77%	\$	47,321.52
<b>PROPUESTA 3</b>	22.71%	\$	40,755.00	12.36%	\$	32,932.00
<b>PROPUESTA 4</b>	70.65%	\$	126,800.00	69.87%	\$	186,088.40
<b>INVERSIÓN Y BENEFICIOS</b>	<b>100%</b>	<b>\$</b>	<b>179,473.91</b>	<b>100%</b>	<b>\$</b>	<b>266,341.92</b>

Fuente: Autor, 2024

En resumen, la tabla de análisis económico del proyecto detalla las principales inversiones y los ahorros proyectados para cada propuesta de mejora en el área de kitting, con una inversión total de \$179,473.91 y un ahorro anual estimado de \$266,341.92. Las cuatro iniciativas abordan aspectos clave, como la organización de ítems, la implementación de una herramienta digital, el reemplazo de elevadores y la optimización del proceso de desempaque. Estas propuestas ofrecen beneficios importantes en términos de eficiencia, reducción de costos operativos y aumento de la productividad.

Con estos ahorros anuales, el retorno de la inversión se logra en un periodo breve, logrando así una mejora considerable en la sostenibilidad operativa. Este análisis económico demuestra un balance positivo y un impacto significativo en la optimización de los procesos del área de kitting.

### **5.1.3 Propuesta #1: Categorizar los ítems e implementar piqueo a nivel de piso**

La primera propuesta se centra en categorizar los ítems utilizados en el proceso de kitting e implementar un sistema de piqueo a nivel de piso. Actualmente, los materiales se encuentran en una estructura de racks estándar sin una categoría o acomodo específico (ver apéndice 4). Esta idea surge a partir de un análisis de todos los ítems que se han usado en los últimos 18 meses, así como de las proyecciones para el 2025 que compartió el departamento de planificación.

Los ítems se clasificaron en categorías A, B, C y D, según su frecuencia de uso. En este caso, los ítems de categoría A, que son los más requeridos, se colocaron a nivel de piso para facilitar su acceso. De esta manera, los encargados de piqueo no tienen que usar montacargas para bajar tarimas de los racks, lo que ahorra tiempo y esfuerzo.

Por otro lado, los ítems de categoría B se agruparon en una única sección de racks, para que sea más fácil localizarlos y acceder a ellos cuando sea necesario. Esta organización optimiza el espacio y reduce el tiempo que se emplea en buscar materiales.

Al tener los ítems más importantes al alcance y los de categoría B bien organizados, se el proceso de piqueo es más rápido y eficiente. Además, esto ayuda a disminuir la necesidad de realizar traslados innecesarios, creando un ambiente de trabajo más ágil y seguro. En resumen, con esta propuesta se mejora el flujo de trabajo en el área de kitting, haciendo que todo sea más fluido y alineado con el objetivo de optimizar el tiempo y los recursos.

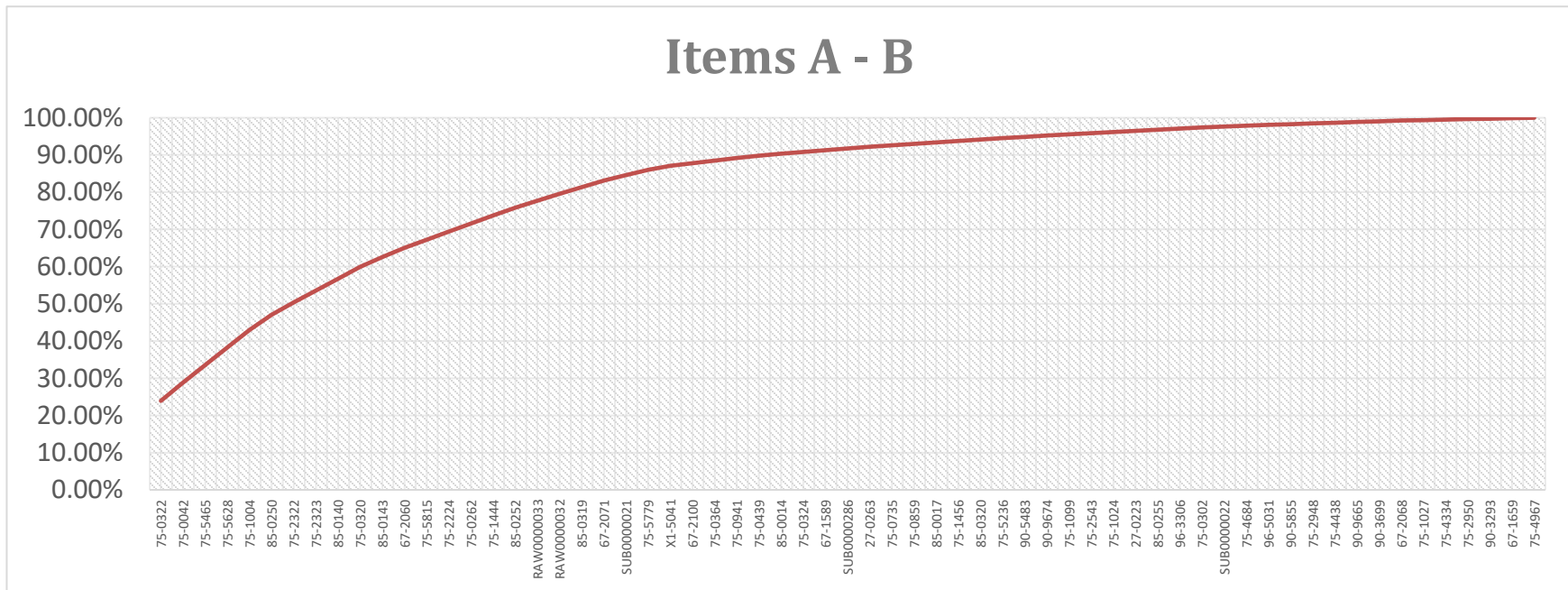
A continuación, se explica el análisis A B y C realizado para esta propuesta:

Tabla 15: Resumen análisis ABC

Categoría	Cantidad de Items	% Representación - Demanda	% Representación - Inventario
A	23	81.74%	50.89%
B	40	13.32%	16.45%
C	196	4.95%	17.31%
D	105	0.00%	15.35%
<b>Total</b>	<b>364</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Autor, 2024

Figura 69: Gráfico de ítems categoría A y B



Fuente: Autor, 2024

La tabla muestra como quedó la distribución de los ítems en el proceso de kitting, lo que nos ha ayudado a tomar decisiones para reorganizar el inventario de forma más efectiva. A continuación, se detalla cada una de las categorías y su representación:

- **Categoría A:** Hay 23 ítems en esta categoría, que representan el 81.74% de la demanda. Como son los de más alto consumo, se han colocado a nivel de piso. Esto facilita que los encargados de piqueo los tomen rápidamente, ya que no tienen que usar montacargas para bajarlos de las tarimas. Además, al agrupar estos ítems según los procesos, también hemos logrado reducir el número de traslados, lo que mejora la eficiencia general del kitting.
- **Categoría B:** Los 40 ítems de esta categoría representan el 13.32% de la demanda y se ubicaron en una sola sección de los racks. Esto hace que sea más fácil y rápido encontrarlos cuando se necesitan. Al concentrarlos en un solo lugar, los encargados de piqueo pueden acceder a ellos de manera más ágil, lo que también contribuye a optimizar el tiempo de trabajo.
- **Categorías C y D:** Aunque la reorganización se ha centrado en las categorías A y B, también se muestran los datos de los ítems en las categorías C (196 ítems, 4.95% de la demanda) y D (105 ítems, 0.00% de la demanda).

Además, se agrega un gráfico que muestra los ítems de las categorías A y B ordenados por demanda. Esta visualización ayuda a ver de forma clara cuales son los materiales que se encuentran en esta categoría.

En resumen, la información de la tabla y el gráfico permiten un mejor entendimiento de las necesidades de inventario. Al colocar los ítems A, a nivel de piso y los B en una sección dedicada, se ha mejorado la eficiencia en el proceso de kitting, facilitando el acceso a los materiales más importantes y optimizando el flujo de trabajo.

A continuación, se presenta un gráfico de Gantt que ilustra el progreso de la implementación de la primera propuesta: la categorización de ítems y el establecimiento de piqueo a nivel de piso. Este gráfico proporciona una visualización clara de las diferentes fases del proyecto.



Como se observa en el Gantt anterior, el proceso comenzó el 25 de julio, momento en el que se sentaron las bases para el desarrollo de la propuesta. Entre el 2 y el 7 de agosto, se presentó la propuesta a las diferentes gerencias, asegurando su alineación y compromiso con la mejora del proceso de kitting.

Para llevar a cabo la organización de los ítems A y B de acuerdo con lo planteado en la propuesta, se estableció el 4 de septiembre como la fecha límite para su reubicación. Esta fase fue crucial, ya que permitió que los ítems A fueran colocados a nivel de piso y los ítems B se organizaran en una única sección de racks, facilitando así el acceso y optimizando los tiempos de preparación.

#### **5.1.3.1 Análisis económico – Propuesta #1**

En el análisis económico de la propuesta 1, se evaluaron los beneficios económicos y operativos de reorganizar el área de kitting sin requerir inversión adicional. La propuesta consiste en clasificar los ítems en cuatro categorías (A, B, C y D) según su demanda, optimizando el almacenamiento de los ítems de alta rotación al colocarlos a nivel de piso. Esta disposición mejora la accesibilidad y reduce la dependencia de montacargas, generando beneficios tanto en la rapidez de los tiempos de preparación como en la reducción de los costos asociados.

Los ítems se clasificaron de acuerdo con su frecuencia de uso, de modo que los de alta rotación quedaron a nivel de piso. Esto facilita un acceso más ágil, reduce la necesidad de utilizar equipos de elevación y permite un flujo de trabajo más rápido y eficiente, con menores costos operativos. La organización del almacén, estructurada en función de estas categorías, mejoró la eficiencia del tiempo de acceso y redujo las distancias recorridas por el personal, lo cual disminuye el desgaste físico y promueve un ambiente de trabajo seguro. El sistema de piqueo a nivel de piso permite una reducción del 64.17% en los tiempos de preparación, optimizando el proceso y eliminando la necesidad de montacargas para ítems de alta demanda. A su vez, el personal fue capacitado por supervisores y líderes para adaptarse al nuevo sistema organizativo durante el horario laboral, mejorando la efectividad del proceso y reduciendo errores sin costos adicionales.

La Propuesta 1, al no requerir inversión monetaria directa, generó beneficios inmediatos, como la mejora en tiempos de preparación, menor dependencia de equipos de elevación y un proceso de piqueo más seguro y eficiente. Esta organización optimizada del área de kitting permite un flujo de trabajo más ágil y rentable, lo que se traduce en una mayor productividad y una reducción significativa de los tiempos de ciclo.

A continuación, se presenta la tabla del análisis económico de la propuesta 1.

Tabla 16: Tabla de análisis económico del proyecto – Propuesta 1

PROPUESTAS	INVERSIÓN	RETORNO DE LA INVERSIÓN	AHORRO	BENEFICIO	DESCRIPCIÓN
<b>PROPUESTA 1: Categorizar los ítems e implementar piqueo a nivel de piso</b>					
Definición clara de categorías de ítems (A, B, C, D)	\$ -	Inmediato	\$ -	Menor dependencia de montacargas y reducción de costos operativos	No requiere inversión adicional, ya que se realiza con el personal existente. Se asignaron categorías según la demanda de ítems para optimizar el acceso y el tiempo de preparación.
Organización del almacén según categorías	\$ -	Inmediato	\$ -	Mejora en eficiencia de tiempos y reducción de distancias recorridas	Esta organización mejorada permite un flujo más eficiente y seguro en el área de kitting, al eliminar la necesidad de equipos de elevación en el piqueo de los ítems de alta demanda.
Implementación de piqueo a nivel de piso	\$ -	Inmediato	\$ -	Reducción de tiempos de preparación en un 64.17%	Colocar ítems de alta rotación a nivel de piso minimiza los tiempos de preparación y los costos asociados a los traslados y la manipulación con montacargas.
Capacitación al personal	\$ -	Inmediato	\$ -	Reducción de errores y mayor efectividad en el proceso	Capacitación realizada por supervisores y líderes en horario laboral, optimizando el uso del tiempo y mejorando el entendimiento del nuevo sistema de organización en el área de kitting.
	\$ -		\$ -		

Fuente: Autor, 2024

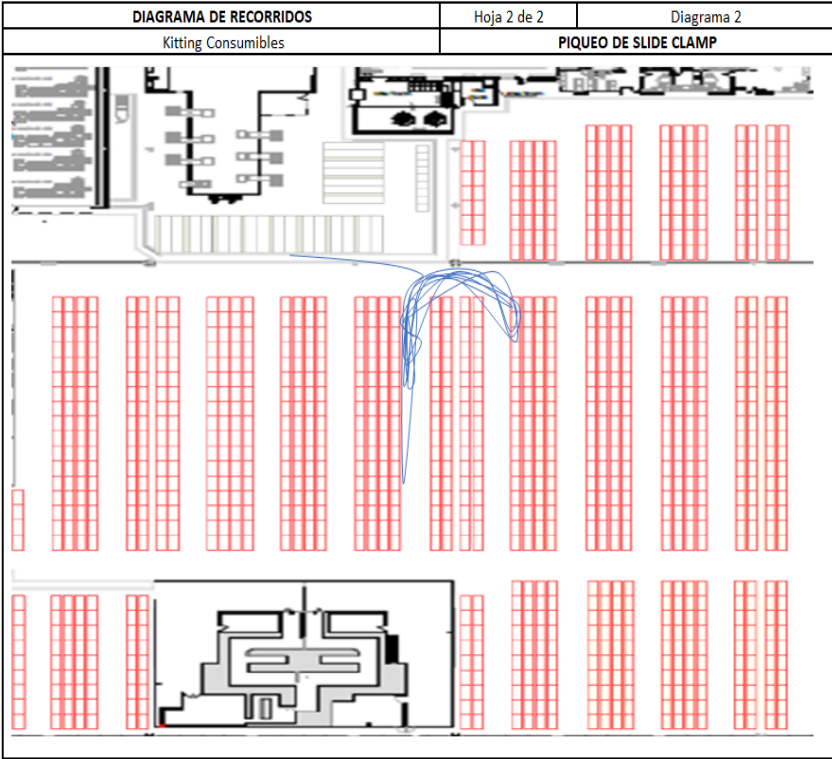
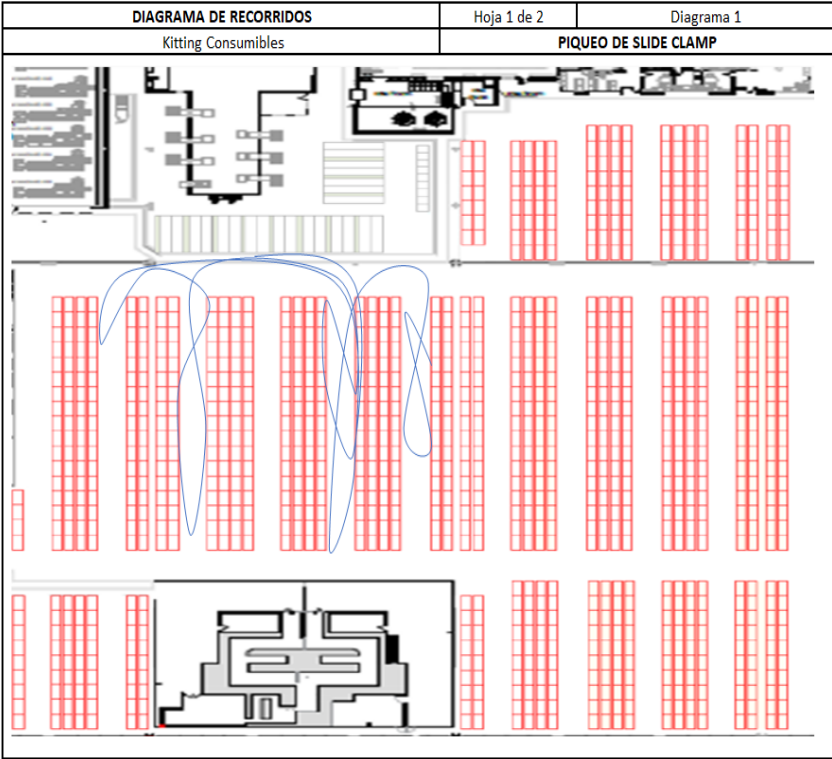
### 5.1.3.2 Estado y Resultados de Implementación

La implementación de la propuesta #1 se llevó a cabo el 4 de septiembre. A partir de esa fecha y hasta el 28 de septiembre, se realizaron mediciones, obteniendo los siguientes resultados.

- **Distancias recorridas:** se presentan dos diagramas de espagueti que ilustran el proceso de piqueo denominado "Slide Clamp". El primer diagrama representa el flujo original del proceso, mientras que la segunda muestra las mejoras implementadas.

En la comparación de ambos diagramas, se puede observar una reducción significativa en las distancias recorridas por el personal durante el proceso de piqueo. Esta optimización se logra a través de la reorganización del espacio de trabajo y la reubicación estratégica de los ítems, lo que facilita el acceso y minimiza los traslados innecesarios.

Figura 71: Diagramas de espagueti – Proceso Slide Clamp



Fuente: Autor, 2024

A continuación, se presenta una tabla que muestra las distancias recorridas en promedio del proceso de piqueo durante dos períodos: el primer y segundo trimestre de 2024, y el mes de julio de 2024.

La tabla revela que, en el primer y segundo trimestre de 2024, la distancia recorrida fue de 703.1 metros. En contraste, en julio de 2024, esta distancia se redujo significativamente a 443.98 metros, lo que representa una disminución de 259.12 metros, equivalente al 36.85%.

Este análisis demuestra una mejora notable en la eficiencia del proceso de piqueo, evidenciando el impacto positivo de las optimizaciones implementadas.

Tabla 17: Comparativa de distancias recorridas

Q1 – Q2 2024	Julio 2024	Economía	
Distancia (mts)	Distancia (mts)	Diff (mts)	%
703.1	443.98	259.12	36.85%

Fuente: Autor, 2024

- **Disminución en los tiempos del proceso de piqueo:** para esta evaluación, se seleccionaron tres procesos específicos de piqueo: el proceso de "Piercing Pin", relacionado con máquinas; "Cassettes", que se asocia a finales directas; y "Secure Lock", correspondiente a finales indirectas.

Al medir los tiempos de cada uno, se obtuvo información valiosa que permite identificar las mejoras alcanzadas y establecer comparaciones que evidencian la efectividad de las estrategias implementadas. A continuación, se detallan los resultados de esta medición, que reflejan la reducción en los tiempos de piqueo y la optimización general del proceso.

Tabla 18: Comparativa de tiempos de piqueo de material

Proceso	Tiempo antes de la mejora (min)	Tiempo después de la mejora (min)	Reducción (%)
Máquinas	46	18	60.87%
Finales directa	55	19	65.45%
Finales indirecta	68	23	66.18%

Fuente: Autor, 2024

A continuación, se presentan una serie de imágenes que ilustran la implementación del sistema de piqueo a nivel de piso en el área de kitting. Estas fotografías destacan los cambios realizados en la disposición de los items categorizados y ubicados en sitios de fácil acceso, lo que facilita a los operadores el proceso de selección sin necesidad de utilizar equipos de elevación. Esta reestructuración es parte fundamental de las mejoras implementadas, enfocadas en reducir los tiempos de piqueo y optimizar la eficiencia en el flujo de materiales dentro del almacén.

Figura 72: Fotografía 1 - Piqueo a piso



Fuente: Autor, 2024

Figura 73: Fotografía 2 - Piqueo a piso



Fuente: Autor, 2024

Figura 74: Fotografía 3 - Piqueo a piso



Fuente: Autor, 2024

La implementación de mejoras en el proceso de piqueo ha demostrado ser altamente efectiva, logrando una reducción promedio del 64.17% en los tiempos de ejecución. Esta optimización fue posible gracias a una serie de estrategias clave: la categorización de los items, el reacomodo de estos dentro del almacén según su demanda, y la implementación del sistema de piqueo a nivel de piso. Estos ajustes han contribuido significativamente a mejorar la eficiencia operativa en el área de kitting, optimizando el uso del espacio y reduciendo tanto los tiempos de traslado como la dependencia del equipo de elevación.

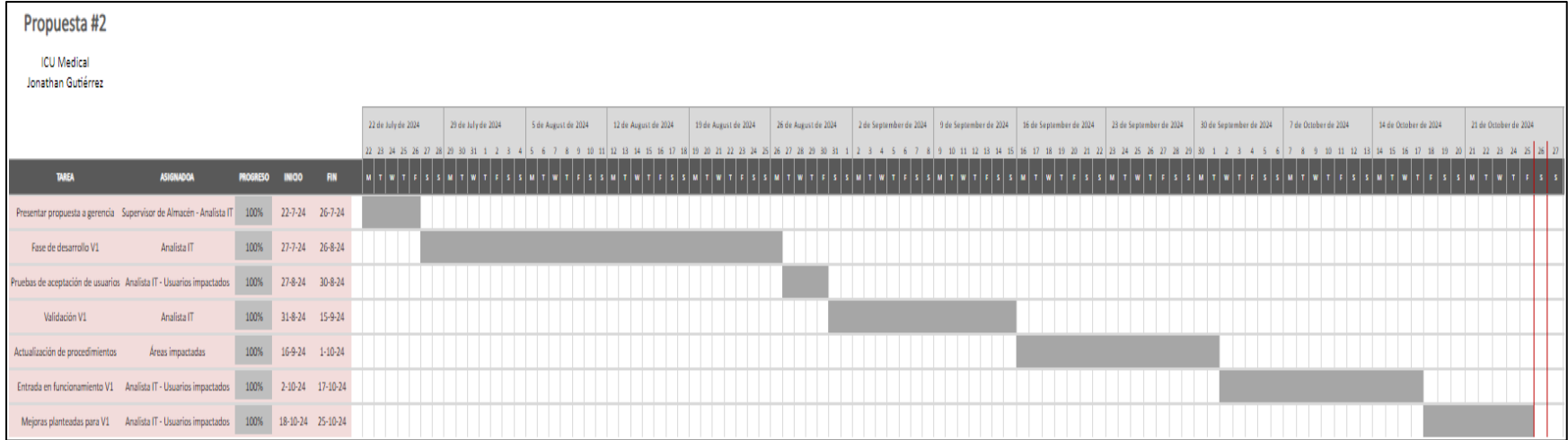
#### **5.1.4 Propuesta #2: Implementación de una herramienta digital**

La propuesta #2 se centra en la implementación, junto con el departamento de IT, de una herramienta digital denominada eKanban para gestionar y optimizar la cadena de suministro en el área de kitting. Este sistema será desarrollado internamente por el equipo de IT local y permitirá gestionar de manera integral los requerimientos del plan de producción de planeamiento, así como las solicitudes de manufactura. Además, eKanban permitirá la visualización en tiempo real de las solicitudes y cualquier cambio en la demanda, ofreciendo una transparencia en la cadena de suministro que actualmente es limitada.

La implementación de eKanban tiene como objetivo reducir significativamente los tiempos de espera de los kits preparados. Actualmente, estos tiempos son elevados debido a la falta de visibilidad inmediata sobre los cambios en los planes de producción y las solicitudes. Esto ha llevado a la preparación de más cantidad de kits de los necesarios para mitigar la incertidumbre. Con eKanban, se espera que la manipulación humana en la administración de estas solicitudes se minimice, logrando que la preparación y el retiro de los kits cumplan con el estándar de entrega en un máximo de dos horas. Este sistema digital, al facilitar una gestión más fluida y en tiempo real, proporcionará una respuesta más ágil a los cambios en las demandas de producción, optimizando así el flujo de trabajo y mejorando la eficiencia del área.

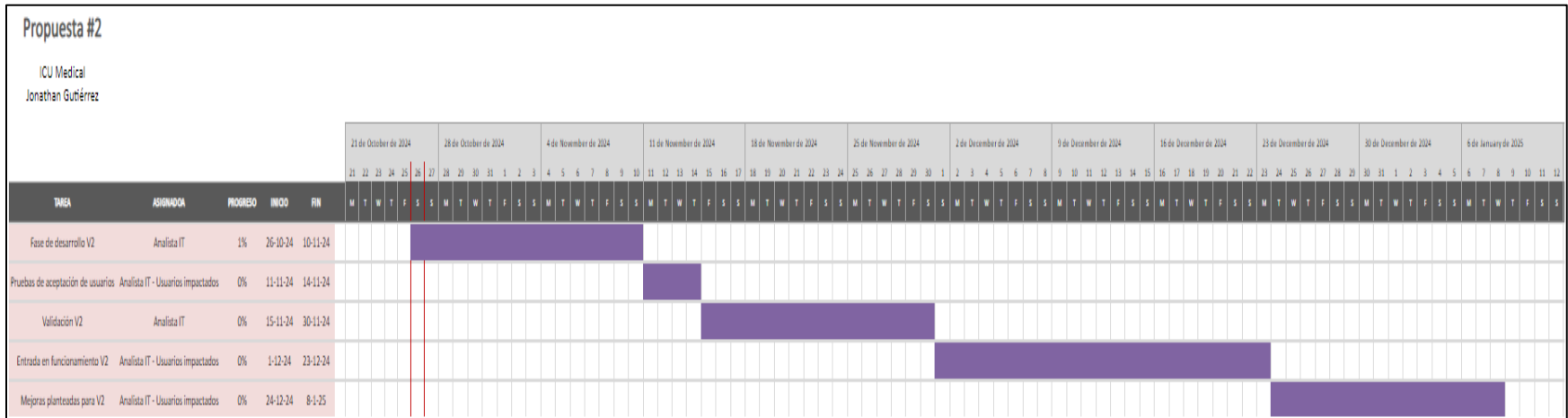
A continuación, se presenta el diagrama de Gantt que detalla la propuesta de tiempos para la implementación de eKanban. Este cronograma refleja cada fase clave de desarrollo, desde la planificación inicial y diseño de la plataforma, hasta las etapas de prueba, capacitación y despliegue. La propuesta de tiempos busca asegurar una implementación gradual y controlada que permita adaptarse a las necesidades específicas del proceso de kitting y facilite una transición efectiva hacia el uso de eKanban, garantizando que todas las áreas involucradas cuenten con el soporte y el tiempo necesario para adaptarse a esta nueva herramienta.

Figura 75: Gráfico Gantt – Propuesta #2 V1



Fuente: Autor, 2024

Figura 76: Gráfico Gantt – Propuesta #2 V2



Fuente: Autor, 2024

Como se observa en el diagrama de Gantt, la implementación de la propuesta #2 para el sistema eKanban inició formalmente el 22 de julio de 2024 con la presentación de la propuesta a las gerencias de Almacén e IT. Esta fase inicial fue clave para obtener el apoyo necesario y coordinar los recursos humanos y técnicos. Una vez aprobada, se procedió a la contratación de un técnico informático especializado para liderar el desarrollo del sistema junto al equipo de IT.

El proyecto ha sido organizado en dos fases principales para garantizar una integración progresiva y optimizada de eKanban en el flujo de trabajo:

- **Etapa 1 - Implementación en los procesos de máquinas:** Esta primera fase del proyecto contempla los procesos más controlados y mecánicos de la cadena, enfocados en los procesos de máquinas de. Esta etapa permitirá identificar áreas de mejora y ajustes iniciales antes de la expansión total del sistema. La puesta en marcha de esta etapa se completó el 25 de octubre de 2024, tras un periodo de pruebas de aceptación y validación.
- **Etapa 2 - Implementación en los procesos de finales directas e indirectas:** Esta segunda fase cubrirá el resto de los procesos, abarcando tanto finales directas como indirectas, lo que permitirá gestionar de forma integral toda la operación mediante eKanban. La conclusión de esta fase, y de la implementación completa del sistema, está prevista para la semana del 6 de enero de 2025, brindando una solución de visibilidad en tiempo real para todas las solicitudes y cambios de demanda.

Para el éxito de esta propuesta, el proyecto contempla varias actividades adicionales, incluyendo la actualización de procedimientos, validaciones técnicas del sistema, pruebas de aceptación por parte de los usuarios y la realización de ajustes necesarios. Estas etapas adicionales se llevarán a cabo conforme se implemente cada versión del sistema, asegurando que se logre una adopción completa y sin inconvenientes en todas las áreas involucradas.

El cronograma proyecta una transición gradual y organizada hacia un sistema digital que reducirá los tiempos de espera y mejorará la eficiencia de la gestión de los kits de producción, ajustándose en tiempo real a los cambios en el plan de producción. Con la implementación de eKanban, se prevé una reducción significativa en la intervención manual, permitiendo cumplir con el tiempo de preparación y retiro de kits dentro de las dos horas establecidas.

#### **5.1.4.1 Análisis económico – Propuesta #2**

La implementación de eKanban requiere una inversión inicial de \$11,918.91 para la contratación de un técnico programador que trabajará junto al equipo de IT en el desarrollo del sistema. Esta inversión permite la automatización del proceso de creación de pedidos, lo que reduce la necesidad de tres posiciones dedicadas exclusivamente a esta tarea, generando un ahorro anual proyectado de \$47,321.52 a partir de febrero de 2025. Además, la capacitación necesaria para el personal será impartida por el programador encargado, quien entrenará a los líderes de cada área; estos, a su vez, transferirán el conocimiento al resto del equipo, evitando así costos adicionales de formación.

Con un retorno de la inversión estimado en solo 3.03 meses desde que los ahorros comiencen a reflejarse. La propuesta promete no solo beneficios económicos significativos a corto plazo, sino también una mejora en la efectividad operativa a través de una reducción de tiempos y una mayor precisión en la gestión de pedidos. Este análisis económico refleja el impacto positivo que tendrá eKanban en la cadena de suministro de kitting, maximizando la eficiencia del flujo de trabajo y reduciendo la intervención manual en los procesos.

A continuación, se presenta la tabla con el análisis económico detallado de la propuesta 2, en la que se resumen los aspectos clave de la inversión, el retorno esperado, los ahorros y los beneficios proyectados con la implementación de eKanban.

Tabla 19: Tabla de análisis económico del proyecto – Propuesta 2

PROPUESTAS	INVERSIÓN	RETORNO DE LA INVERSIÓN	AHORRO	BENEFICIO	DESCRIPCIÓN
<b>PROPUESTA 2: Implementación de una herramienta digital</b>					
Contratación de técnico programador	\$ <b>11,918.91</b>	3.03 meses después del inicio de ahorros	\$ -		Inversión inicial para el desarrollo e implementación de eKanban junto al equipo de IT, para mejorar visibilidad y eficiencia.
Reducción de personal en creación de pedido	\$ -	A partir de febrero de 2025	\$ <b>47,321.52</b>	Ahorro anual de \$47,321.52	Gracias a la automatización, se reduce la necesidad de tres posiciones de creación de pedidos, generando ahorros significativos.
Capacitación del personal	\$ -	Inmediato	\$ -	Aumento de efectividad y menor intervención manual	La capacitación es impartida por el técnico programador a los encargados de cada área, quienes a su vez entrenan al resto de los usuarios, maximizando la efectividad sin costos adicionales.
	\$ <b>11,918.91</b>		\$ <b>47,321.52</b>		

Fuente: Autor, 2024

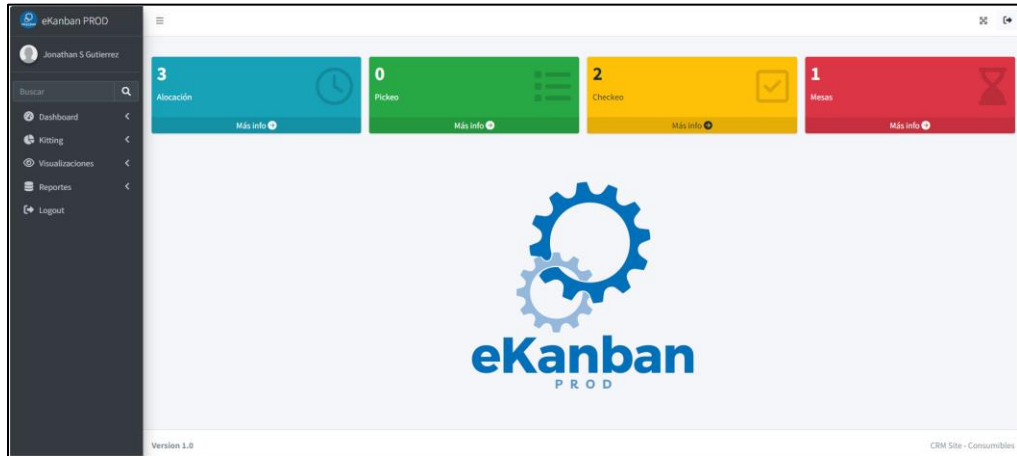
#### **5.1.4.2 Estado y Resultados de Implementación**

La implementación completa de la Propuesta #2 aún está en proceso, por lo que actualmente no se dispone de datos finales que demuestren el impacto total de esta herramienta en la cadena de suministro. Sin embargo, con la primera versión (V1) ya validada, se han capturado imágenes del funcionamiento actual de la aplicación y de las funcionalidades que ya se encuentran operativas. Estas imágenes permiten visualizar cómo el sistema facilita la gestión en tiempo real de las solicitudes de producción y de cambios en la demanda, aspectos fundamentales para mejorar la coordinación y reducir los tiempos de espera en la preparación de kits.

En esta primera etapa, el sistema permite centralizar la información y ofrece una interfaz accesible para los operadores, quienes ahora tienen un mayor control sobre las solicitudes y pueden responder rápidamente a modificaciones en el plan de producción. Con la versión final, que incluirá mejoras adicionales y ajustes en respuesta a las pruebas de usuario, se espera un impacto más robusto en términos de eficiencia y precisión en los procesos de kitting. Estos avances se reflejarán en métricas detalladas una vez concluida la implementación completa de la herramienta.

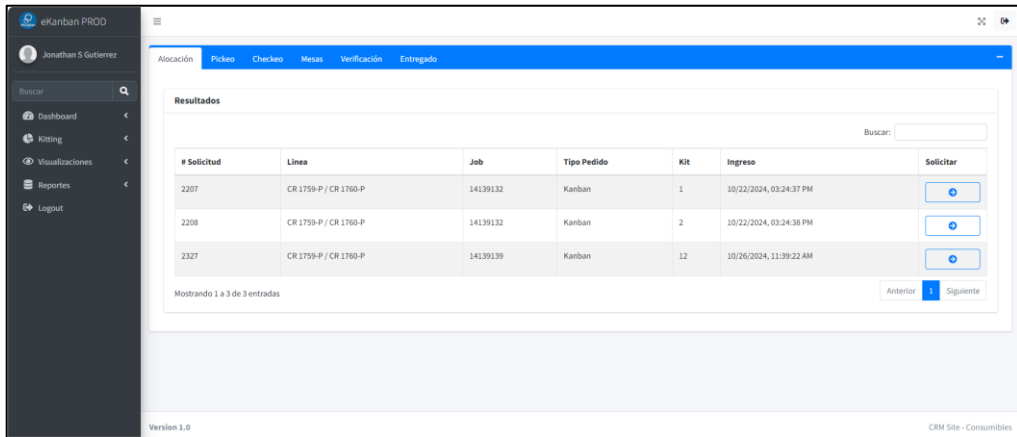
A continuación, se presentan algunas imágenes del programa en funcionamiento, donde se pueden observar las principales funcionalidades desarrolladas hasta el momento en la primera versión de la aplicación.

Figura 77: eKanban – Vista general



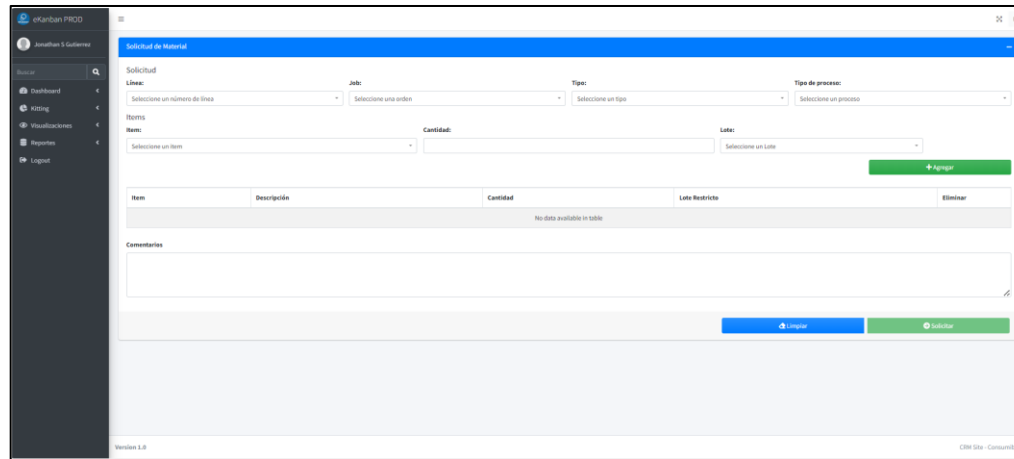
Fuente: ICU Medical, 2024

Figura 78: eKanban – Vista alcación



Fuente: ICU Medical, 2024

Figura 79: eKanban – Vista solicitudes electrónicas



Fuente: ICU Medical, 2024

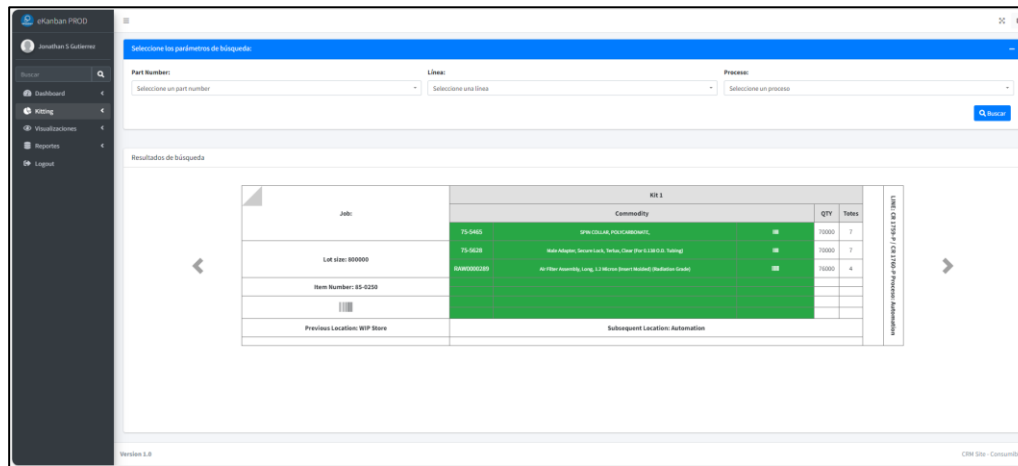
Figura 80: eKanban – Vista plan de producción

The screenshot shows the 'Selección los parámetros de búsqueda' screen in the eKanban PRO application. The screen has a blue header and a dark sidebar on the left. The main content area contains a search bar with 'Línea' and 'Fecha' dropdowns, and a 'Buscar' button. Below the search bar is a table with columns: 'M', 'Job Order', 'Part Number', 'Línea', 'Cantidad', 'Fecha Inicio', and 'Estado'. The table contains 10 rows of production data. The first four rows are highlighted in green. The table is followed by a footer showing 'Showing 1 to 9 of 9 entries' and 'Previous Next' buttons. The version 'Versión 1.0' and 'CRM Site - Consumibles' are visible in the footer.

M	Job Order	Part Number	Línea	Cantidad	Fecha Inicio	Estado
20718910	14129137	85-0206	CR 1759 P / CR 1760 P	400000	10/26/2024 6:27:00 AM	Completada
20718917	14129139	85-0206	CR 1759 P / CR 1760 P	400000	10/26/2024 6:27:00 AM	Descompletada
20718918	14129141	85-0206	CR 1759 P / CR 1760 P	400000	10/26/2024 6:27:00 AM	Descompletada
20718920	14129142	85-0206	CR 1759 P / CR 1760 P	400000	10/26/2024 12:00:00 AM	Descompletada
20718921	14129143	85-0206	CR 1759 P / CR 1760 P	400000	10/27/2024 12:00:00 AM	Completada
20718922	14129145	85-0206	CR 1759 P / CR 1760 P	300000	10/28/2024 12:00:00 AM	Completada
20767562	14189959	85-0206	CR 1759 P / CR 1760 P	100000	10/31/2024 12:00:00 AM	Completada
20767567	14189405	85-0206	CR 1759 P / CR 1760 P	100000	10/31/2024 12:00:00 AM	Completada
20767568	14189406	85-0206	CR 1759 P / CR 1760 P	100000	10/31/2024 12:00:00 AM	Completada
M	Job Order	Part Number	Línea	Cantidad	Fecha Inicio	Estado

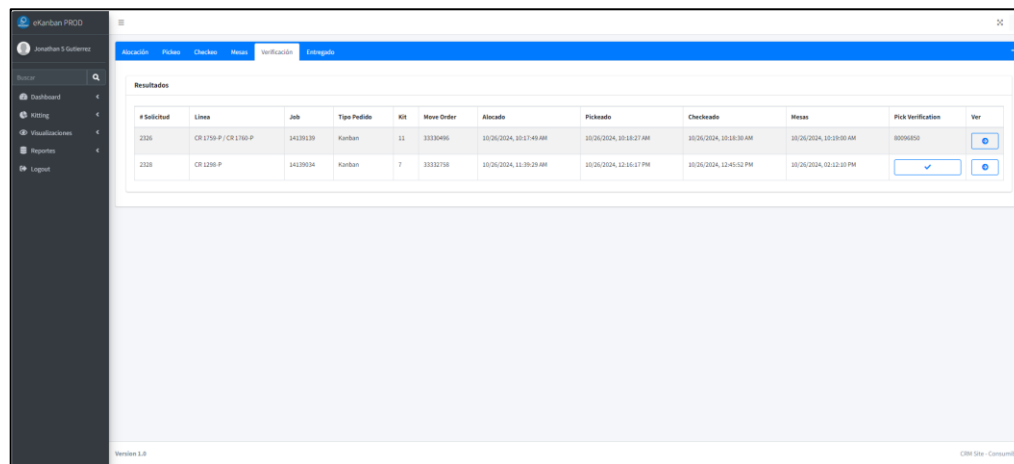
Fuente: ICU Medical, 2024

Figura 81: eKanban – Vista tarjetas pull system



Fuente: ICU Medical, 2024

Figura 82: eKanban – Vista auditoria



Fuente: ICU Medical, 2024

Las imágenes presentadas ilustran diferentes vistas de la primera versión del sistema, mostrando sus funcionalidades clave. Estas incluyen una vista general de la aplicación, el panel de asignación, las solicitudes electrónicas, el plan de producción, las tarjetas del sistema pull y el módulo de auditoría. En conjunto, estas vistas brindan una demostración completa de cómo el sistema abarca desde el seguimiento del plan de producción hasta la administración de cada solicitud de materiales, desde su asignación hasta su entrega final. Además, el sistema facilita la gestión de solicitudes electrónicas, permitiendo a manufactura solicitar materiales específicos en tiempo real y de manera mucho más ágil.

El sistema implementado busca eliminar prácticamente toda la incertidumbre en las solicitudes y entregas de materiales, logrando una mejor sincronización entre los departamentos. Con esta plataforma, se minimiza la preparación de materiales que no son inmediatamente necesarios, eliminando así tiempos e inventario de espera (\$2,765 aprox. por cuarto) en áreas críticas como chequeo, ingreso de material y servicio al cliente. Adicionalmente, contar con el plan de producción dentro del sistema reduce la dependencia de correos o llamadas de planificación para informar cambios, fortaleciendo la comunicación interdepartamental y optimizando la visibilidad de toda la cadena de suministro.

Aunque el sistema de eKanban aún no está funcionando al 100%, se han logrado simular los tiempos de espera utilizando la versión actual. Estas simulaciones permiten obtener una visión preliminar de cómo la implementación total del sistema podría impactar los procesos. A continuación, se presentan los resultados de las simulaciones de los tiempos de espera, que reflejan un avance significativo en la eficiencia de los procesos.

Tabla 20: Simulación tiempos de espera

Proceso	Actividad	Tiempo Actual (min)	Tiempo Simulado (min)	% de Reducción
<b>Máquinas</b>	Chequeo	90	33.9	62.67%
	Ingreso	180	68.4	62.00%
	Servicio al Cliente	210	97.5	53.57%
<b>Finales Directas</b>	Chequeo	155	58.9	62.10%
	Ingreso	250	92.5	63.00%
	Servicio al Cliente	270	122.25	54.74%
<b>Finales Indirectas</b>	Chequeo	250	92.5	63.00%
	Ingreso	320	118.4	63.00%
	Servicio al Cliente	310	138.5	55.45%

Fuente: Autor, 2024

Como se visualiza en la simulación realizada, se espera que con la implementación de la versión 2 del sistema, los tiempos de espera en los procesos que actualmente presentan los mayores retrasos se reduzcan entre un 53% y un 63%. Este avance no solo mejorará la eficiencia operativa, sino que también contribuirá a optimizar la cadena de suministro y la satisfacción del cliente al disminuir los tiempos de inactividad.

Entre otros beneficios, el sistema facilita el control de inventario en tiempo real, asegura una respuesta rápida a las fluctuaciones en la demanda y mejora la precisión de los pedidos, reduciendo errores y maximizando la eficiencia operativa en toda la cadena de suministro. Con esta integración, se proyecta una mejora en el flujo de trabajo, una reducción en los costos asociados a la preparación y movimiento innecesario de materiales, y un impacto positivo en la productividad general de kitting y manufactura.

### 5.1.5 Propuesta #3: Reemplazo de elevadores

El análisis presentado a la gerencia general y de materiales reveló que los elevadores actuales en el área de materiales no solo presentan un promedio de 2.33 paros de línea por trimestre, sino que estos eventos impactan directamente en la productividad al

detener la cadena de suministro en momentos clave, con un costo estimado de \$2,800 por cada hora de paro. Además, la constante necesidad de repuestos para mantener operativos estos equipos, con un gasto trimestral aproximado de \$1,709, refleja un alto costo acumulativo, tanto en recursos como en tiempo de operación que podría dedicarse a actividades más estratégicas. La antigüedad de estos elevadores, con más de 15 años en funcionamiento, también añade riesgos adicionales en cuanto a la confiabilidad de los equipos, especialmente bajo los estándares actuales de rendimiento y seguridad laboral.

La decisión de la organización de invertir en tres nuevos elevadores responde a una estrategia para optimizar no solo el rendimiento de la línea de producción, sino también para mitigar problemas de salud y seguridad, ya que los equipos obsoletos pueden representar riesgos para el personal. Los nuevos elevadores estarán alineados con los estándares modernos de eficiencia energética, contribuyendo así a una reducción del impacto ambiental en las operaciones diarias. Estos equipos de última generación están diseñados para soportar operaciones 24/7, lo que permitirá un flujo continuo de materiales, evitando cuellos de botella.

Con esta inversión, la empresa no solo busca una disminución significativa en los costos de mantenimiento y reparación, sino también la eliminación de los paros imprevistos que interrumpen la cadena de suministro. Al reducir la dependencia de equipos anticuados, se asegura una mayor estabilidad operativa y se proyecta una mejora en la eficiencia general del almacén y de las áreas de manufactura conectadas al flujo de materiales. Este proyecto también es parte de un compromiso continuo con la mejora de las instalaciones, alineándose con los objetivos de bienestar de los empleados, protección del entorno laboral y cumplimiento de los estándares corporativos de sustentabilidad y responsabilidad ambiental.

En conjunto, esta propuesta refleja la visión de la empresa de invertir en infraestructura moderna que no solo mejora la operatividad actual, sino que también apoya el crecimiento futuro y responde a los desafíos de un mercado competitivo, donde la confiabilidad y eficiencia del equipo son esenciales para mantener la competitividad.

A continuación, se presenta el cronograma de implementación para el proyecto de reemplazo de los elevadores en el área de materiales, comenzando con la recopilación de datos esenciales sobre los paros de línea y los costos asociados al mantenimiento de los equipos actuales. Esta información inicial permitió estructurar un análisis detallado de los impactos financieros y operativos.

Posteriormente, se incluyó la oferta de un proveedor especializado, seleccionando la opción que mejor se ajusta a los requerimientos de la empresa en términos de eficiencia, seguridad y sostenibilidad. Una vez aprobada la propuesta, se avanzó con la compra de los nuevos elevadores y la planificación de su instalación. El cronograma detalla cada una de estas etapas, asegurando que la transición se realice de manera ordenada y con un impacto mínimo en las operaciones diarias.



En resumen, el cronograma de implementación muestra que el proceso comenzó la primera semana de agosto y terminó exitosamente con la instalación de los tres nuevos elevadores durante la semana del 14 de octubre. Cada fase, desde la recolección de datos y la presentación a las gerencias hasta la compra e instalación de los equipos, se llevó a cabo de manera ordenada, lo que nos permitió mejorar la eficiencia en el área de materiales y mantener el flujo de trabajo sin interrupciones.

Este proyecto no solo moderniza la infraestructura de la empresa, sino que también ayuda a aumentar la productividad y reducir los costos relacionados con los paros de línea. Con los nuevos elevadores en funcionamiento, la organización está mejor equipada para cumplir con los estándares actuales de salud, seguridad y sostenibilidad.

#### **5.1.5.1 Análisis económico – Propuesta #3**

El análisis económico de la propuesta se enfoca en los beneficios operativos y financieros que se obtendrán con la compra de tres nuevos elevadores modelo Southworth LM2.2-28. La inversión inicial de \$40,755.00 se justifica por la reducción de los tiempos de inactividad y el incremento en la eficiencia de las operaciones de traslado de materiales, factores clave en la mejora del flujo productivo.

La implementación de los nuevos elevadores permitirá un ahorro anual de \$6,836 en costos de mantenimiento, eliminando la necesidad de repuestos y reparaciones recurrentes, que actualmente representan un gasto trimestral de \$1,709. Además, se prevé una disminución de los paros de línea, lo que supondrá un ahorro anual de \$26,096 al mejorar la continuidad operativa y reducir el impacto económico de los tiempos muertos. En cuanto a la capacitación del personal, el proveedor del equipo brindará formación inicial a los encargados del área, quienes luego capacitarán al resto del equipo, evitando así costos adicionales de entrenamiento.

Con un retorno de inversión estimado en 14.4 meses, esta propuesta aporta beneficios tanto en términos de eficiencia operativa como de reducción de gastos. Los nuevos elevadores modernizarán la infraestructura de la planta, optimizando el flujo de trabajo y

mejorando las condiciones de seguridad y ergonomía para los empleados. A continuación, se presenta la tabla con el desglose del análisis económico de la propuesta 3.

Tabla 21: Tabla de análisis económico del proyecto – Propuesta 3

PROPUESTAS	INVERSIÓN	RETORNO DE LA INVERSIÓN	AHORRO	BENEFICIO	DESCRIPCIÓN
<b>PROPUESTA 3: Reemplazo de elevadores</b>					
Compra de tres elevadores Southworth LM2.2-28	\$ 40,755.00	14.4 meses	\$ -	Reducción en paros de línea y menor costo de mantenimiento	Inversión en nuevos elevadores para reemplazar los modelos obsoletos, reduciendo tiempos de inactividad y costos de reparación.
Reducción de costos de mantenimiento	\$ -	Desde el primer año de uso	\$ 6,836.00	Ahorro anual de \$6,836	La eliminación de repuestos y menor mantenimiento reduce el gasto trimestral de \$1,709, generando un ahorro significativo.
Disminución en paros de línea	\$ -	Inmediato	\$ 26,096.00	Ahorro anual de \$26,096	Menor frecuencia de paros de línea mejora la eficiencia operativa y reduce el impacto económico asociado a cada hora de paro (\$2,800).
Capacitación del personal	\$ -	Inmediato	\$ -	Aumento de seguridad y eficiencia en el uso de nuevos equipos	Capacitación inicial a encargados del área por parte del proveedor al momento de la instalación, quienes a su vez entrenan al resto del personal.
	\$ 40,755.00		\$ 32,932.00		

Fuente: Autor, 2024

### **5.1.5.2 Estado y Resultados de Implementación**

A pesar de que los nuevos elevadores han sido instalados recientemente en la planta, ya se pueden observar beneficios significativos asociados a esta inversión. Uno de los aspectos más destacados es la reducción del riesgo de lesiones relacionadas con la manipulación de materiales. Al contar con equipos más modernos y seguros, se minimizan los peligros que representan los elevadores obsoletos, que a menudo requerían un manejo manual más complicado y arriesgado.

Además, la implementación de estos elevadores ha mejorado considerablemente el entorno de trabajo. Al eliminar los tiempos de inactividad causados por el mal funcionamiento de equipos viejos, se ha optimizado el flujo de trabajo. Los nuevos modelos no solo son más eficientes energéticamente, sino que también cuentan con una plataforma equipada con un disco giratorio. Esta característica permite que los usuarios realicen movimientos más fluidos y menos forzados, lo que contribuye a un diseño más ergonómico y cómodo para los trabajadores.

Por otro lado, los elevadores también cuentan con un sistema de seguridad que utiliza sensores para evitar atrapamientos, lo que añade un nivel adicional de protección para el personal. Estos avances no solo favorecen el bienestar de los empleados, sino que también garantizan una operación más confiable y eficiente en la planta, alineándose con los objetivos de seguridad y salud laboral de la organización.

A continuación, se presentan imágenes que ilustran el "antes" y el "después" de la instalación de los nuevos elevadores en la planta.

Figura 84: Elevadores – El antes y después



Fuente: Autor, 2024

### **5.1.6 Propuesta #4: Optimizar el proceso de desempaque**

Tal y como se mencionó anteriormente en este proyecto, en las áreas de manufactura se prohíbe el ingreso de materiales o productos que generen particulado, como las cajas de empaque de cartón. Esto es esencial para garantizar un ambiente controlado y libre de contaminantes en la planta de manufactura. Como consecuencia de esta política, el proceso de ingreso de material incluye un desempaque para aquellos productos que llegan en cajas de cartón, lo que representa un reto logístico significativo.

De los artículos utilizados en la manufactura, un 66% se fabrica internamente, mientras que un 32% se adquiere de proveedores externos. Dentro de los materiales fabricados internamente, solo un 23% se empaca en cajas plásticas, lo que implica que el porcentaje restante, un 43%, debe ser desempaquetado antes de su ingreso al cuarto limpio. Este proceso de desempaque no solo aumenta los tiempos de manejo de materiales, sino que también puede impactar la eficiencia operativa.

Además, es importante señalar que el 43% de los materiales que llegan en cajas de cartón han pasado por un proceso previo de empaque en el almacén, donde, en las áreas de recibo de material, participan dos personas por turno, sumando un total de seis operarios dedicados a este empaque en cartón. Posteriormente, en el área de kitting, estos materiales son transferidos a cajas plásticas.

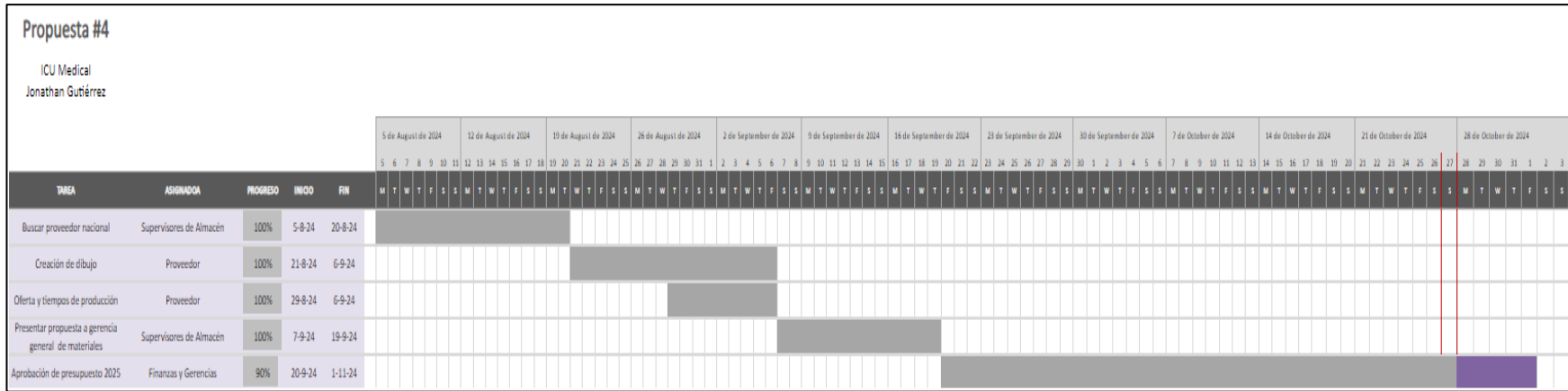
Por lo que, la Propuesta #4 se centra en invertir en la compra de más cajas plásticas, con el objetivo de eliminar tanto el proceso de empaque en cartón como el posterior desempaque de estos materiales al ingresar a las áreas de manufactura. Al adoptar un sistema de empaque totalmente plástico, no solo se alinean las operaciones con la política de minimizar la generación de particulado, sino que también se busca agilizar el flujo de materiales en el proceso de ingreso.

Con esta inversión en cajas plásticas, se busca empacar ese 43% restante, logrando así que el 100% de los artículos fabricados internamente esté almacenado en cajas plásticas.

Este cambio permitirá reducir significativamente el tiempo de la actividad de ingreso de material. Con un suministro adecuado de cajas plásticas, se logrará simplificar el proceso logístico, eliminando la necesidad de que los operarios dediquen tiempo a empacar y desempacar materiales en cartón. De esta manera, se facilitará un ingreso más eficiente al cuarto limpio, contribuyendo a una operación más fluida y eficaz en la planta de manufactura. La inversión en cajas plásticas no solo representa una mejora operativa, sino que también se traduce en un avance hacia un entorno de trabajo más limpio y organizado.

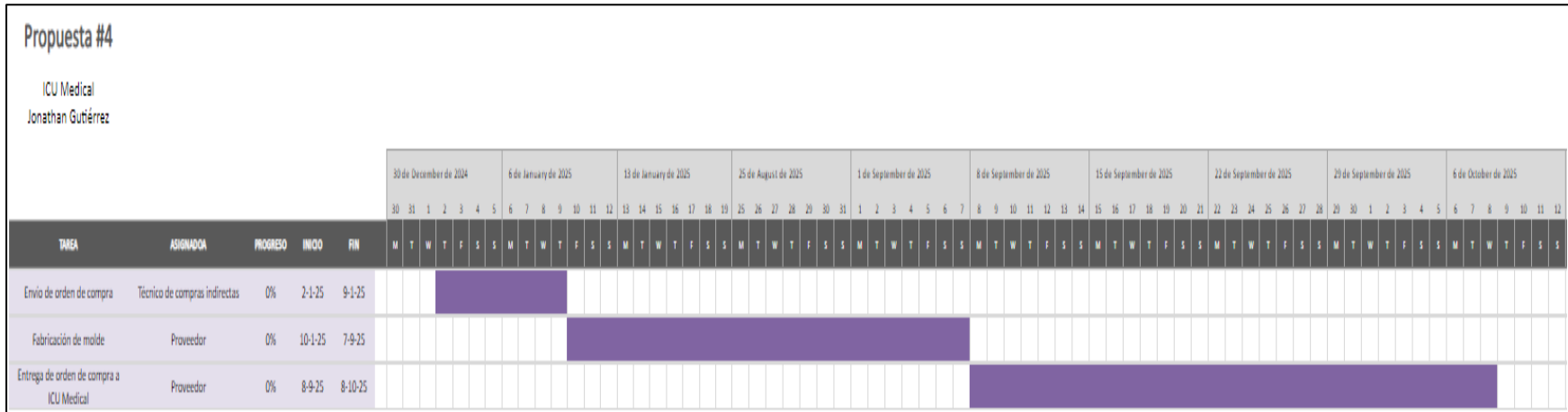
Se elaboraron dos diagramas de Gantt. En el primero, se visualiza todo lo necesario para la aprobación de la propuesta, desde la inclusión del proveedor hasta la aprobación del presupuesto. Dado que se trata de una inversión significativa, la aprobación se ha programado para el presupuesto de 2025. En el segundo diagrama, se detalla el tiempo de fabricación del molde y de las cajas plásticas hasta su entrega a la compañía.

Figura 85: Gráfico Gantt 1 – Propuesta #4



Fuente: Autor, 2024

Figura 86: Gráfico Gantt 2 – Propuesta #4



Fuente: Autor, 2024

Para presentar esta propuesta a la gerencia, se llevaron a cabo una serie de pasos clave que incluyeron la búsqueda del proveedor adecuado, la obtención de cotizaciones (ver anexo 3) y la elaboración del diseño requerido (ver anexo 4). Estas acciones fueron esenciales para definir los detalles técnicos y financieros de la propuesta.

Se realizó un análisis de la cantidad de cajas plásticas necesarias, y el resultado mostró que para cubrir el 100% de los materiales manufacturados internamente se requiere una inversión inicial de 11,000 cajas. A partir de esta compra inicial, se estima la necesidad de adquirir entre 2,500 y 3,000 cajas adicionales cada año para reemplazar aquellas que se deterioren o sufran daños en el proceso. Este cálculo toma en cuenta una rotación aproximada de 6.18 veces por caja al año, lo cual permite optimizar el uso y reemplazo de cada unidad en función de su desgaste.

Además, el análisis considera un crecimiento o disminución de la demanda de aproximadamente un 5%, asegurando que el suministro de cajas sea suficiente para mantener la operación continua sin interrupciones ni escasez, ajustándose a las necesidades de la planta en cada periodo.

Tabla 22: Plan de Inversión y Reemplazo Anual de Cajas Plásticas (2025-2029)

Año	Cajas Iniciales (Inversión)	Reemplazo de Cajas Dañadas	Total Cajas Anuales	Precio Unitario	Total
2025 (Oct)	11,000	-	11,000	\$8.95	\$98,450
2026	-	3,000	3,000	\$9.45	\$28,350
2027	-	3,000	3,000	\$9.95	\$29,850
2028	-	3,000	3,000	\$10.45	\$31,350
2029	-	3,000	3,000	\$10.95	\$32,850

Fuente: Autor, 2024

La tabla anterior presenta un desglose de la inversión inicial en cajas plásticas y el reemplazo de las cajas dañadas a lo largo de los años, desde 2025 hasta 2029. A continuación, se detalla la información clave contenida en la tabla:

- **Cajas Iniciales (Inversión):** En octubre de 2025, se realiza una inversión inicial de 11,000 cajas plásticas. Esta compra es necesaria para satisfacer el 100% de los materiales manufacturados internamente, garantizando que todos los productos estén adecuadamente empacados y listos para su uso.
- **Reemplazo de Cajas Dañadas:** A partir de 2026, se estima que será necesario reemplazar entre 2,500 y 3,000 cajas dañadas cada año debido al uso. En la tabla, se ha proyectado la compra de 3,000 cajas anualmente para cubrir esta necesidad.
- **Total Cajas Anuales:** Esta columna refleja la suma de las cajas iniciales y los reemplazos. En 2025, el total es de 11,000 cajas, mientras que, en los años posteriores, el total anual se establece en 3,000 cajas.
- **Precio Unitario:** El precio de cada caja se establece en \$8.95 para el primer año (2025). A partir de 2026, se ha considerado un aumento en el precio debido a factores del mercado, comenzando en \$9.45 y aumentando \$0.50 cada año hasta alcanzar \$10.95 en 2029.
- **Total:** Esta columna muestra el costo total de las cajas adquiridas cada año, calculado multiplicando el número de cajas por su precio unitario. Por ejemplo, en 2025, el costo total por la compra inicial de 11,000 cajas es de \$98,450.00. En los años siguientes, el costo por reemplazo de las 3,000 cajas se va ajustando según el precio unitario incrementado.

Esta tabla ilustra cómo se planea gestionar el suministro de cajas plásticas a lo largo de cinco años, asegurando que la planta pueda operar de manera eficiente y sin interrupciones debido a la falta de material adecuado para el empaque. Además, la planificación financiera muestra una visión clara de la inversión requerida y el impacto de los incrementos en el precio de las cajas a lo largo del tiempo.

#### **5.1.6.1 Análisis económico – Propuesta #4**

Esta propuesta responde a la necesidad de cumplir con los estándares de cero partículas en el área de manufactura, optimizando al mismo tiempo los tiempos y recursos requeridos para el ingreso de materiales. La inversión inicial de \$98,450.00 en 11,000 cajas plásticas permitirá la eliminación del proceso de empaque y desempaques, lo cual mejorará la eficiencia y reducirá la manipulación innecesaria de materiales.

Como parte de esta optimización, se proyecta una significativa reducción de personal en las áreas de empaque y kitting, resultando en un ahorro anual de \$157,738.40 al disminuir 10 posiciones actualmente dedicadas a estas tareas. Además, se contempla un reemplazo anual de 3,000 cajas plásticas a un costo en el primer año de \$28,350.00, planificado dentro del presupuesto de la empresa, lo que asegura la continuidad de esta mejora operativa sin generar aumentos significativos en los costos. Dado que la propuesta únicamente implica el aumento del uso de cajas plásticas, no se requiere capacitación adicional.

Con un retorno de la inversión estimado en menos de un año, esta propuesta representa un avance considerable hacia una operación más ágil, cumpliendo con los requisitos de calidad y minimizando los tiempos de manipulación. En resumen, la optimización del proceso de desempaques traerá beneficios tangibles en eficiencia y costos. A continuación, se presenta la tabla con el análisis económico detallado de la propuesta 4.

Tabla 23: Tabla de análisis económico del proyecto – Propuesta 4

PROPUESTAS	INVERSIÓN	RETORNO DE LA INVERSIÓN	AHORRO	BENEFICIO	DESCRIPCIÓN
<b>PROPUESTA 4: Optimizar el proceso de desempaque</b>					
Compra inicial de 11,000 cajas plásticas	\$ 98,450.00	Menor a 1 año	\$ -	Eliminación de los procesos de empaque y desempaque	Inversión inicial para eliminar el uso de cajas de cartón en materiales manufacturados internamente, alineado con los estándares de 0 partículas de la compañía.
Reducción de personal	\$ -	Inmediato	\$ 157,738.40	Ahorro anual por reducción de 10 posiciones dedicadas a empaque y desempaque	La optimización permite prescindir de 6 operarios en el proceso de empaque y 4 posiciones del personal de kitting, aumentando la eficiencia en la gestión de materiales.
Reemplazo anual de 3,000 cajas plásticas	\$ 28,350.00	Anual	\$ 28,350.00	Garantiza un flujo continuo y sin interrupciones, manteniendo la operatividad sin impactar los costos operativos principales.	Inversión planificada en el presupuesto anual de la empresa .
Capacitación	\$ -	No aplica	\$ -	No aplica	La propuesta simplemente aumenta el uso de cajas plásticas, por lo que no es necesario un proceso de capacitación adicional.
	\$ 126,800.00		\$ 186,088.40		

Fuente: Autor, 2024

### **5.1.6.2 Estado y Resultados de Implementación**

El análisis posterior a la implementación de la propuesta de inversión en cajas plásticas para el proceso de ingreso de material es fundamental para evaluar el impacto de esta iniciativa en la eficiencia operativa de la planta. Aunque la ejecución de esta implementación está programada para el último cuarto del 2025, se ha realizado una simulación que muestra el potencial aumento de la eficiencia en el proceso de ingreso de materiales, asumiendo que el 100% de los materiales manufacturados internamente estarán almacenados en cajas plásticas.

Esta simulación ha revelado resultados prometedores. En primer lugar, al eliminar las cajas de cartón, se prevé una reducción significativa del tiempo dedicado al desempaque, lo que no solo optimiza el flujo de trabajo, sino que también reduce el riesgo de contaminación en el cuarto limpio. Este aspecto es crítico en la industria de dispositivos médicos, donde la higiene y el control de calidad son primordiales. La utilización de cajas plásticas, que son más fáciles de manejar y limpiar, permitirá a los operarios realizar su trabajo de manera más ágil y segura.

Tabla 24: Comparativa de materiales ingresados

Muestra	Cantidad actual	Cantidad solo con cajas plásticas	% de Diferencia
1	850	1300	52.94%
2	820	1260	53.66%
3	880	1322	50.23%
4	840	1302	55.00%
5	870	1200	37.93%
6	825	1204	45.94%
7	860	1260	46.51%
8	830	1310	57.83%
9	870	1290	48.28%
10	855	1302	52.28%
<b>Promedio</b>	<b>850</b>	<b>1275</b>	<b>50.06%</b>

Fuente: Autor, 2024

La tabla presentada muestra los resultados de las tomas realizadas en diferentes turnos sobre el proceso de ingreso de material, comparando los valores actuales con los obtenidos utilizando solo cajas plásticas. Al analizar los datos, se observa que el promedio de incremento en la cantidad de cajas ingresadas con las nuevas cajas plásticas es de un 52.41%.

En consecuencia, se puede concluir que es viable considerar la reducción de 4 posiciones en el personal de kitting. Esto implica que la inversión en cajas plásticas no solo tiene un impacto positivo en la productividad, sino que también genera oportunidades para una gestión más eficiente del recurso humano, alineándose con los objetivos de optimización operativa de la empresa.

Asimismo, al contar con un sistema de almacenamiento y manejo de materiales más eficiente, se anticipa que la carga de trabajo del personal se redistribuya de forma más

equilibrada. Esto significa que no solo se logrará la eliminación de los 10 posiciones dedicados a empaque y desempaques, sino que el equipo de kitting se beneficiará de un aumento en su eficiencia general. En concreto, se estima que, al no tener que realizar labores de desempaques, el personal podrá concentrarse en otras tareas críticas, lo que podría traducirse en una mejora notable en los tiempos de entrega y en la calidad del servicio ofrecido.

La simulación también considera el impacto del crecimiento en la producción. Con un incremento proyectado de aproximadamente un 5% anual, la capacidad de respuesta del proceso de ingreso de materiales se vuelve aún más relevante. Al tener una mayor disponibilidad de cajas plásticas, la empresa estará mejor posicionada para adaptarse a esta creciente demanda sin incurrir en demoras o complicaciones operativas. Esta flexibilidad será esencial para mantener la competitividad en el mercado.

Por último, la implementación de esta propuesta no solo representa una inversión en infraestructura, sino también en capital humano, al permitir que el personal se enfoque en áreas que generan un mayor valor para la organización. El retorno de la inversión no solo se medirá en términos financieros, sino también en la mejora de los procesos, la satisfacción del cliente y la capacidad de la planta para enfrentar futuros desafíos.

## **5.2 CONTROLAR**

En esta fase, se asegura que las mejoras identificadas e implementadas se mantengan una vez finalizado el proyecto. Para lograr el éxito de esta etapa, es fundamental estandarizar procedimientos, garantizar que los operadores reciban el entrenamiento adecuado y comunicar los resultados del proyecto. Además, deben existir planes para dar seguimiento a las acciones tomadas durante esta fase.

Cabe destacar que la implementación de cualquier proyecto de mejora requiere de una fase de control sólida, que permita que los cambios perduren a lo largo del tiempo. Por lo tanto, con el objetivo de garantizar que las actividades relacionadas con las mejoras

propuestas se completen de forma exitosa, se enumeran las siguientes actividades de control.

### **5.2.1 Indicadores de Desempeño (KPIs)**

Actualmente, se ha identificado la falta de métricas y la visualización de estas, lo que dificulta la identificación de ineficiencias y retrasa la toma de decisiones. Por lo tanto, se propone implementar un sistema de KPIs para monitorear diferentes métricas, tales como la eficiencia de piqueo e ingreso de material, el porcentaje de utilización de los ítems incluidos en el proceso de piqueo a piso, la cantidad de paros de línea y el porcentaje de errores en la preparación de materiales. Estas métricas se colocarán en una pizarra en el área de kitting, donde se revisarán diariamente al inicio de cada turno.

Esta nueva pizarra permitirá visualizar las oportunidades de mejora durante las reuniones del equipo, promoviendo una cultura de mejora continua y facilitando la búsqueda de soluciones efectivas.

### **5.2.2 Auditorías Regulares**

Se propone la implementación de auditorías regulares como parte fundamental del proceso de control para asegurar que las mejoras se mantengan a lo largo del tiempo. Estas auditorías permitirán evaluar el cumplimiento de los procedimientos establecidos, identificar desviaciones y detectar áreas de mejora. La frecuencia de las auditorías se definirá según la criticidad de los procesos, garantizando una supervisión continua.

Además, estas auditorías facilitarán la recopilación de datos relevantes para analizar la efectividad de las mejoras implementadas y asegurar que los KPIs establecidos estén siendo monitoreados adecuadamente. La retroalimentación obtenida de las auditorías se utilizará para realizar ajustes necesarios y fomentar un ambiente de mejora continua. De esta manera, se asegura que las prácticas adoptadas se integren de forma efectiva en la cultura organizacional.

### **5.2.3 Checklists de Verificación**

Para asegurar el cumplimiento de los procedimientos establecidos y mantener la eficacia de las mejoras implementadas, se propone la creación de checklists de verificación. Estas listas de control servirán como guías prácticas para que los operadores y supervisores sigan los pasos necesarios en cada proceso, garantizando así que se cumplan los estándares definidos.

El uso de checklists facilitará la identificación de desviaciones o incumplimientos en tiempo real, permitiendo que se tomen acciones correctivas de inmediato. Además, la documentación de los resultados de estas verificaciones generará un registro histórico que será valioso para auditorías y análisis futuros.

Con la implementación de checklists de verificación, se fomentará una cultura de responsabilidad y atención al detalle entre el personal, lo que contribuirá a la sostenibilidad de las mejoras a largo plazo y a la optimización de la eficiencia operativa y la calidad de los procesos en la organización.

### **5.2.4 Capacitación Continua**

La capacitación continua es un componente esencial para garantizar que las mejoras implementadas se mantengan y evolucionen con el tiempo. Con el fin de maximizar el potencial de los empleados y asegurar la correcta aplicación de los nuevos procedimientos, se propone establecer un programa de formación regular.

Este programa incluirá sesiones de entrenamiento en las nuevas prácticas y herramientas adoptadas, así como actualizaciones sobre las políticas y procedimientos de la empresa. Al fomentar el desarrollo de habilidades y conocimientos, se espera que los trabajadores se sientan más seguros y competentes en sus tareas diarias.

Además, la capacitación continua facilitará la adaptación a cambios futuros, asegurando que el personal esté preparado para afrontar nuevos desafíos y oportunidades. Este enfoque proactivo no solo contribuirá a la mejora de la eficiencia operativa, sino que

también cultivará un ambiente de trabajo colaborativo y motivador, donde el aprendizaje y la mejora constante sean valorados y promovidos.

### **5.2.5 Reuniones de Seguimiento**

Las reuniones de seguimiento son fundamentales para evaluar el progreso de las mejoras implementadas y asegurar que se mantengan en el tiempo. Estas reuniones se llevarán a cabo de manera regular, programándose una vez al mes a través de la herramienta Teams, e incluirán a todos los participantes del proyecto, como los equipos de operación, supervisión y gerencia.

Durante estas sesiones, se revisarán los indicadores de desempeño y las métricas establecidas, así como los resultados de las auditorías y los avances en la capacitación continua. Este espacio servirá para discutir las dificultades encontradas, compartir buenas prácticas y ajustar estrategias según sea necesario.

Además, las reuniones de seguimiento fomentarán la comunicación abierta y la colaboración entre los equipos, permitiendo que todos los participantes se sientan involucrados en el proceso de mejora continua. Al mantener este enfoque proactivo, se espera que las iniciativas se alineen con los objetivos estratégicos de la organización y se logre un ambiente de trabajo más eficiente y efectivo.

### **5.2.6 Sistemas de Retroalimentación**

Para garantizar la efectividad de las mejoras implementadas y el adecuado funcionamiento de los nuevos procesos, se establecerá un sistema de retroalimentación que incluirá encuestas periódicas. Estas encuestas se realizarán cada tres meses a través de Google Forms y estarán dirigidas a los integrantes del área de kitting, así como a los encargados de manufactura y planeamiento.

El objetivo de estas encuestas es recopilar opiniones y experiencias de los colaboradores directamente involucrados en los procesos. A través de preguntas específicas, se

buscará evaluar la satisfacción con las nuevas prácticas, identificar áreas de mejora y detectar posibles obstáculos que puedan surgir en el día a día.

La información recopilada se analizará cuidadosamente para realizar ajustes necesarios en los procedimientos y asegurar que las implementaciones sigan siendo efectivas y pertinentes. Este enfoque de retroalimentación continua permitirá a la organización adaptarse rápidamente a cualquier cambio en las condiciones operativas y mantener un ambiente de mejora constante.

### **5.2.7 Gráficos de Control**

Para monitorear de manera efectiva las eficiencias de los procesos implementados, se establecerá un sistema de gráficos de control que se actualizará semanalmente. Estos gráficos se centrarán en medir y visualizar las eficiencias en las operaciones de kitting y almacén, permitiendo una evaluación clara y rápida del desempeño.

Los gráficos se presentarán en reuniones semanales dirigidas a la gerencia de materiales, supervisores de almacén y líderes de almacén. Durante estas reuniones, se analizarán las tendencias en las eficiencias, se identificarán áreas de mejora y se discutirán posibles ajustes en los procesos.

Al mantener a todos los involucrados informados sobre las métricas clave, se podrá actuar de manera proactiva ante cualquier desviación o desafío que surja, asegurando así el cumplimiento de los objetivos establecidos.

### **5.2.8 Resumen de inversión y retorno (ROI)**

A continuación, se muestra la tabla resumen de los costos totales del proyecto, así como su retorno de inversión y el tiempo estimado para lograrlo. Este resumen refleja las cuatro propuestas de mejora que se implementarán y los beneficios esperados que resultarán de su ejecución.

Tabla 25: Resumen de Costos y Retorno de Inversión del Proyecto

Propuesta	Nombre	Inversión	Retorno de la inversión	Tiempo estimado de retorno
#1	Categorizar los ítems e implementar piqueo a nivel de piso	\$0	-	-
#2	Implementación de eKanban	\$11,918.91 (técnico programador contratado por 7 meses a \$20,442.9 anual)	Reducción de 3 posiciones (1 por turno) dedicadas a la creación de pedidos, con un ahorro anual estimado de \$47,321.52 (3 x \$15,773.84)	3.03 meses (aprox. inicios de mayo 2025)
#3	Reemplazo de elevadores	\$40,755	Se espera un ahorro en paros de línea de aproximadamente \$26,096.00 y \$6,836.00 en mantenimiento anualmente	14.4 meses
#4	Optimización del Proceso de Desempaque	\$98,450	\$157,738.40	Menos de 1 año

Fuente: Autor, 2024

La tabla anterior presenta un resumen de las inversiones y los retornos de las cuatro propuestas de mejora planteadas en el proyecto:

- 1. Categorizar los ítems e implementar piqueo a nivel de piso:** Esta propuesta no requiere inversión, ya que se basa en la reestructuración de procesos existentes. Por lo tanto, no se estima un retorno específico.
- 2. Implementación de eKanban:** Se prevé una inversión total de \$11,918.91, que corresponde al costo de un técnico programador contratado por siete meses. Esta implementación permitirá la reducción de tres posiciones dedicadas a la creación de pedidos, generando un ahorro anual estimado de \$47,321.52, lo que implica un tiempo estimado de retorno de aproximadamente 3.03 meses, hacia inicios de mayo de 2025.
- 3. Reemplazo de elevadores:** La inversión necesaria para esta propuesta es de \$40,755. Se espera que esta acción reduzca los paros de línea, generando un ahorro aproximado de \$26,096.00 anualmente, así como un ahorro adicional de \$6,836.00 en mantenimiento. Con estos beneficios, el tiempo estimado de retorno se calcula en 14.4 meses.
- 4. Optimización del Proceso de Desempaque:** La inversión total para esta propuesta es de \$98,450. Se estima que esta optimización generará un retorno de \$157,738.40, permitiendo así un tiempo de retorno menor a un año.

### **5.2.9 Cuantificación de beneficios**

A través de un enfoque estratégico, se han diseñado cuatro iniciativas clave que no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también generan beneficios para la organización. Estas propuestas abarcan desde la categorización de ítems y la implementación de sistemas como eKanban, hasta el reemplazo de elevadores y la optimización del proceso de desempaque. Cada una de estas medidas está destinada a fortalecer el flujo de trabajo, reducir costos y maximizar la productividad, asegurando así

una gestión más efectiva de los recursos. A continuación, se detallan los beneficios asociados a cada propuesta, evidenciando su impacto positivo en el desempeño general de la empresa.

- **Propuesta #1: Categorización de Ítems y Piqueo a Nivel de Piso**

La categorización de ítems y el sistema de piqueo a nivel de piso ha optimizado significativamente el proceso de kitting. La organización del inventario en categorías A y B ha facilitado el acceso a los ítems más demandados, reduciendo la necesidad de usar montacargas y minimizando los tiempos de preparación.

Como resultado, se ha logrado una disminución del 36.85% en las distancias recorridas durante el piqueo y una reducción promedio del 64.17% en los tiempos de ejecución.

- **Propuesta #2: Implementación de eKanban**

La implementación del sistema eKanban ha permitido una mejora significativa en la gestión de solicitudes y el flujo de trabajo en el área de kitting. Este sistema proporciona visibilidad en tiempo real de las solicitudes de producción, lo que reduce los tiempos de espera y minimiza las intervenciones manuales.

Como resultado, se estima una reducción del 53% al 63% en los tiempos de espera de los kits preparados, lo que contribuye a una mayor eficiencia operativa y a una mejora en la satisfacción del cliente.

- **Propuesta #3: Reemplazo de Elevadores**

El reemplazo de los elevadores en el área de Kitting ha permitido una mejora notable en la productividad y en la seguridad del entorno laboral. Los nuevos elevadores, diseñados para operar de manera continua, han reducido significativamente los paros de línea, eliminando las interrupciones que impactaban negativamente en la cadena de suministro.

Como resultado, se ha observado una disminución en el riesgo de lesiones laborales y una mejora en la ergonomía de las operaciones, gracias a la implementación de equipos más modernos y seguros. Se espera que esta inversión genere un ahorro anual significativo de aproximadamente \$32,932, al mismo tiempo que se asegura un flujo constante de materiales sin cuellos de botella.

- **Propuesta #4: Optimizar el Proceso de Desempacado**

La optimización del proceso de desempacado en Kitting promete una serie de beneficios significativos. Al eliminar el desempaque de cajas de cartón, se logrará una reducción en los tiempos de manejo, lo que mejorará la eficiencia operativa en el ingreso de materiales al cuarto limpio. La conversión al uso de cajas plásticas no solo facilitará un flujo más ágil de materiales, sino que también incrementará la productividad. Según los datos analizados, el promedio de incremento en la cantidad de cajas ingresadas utilizando las nuevas cajas plásticas es del 52.41%.

Además, se anticipa una reducción del 20% en el personal dedicado a estas tareas, permitiendo que los operarios se concentren en actividades más críticas. El uso de cajas plásticas también contribuirá a mejorar la ergonomía y seguridad en el trabajo, reduciendo el riesgo de lesiones laborales. Aunque se requiere una inversión inicial para la compra de estas cajas, se espera que la optimización genere un ahorro significativo en costos operativos a largo plazo, reforzando la eficiencia del proceso de kitting y garantizando un entorno laboral más seguro y productivo.

#### **5.2.10 Diagrama de Gantt – Implementación de cada propuesta**

El siguiente Diagrama de Gantt detalla la implementación de cada propuesta presentada en el marco del proyecto de mejora del proceso de kitting de consumibles en ICU Medical. A través de esta representación gráfica, se podrán observar las fases más importantes de cada propuesta, los plazos establecidos y la interrelación entre las diferentes actividades.

Esto facilitará no solo el monitoreo del progreso del proyecto, sino también la identificación de posibles desviaciones y la gestión eficaz de recursos.

A continuación, se presenta el Diagrama de Gantt, que servirá como guía para el desarrollo y ejecución de cada una de las propuestas de mejora planteadas.

Figura 87: Diagrama de Gantt – Implementación de cada propuesta



Fuente: Autor, 2024

El diagrama de Gantt para la implementación de las cuatro propuestas de mejora refleja el estado actual y el progreso planificado de cada iniciativa. Dos de las propuestas ya han concluido satisfactoriamente, alcanzando los objetivos establecidos y mostrando resultados positivos en el proceso de kitting de consumibles.

La propuesta de eKanban se encuentra en su segunda fase de implementación (V2), programada para finalizar en enero de 2025. Esta fase busca optimizar aún más la visibilidad y el control del flujo de materiales en tiempo real mediante una integración avanzada de datos.

La propuesta más extensa y de mayor plazo de ejecución es la compra de cajas plásticas, que tiene como objetivo mejorar el manejo de materiales y evitar empaques y desempaques innecesarios en las áreas de Kitting y Almacén. El presupuesto para esta adquisición fue aprobado para 2025, con un calendario que estima la recepción de las 11,000 cajas plásticas en octubre de 2025, lo que marcará la conclusión de esta propuesta.

Cada una de estas iniciativas contribuye a la optimización del flujo de trabajo en kitting y fortalece la planificación estratégica para el próximo año.

#### **5.2.11 Estimación del cumplimiento del objetivo del proyecto**

Finalmente, con todas las mejoras implementadas en el proceso de kitting de consumibles, se estima que se logrará una reducción significativa de los problemas identificados. En particular, se prevé una disminución entre un 53% y 63% en los tiempos de espera y una mejora en la precisión de la preparación de materiales, lo que impactará positivamente en la eficiencia operativa general. Además, las estrategias propuestas para reducir los traslados, los tiempos de piqueo y los tiempos de espera están diseñadas para alcanzar un ahorro anual significativo.

En relación con el objetivo general del proyecto, que buscaba optimizar el proceso de kitting y mejorar la gestión de los consumibles, se puede concluir que se ha cumplido de

manera efectiva. Las mejoras propuestas y su implementación no solo abordan las ineficiencias previamente identificadas, sino que también ofrecen una base sólida para el monitoreo continuo y la sostenibilidad de los resultados a largo plazo. Esto permitirá a ICU Medical Costa Rica alcanzar sus objetivos de productividad y calidad, garantizando una operación más eficiente y eficaz en el futuro.

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

A continuación, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente estudio.

## **Conclusiones**

- En la aplicación del ciclo DMAIC, durante la etapa “definir”, se identificaron las principales debilidades del proceso de kitting de consumibles, incluyendo tiempos de espera prolongados y falta de visibilidad en tiempo real del inventario.
- Durante la fase de “medir”, se establecieron los tiempos promedio de preparación de materiales, que alcanzaron un 30% del tiempo total del proceso, y se registraron errores en un 25% debido a la comunicación ineficiente entre departamentos.
- En la etapa de “análisis”, se detectaron dieciséis causas de ineficiencias mediante una lluvia de ideas y un diagrama de Ishikawa, determinando que las causas críticas fueron artículos sin categorización, falta de visualización en tiempo real, equipos obsoletos y desempaque de un alto porcentaje de los materiales.
- En la fase de “mejorar”, se propusieron soluciones que superaron los \$150,000, con un retorno máximo en menos de un año. Se buscó disminuir los traslados en un 36%, reducir los tiempos de piqueo en un 64%, y disminuir los tiempos de espera entre un 53% y un 63%. Estas mejoras generarían un ahorro anual de \$32,932 por paros de línea debido al mantenimiento de equipos obsoletos. Además, la implementación de cajas plásticas buscó incrementar la productividad en un 52%, lo que resultaría en la eliminación de 10 posiciones.
- Durante la etapa de “control”, se plantearon herramientas como auditorías, checklists y reuniones de seguimiento para asegurar que las mejoras identificadas e implementadas se mantuvieran a lo largo del tiempo. Además, se establecieron indicadores clave de rendimiento (KPI) para monitorear continuamente los procesos y asegurar su alineación con los objetivos de eficiencia.

- Se programó un cronograma de implementación, determinando que la ejecución de las soluciones finalizaría aproximadamente en octubre del 2025.
- A lo largo del proyecto, se llevó a cabo una revisión periódica de los avances, lo que permitió ajustar estrategias en tiempo real y maximizar la eficacia de las mejoras implementadas, garantizando que se alcanzaran los objetivos propuestos.
- Se observó una mejora general en la satisfacción del personal al reducirse los tiempos de espera y los errores, lo que resultó en un ambiente de trabajo más eficiente y colaborativo, fomentando la comunicación entre los diferentes departamentos.

### **Recomendaciones**

- **Actualizar equipos obsoletos:** Se recomienda reemplazar los equipos auxiliares que estén desactualizados para mejorar la eficiencia del proceso de kitting y reducir los tiempos de espera.
- **Implementar controles de inventario:** Realizar inventarios semanales de los consumibles para mantener un mejor seguimiento del stock disponible y evitar desabastecimientos o excesos de inventario, así como implementar categorías a los ítems de nuevo ingreso.
- **Desarrollar un programa de capacitación continua:** Es esencial establecer un programa de capacitación para el personal en nuevas técnicas de kitting y manejo de materiales, asegurando así la correcta implementación de los procesos estandarizados.
- **Crear un sistema de visualización de datos:** Implementar pantallas de visualización en tiempo real en las áreas de trabajo para mostrar el estado del inventario y el avance del kitting, mejorando la comunicación y coordinación entre departamentos.

- Establecer indicadores de desempeño: Definir y monitorear indicadores clave de rendimiento (KPI) específicos para el proceso de kitting, facilitando el seguimiento de las mejoras y el rendimiento del proceso a lo largo del tiempo.
- Realizar auditorías periódicas: Efectuar auditorías regulares de los procesos de kitting para garantizar que se mantengan las mejoras implementadas y se identifiquen oportunidades adicionales de optimización.
- Fomentar la cultura de mejora continua: Promover una cultura organizacional que valore la mejora continua, incentivando a los empleados a identificar y reportar ineficiencias en el proceso.
- Utilizar herramientas de análisis de datos: Implementar herramientas analíticas, como gráficos de control, para evaluar el rendimiento del proceso y detectar variaciones en tiempo real que puedan afectar la calidad y eficiencia.
- Planificar revisiones estratégicas: Realizar revisiones trimestrales del proceso de kitting y las herramientas utilizadas para evaluar la eficacia de las mejoras implementadas y ajustar las estrategias según sea necesario.
- Documentar procedimientos estandarizados: Asegurar que todos los procedimientos estandarizados sean documentados y accesibles para el personal, facilitando la capacitación y el cumplimiento de los procesos.

## **REFERENCIAS.**

## **Libros**

Barrantes Echavarría, R. (2014). *Investigación: Un camino al conocimiento un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto*. San José, Costa Rica: EUNED.

Bernal Torres, C. (2010). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Bogotá D.C., Colombia: Pearson Educación Ltda.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodologías de la investigación*. Sexta Edición, México: McGraw Hill.

Molina, Z. (1997). *Planeamiento Didáctico: Fundamentos, principios, estrategias y procedimientos para su desarrollo*. Primera edición, EUNED: San José, Costa Rica.

## **Proyectos de investigación**

Altuna, L. y Alva, I. (2018). *Lead time y su influencia en el nivel de servicio de las empresas de servicio de entrega rápida para las importaciones de Estados Unidos*. (Trabajo de graduación para optar por el título de Negocios Internacionales). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Perú.

Blandón, J. (2017). *Disminución del tiempo de ensamble del cuello de botella en las líneas de producción de fórceps*. (Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial). Universidad Central. Costa Rica.

Rabanales Ortiz, M.R. (2016). *Diseño de la investigación del desarrollo de un modelo de pronósticos por medio del método ABC para la reducción de merma por daño de productos cárnicos en un supermercado*. (Tesis para Ingeniería Mecánica Industrial). Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3334\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3334_IN.pdf)

## Fuentes de Internet

Addlink (2023). *¿Qué es un histograma?* Recuperado de [¿Qué es un histograma? \(addlink.es\)](https://addlink.es).

Agile Experience (2019). *Análisis de procesos con SIPOC*. Recuperado de [Análisis de procesos con SIPOC - Agile Experience](#)

Ahaslides (2023). *¿Qué es Gemba Walks?* Recuperado de [¿Qué es Gemba Walks? Guía completa 2024 - AhaSlides](#)

Aiteco (2019). *Multivotación, un Excelente Instrumento para Seleccionar las Mejores Ideas*. Recuperado de [Multivotación, un Excelente Instrumento para Seleccionar las Mejores Ideas - \(aiteco.com\)](#).

Anestesiari (2014). *Como un huevo a una castaña. Diferencias entre un diagrama de barras y un histograma*. Recuperado de [Diferencias entre un diagrama de barras y un histograma \(anestesiari.org\)](#)

Asana (2023). *Análisis FODA: qué es y cómo usarlo (con ejemplos)*. Recuperado de [Análisis FODA: qué es y cómo usarlo \(con ejemplos\) \[2023\] • Asana](#).

Asana (2024). *¿Qué es un diagrama de flujo y cómo hacerlo?* Recuperado de [¿Qué es un diagrama de flujo y cómo hacerlo? \[2024\] • Asana](#).

Asana (2024). *¿Qué es un diagrama SIPOC? 7 pasos para trazar y comprender los procesos de negocios*. Recuperado de [¿Qué es un diagrama SIPOC? 7 pasos para trazar los procesos de negocios \[2024\] • Asana](#).

Asana (2024). *Desmitificación del análisis de costo-beneficio: 5 pasos para tomar mejores decisiones*. Recuperado de [Análisis de coste-beneficio: 5 pasos para tomar mejores decisiones \[2024\] • Asana](#).

Asana (2024). *Diagrama de Gantt: qué es y cómo crear uno con ejemplos*. Recuperado de [Diagrama de Gantt: qué es y cómo crear uno con ejemplos \[2024\] • Asana](#).

Boletín informativo ICU Costa Rica (2019). *Explorando ICU Medical*. Recuperado de [icumed.sharepoint.com/sites/CostaRica/ICUCostaRicaNewsletter/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2FCostaRica%2FICU\\_Costa\\_Rica\\_Newsletter%2FBoletines%2FBoletín\\_Informativo\\_Explorando\\_ICU\\_Medical\\_2da\\_Edición\\_Costa\\_Rica\\_Leadership\\_Team%2Epdf&parent=%2Fsites%2FCostaRica%2FICUCostaRicaNewsletter%2FBoletines](https://icumed.sharepoint.com/sites/CostaRica/ICUCostaRicaNewsletter/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2FCostaRica%2FICU_Costa_Rica_Newsletter%2FBoletines%2FBoletín_Informativo_Explorando_ICU_Medical_2da_Edición_Costa_Rica_Leadership_Team%2Epdf&parent=%2Fsites%2FCostaRica%2FICUCostaRicaNewsletter%2FBoletines)

Concepto (2023). *Histograma*. Recuperado de [Histograma - Concepto, tipos, ejemplos y cómo crearlos](#).

Connecting Visions Group (2021) *¿Qué es la Voz del Cliente (VOC) y cómo utilizarlo?* Recuperado de [¿Qué es la Voz del Cliente \(VOC\) y cómo utilizarlo? - Connecting Visions \(connectingvisionsgroup.com\)](#)

Gestiopolis (2020). *El estudio de tiempos y movimientos. Qué es, origen, objetivos y características*. Recuperado de [El estudio de tiempos y movimientos. Definición y objetivos • gestiopolis](#)

Global Trust Association (2019). *El Árbol CTQ (Critical to Quality)*. Recuperado de [Global Trust Association | El Árbol CTQ \(Critical to Quality\)](#).

Google Maps (2024). *ICU Medical Global Park*. Recuperado de [ICU Medical Global Park - Google Maps](#)

Guía del empresario (2023). *Diagrama de Gantt*. Recuperado de [Diagrama de Gantt ▷ Qué es, Ejemplos 2024 \(guiadelempresario.com\)](#).

Hubspot (2022). *Registros de ventas: qué son, cómo se hacen y ejemplo*. Recuperado de [Registros de ventas: qué son, cómo se hacen y ejemplo \(hubspot.es\)](#).

Hubspot (2023). *5 porqués: qué es, metodología y ejemplos*. Recuperado de [5 porqués: qué es, metodología y ejemplos \(hubspot.es\)](#).

Hubspot (2023). *Cómo realizar un análisis de costo-beneficio (con ejemplos)*. Recuperado de [Cómo realizar un análisis de costo-beneficio \(con ejemplos\) \(hubspot.es\)](#)

ICU Medical (2024) eKanban. Recuperado de [Iniciar Sesión - eKanban](#),

ICUMED (2023). *Reporte de Sostenibilidad*. Recuperado de [icumed.sharepoint.com/sites/planner.proyectos.rh.costa.rica/SharedDocuments/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fplanner%2Eproyectos%2Erh%2Ecosta%2Erica%2FSharedDocuments%2FPortal%2FResponsabilidadSocial%2FReportedesostenibilidad%2Epdf&parent=%2Fsites%2Fplanner%2Eproyectos%2Erh%2Ecosta%2Erica%2FSharedDocuments%2FPortal%2FResponsabilidad Social](https://icumed.sharepoint.com/sites/planner.proyectos.rh.costa.rica/SharedDocuments/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fplanner%2Eproyectos%2Erh%2Ecosta%2Erica%2FSharedDocuments%2FPortal%2FResponsabilidadSocial%2FReportedesostenibilidad%2Epdf&parent=%2Fsites%2Fplanner%2Eproyectos%2Erh%2Ecosta%2Erica%2FSharedDocuments%2FPortal%2FResponsabilidad%2FSocial)

ICX (2021). *DMAIC: HAZ REALIDAD LA MEJORA CONTINUA DE TUS PROCESOS*. Recuperado de [DMAIC: Haz realidad la mejora continua de tus procesos \(icx.co\)](#).

Ideascale (2023). *¿Qué es un grupo focal?* Recuperado de [¿Qué es un grupo focal? Definición, preguntas, ejemplos y buenas prácticas - IdeaScale](#)

Inboundcycle (2024). *Diagrama de Pareto: qué es, cómo hacerlo y ejemplos*. Recuperado de [▷ Diagrama de Pareto: qué es, cómo hacerlo y ejemplos \(inboundcycle.com\)](https://inboundcycle.com)

Instituto Mudanai (2022). *DMAIC: Qué es y cuáles son sus pasos*. Recuperado de [DMAIC: Qué es y cuáles son sus pasos - Instituto Mudanai](#).

Investigalia (2021). *Los sujetos de estudio*. Recuperado de [Los sujetos de estudio - Investigalia \(investigaliacr.com\)](#).

IONOS (2023). *Brainstorming: qué es y cómo funciona*. Recuperado de [Brainstorming o lluvia de ideas: definición, técnicas y ejemplos - IONOS España](#)

IONOS (2023). *El diagrama de Ishikawa para abordar los problemas correctamente*. Recuperado de [Diagrama de Ishikawa | Técnica de resolución de problemas - IONOS España](#).

iPMOguide (2024). *Registros históricos*. Recuperado de [Registros Históricos - iPMOGuide](#).

Issuu (2018). Ejemplo de entrevista. Recuperado de [Ejemplo de entrevista by ERENDIDA CERVANTES - Issuu](#)

Linkedin (2021). *CTQ - Críticos para la calidad*. Recuperado de [CTQ - Críticos para la calidad \(linkedin.com\)](#)

Maseldata (2022). *5 ejemplos de dashboards en Power BI de 2023*. Recuperado de [5 ejemplos de dashboards en Power BI de 2023 \(maseldata.com\)](#).

Monografías (2013). *Metodologías para la solución de problemas – Aplicación a un Restaurante – Perú*. Recuperado de [Metodologías para la solución de problemas – Aplicación a un Restaurante – Perú \(monografias.com\)](#).

Napratica (2014). *Diagrama de Pareto: o que é, como usar e modelo para baixar gratuitamente*. Recuperado de [Diagrama de Pareto: o que é, como usar e modelo para baixar \(napratica.org.br\)](#).

PDCA Home (2012). *Diagramas de control: Gráficos para controlar procesos*. Recuperado de [Diagramas de control: Gráficos para controlar procesos – PDCA Home](#)

Prevencionintegral (2017). *Observaciones del trabajo: métodos de observación directa*. Recuperado de [Observaciones del trabajo: métodos de observación directa | UPCplus](#)

Progressa Lean (2015). *5 Porqués, Análisis de la causa raíz de los problemas*. Recuperado de [5 Porqués, Análisis de la causa raíz de los problemas - Progressa Lean](#).

Pro-Optim (2020). *Mapa del flujo de valor (VSM)*. Recuperado de [Mapa del flujo de valor \(VSM\) - Pro Optim Blog](#)

QServus (2022). *Lluvia de ideas: Generación de muchas ideas radicales y creativas*. Recuperado de [Lluvia de ideas: Generación de muchas ideas radicales y creativas - \(qservus.com\)](#).

RAM (2016). *El protocolo de investigación IV: las variables de estudio*. Recuperado de [El protocolo de investigación IV: las variables de estudio | Revista Alergia México](#).

Raona (2023). *El Poder del Método Kaizen y la mejora continua en tu Empresa*. Recuperado de [Método Kaizen: Qué es y cómo beneficia tu empresa | Raona](#).

Rockcontent (2021). *Descubre qué es un dashboard y qué información debe contener*. Recuperado de [Dashboard: ¿qué es y cómo utilizar uno en tu empresa? \(rockcontent.com\)](https://rockcontent.com).

Safety Culture (2024). *Cómo el método DMAIC puede ayudar a su empresa a mejorar su rendimiento*. Recuperado de [DMAIC: una herramienta Six Sigma para el éxito | SafetyCulture](#).

Safety Culture (2024). *Diagrama de Pez: Una guía*. Recuperado de [Diagrama de pez o Ishikawa: una guía | SafetyCulture](#).

Safety Culture (2024). *Guía breve de técnicas de recolección de datos*. Recuperado de [Técnicas de recolección de datos - Una guía | SafetyCulture](#)

Safety Culture (2024). *Método Kaizen*. Recuperado de [Kaizen: Significado, proceso, método y principios | SafetyCulture](#).

Safety Culture (2024). *PDCA: ¿Qué es el ciclo Plan Do Check Act?* Recuperado de [PDCA: significado, etapas e importancia | SafetyCulture](#).

Talk Walker (2021), *Análisis de la voz del cliente*. Recuperado de [Análisis de la voz del cliente \(talkwalker.com\)](https://talkwalker.com).

Técnicas de investigación (2020). *Fuentes de información primarias, secundarias y terciarias*. Recuperado de [Fuentes de información primarias, secundarias y terciarias \(tecnicasdeinvestigacion.com\)](https://tecnicasdeinvestigacion.com).

Tudashboard (2020). *Gráfica de Pastel. Conoce sus características y cuándo utilizarla*. Recuperado de [Gráfica de Pastel: Qué es, características y cuándo utilizarla \(tudashboard.com\)](https://tudashboard.com).

Web y empresas (2021). *9 ejemplos de Diagrama de Flujo*. Recuperado de [9 Ejemplos de Diagrama de Flujo - Web y Empresas](#).

Wikipedia (2014). *Diagrama de barras*. Recuperado de [Diagrama de barras - Wikipedia, la enciclopedia libre](#).

Zendesk (2023). Ejemplos de encuestas de satisfacción: 20 preguntas de servicio al cliente. Recuperado de [Preguntas de servicio al cliente: 20 ejemplos para encuestas](#)

## **APÉNDICES Y ANEXOS.**

## APÉNDICE 1: Glosario de términos

- **DMAIC:** Metodología estructurada de mejora continua que se utiliza en la gestión de calidad y la optimización de procesos. Las siglas representan las fases de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.
- **Kitting:** Proceso logístico que agrupa todos los componentes o consumibles necesarios para una tarea específica, facilitando la preparación y entrega de materiales de manera eficiente.
- **Lean Manufacturing:** Sistema de gestión de la producción enfocado en la minimización de desperdicios sin sacrificar la productividad, con el objetivo de mejorar la eficiencia y la calidad.
- **Visualización en Tiempo Real:** Herramienta que permite a los operadores y supervisores ver el estado actual del inventario o de un proceso, lo que facilita la toma de decisiones de forma inmediata.
- **Inventario en Tránsito:** Stock de productos o materiales que están siendo trasladados desde un lugar de almacenamiento o manufactura hacia el área de producción, pero que aún no han sido ingresados oficialmente al inventario.
- **Kanban:** Herramienta visual utilizada en la gestión de inventarios y control de flujo en los procesos de producción, que organiza las tareas y reduce el exceso de stock al permitir el aprovisionamiento bajo demanda.
- **Tiempo de Espera:** Periodo en el cual los materiales o productos están inactivos en el proceso de producción, generalmente debido a falta de disponibilidad de recursos o descoordinación entre áreas.

- **Eficiencia Operativa:** Indicador del rendimiento de los procesos, que mide la relación entre los recursos empleados y los resultados obtenidos, con el objetivo de maximizar la productividad.
- **Control de Calidad:** Conjunto de procedimientos y herramientas aplicadas para asegurar que un producto o servicio cumple con los estándares y especificaciones requeridas.
- **Auditoría de Procesos:** Examen y evaluación sistemática de los procesos de una organización para asegurar que cumplen con los estándares y objetivos definidos.
- **Diagrama espagueti:** Herramienta visual que representa el flujo de trabajo, identificando las distancias recorridas y los desplazamientos en un proceso, lo que ayuda a detectar áreas de mejora en la eficiencia del layout.
- **ROI (Return on Investment):** Indicador financiero que mide el retorno de una inversión en comparación con su costo inicial, ayudando a evaluar la rentabilidad de proyectos o iniciativas.
- **Estandarización de Procesos:** Proceso de definir y documentar la manera más eficiente de realizar tareas para reducir variabilidad, asegurar consistencia y mejorar la calidad.
- **Piqueo a piso:** Sistema de recolección de ítems donde los artículos de alta rotación se colocan a nivel del suelo para facilitar el acceso sin necesidad de montacargas, optimizando tiempos de recolección.
- **Desempaque:** Proceso de extracción de materiales de sus empaques originales para ser ingresados a áreas de manufactura o controladas, especialmente relevante en industrias donde se requiere un ambiente libre de contaminantes.

- **Sistema Oracle:** Sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado por Oracle Corporation. Se utiliza para almacenar, organizar y gestionar grandes cantidades de datos en entornos empresariales. El sistema Oracle ofrece funcionalidades avanzadas para el manejo de transacciones, seguridad, recuperación de datos, y soporte para aplicaciones críticas, siendo ampliamente utilizado en soluciones empresariales y de planificación de recursos empresariales (ERP) y de inventarios (MRP).

## APÉNDICE 2: Encuesta Kitting consumibles

En general, ¿cómo calificarías los tiempos de preparación actuales en el proceso de kitting?

Muy rápidos	Razonablemente rápidos	Adecuados
Lentos	Muy lentos	

¿Con qué frecuencia los tiempos de preparación afectan el flujo de trabajo de la producción?

Nunca	Raramente	Algunas veces
A menudo	Siempre	

¿Qué crees que podría mejorar los tiempos de preparación en el proceso de kitting?

Capacitación adicional

Mejores herramientas o equipos

Ajustes en los procedimientos

Mejor comunicación con otros departamentos

Ninguna mejora es necesaria

La comunicación entre el departamento de kitting y los departamentos de planificación y manufactura es:

Muy eficiente

Eficiente

Neutra

Ineficiente

Muy ineficiente

¿Cuántas veces al mes experimentas problemas debido a una mala comunicación entre departamentos?

Nunca

1-2 veces

3-4 veces

5-6 veces

Más de 6 veces

¿Qué aspecto de la comunicación debería mejorar para agilizar el proceso?

Respuestas más rápidas

Claridad en las instrucciones

Más reuniones o actualizaciones

Mayor involucramiento de supervisores

No veo necesidad de mejorar la comunicación

¿Con qué frecuencia los equipos obsoletos interfieren en tu trabajo en el proceso de kitting?

Nunca

Raramente

Algunas veces

A menudo

Siempre

¿Qué impacto tienen los equipos obsoletos en los tiempos de preparación?

Ningún impacto

Impacto mínimo

Impacto moderado

Impacto significativo

Impacto severo

¿Qué tipo de actualización crees que tendría el mayor impacto en la mejora del proceso?

Sustitución de equipos antiguos

Mejor mantenimiento de los equipos actuales

Incorporación de tecnología nueva

Ninguna mejora es necesaria

¿Cómo calificarías la visibilidad en tiempo real del inventario en tránsito?

Excelente

Buena

Adecuada

Deficiente

Muy deficiente

¿Con qué frecuencia el exceso de inventario en tránsito afecta el flujo de trabajo?

Nunca

Raramente

Algunas veces

A menudo

Siempre

¿Cuál es la mayor consecuencia del exceso de inventario en tránsito?

Pérdida de espacio de almacenamiento

Tiempos de espera prolongados

Dificultades en la gestión del inventario

Ninguna consecuencia relevante

## APÉNDICE 3: Caminatas Gemba

### Caminata Gemba - Alocaciones

**Objetivo:** Identificar ineficiencias, problemas y oportunidades de mejora en el área de Kitting.

#### 1. Información General

**Fecha de la Caminata:** 06 de septiembre de 2024

**Hora de Inicio:** 9:00 AM

**Hora de Finalización:** 10:30 AM

**Área Observada:** Alocaciones

**Personal Participante:**

**Supervisor de Kitting:** Jonathan Gutiérrez Obando

**Operadores:** Laura Vargas, José Martínez

**Otros Observadores:** Ingeniero de Procesos (Pedro González)

#### 2. Descripción del Proceso Observado

**Proceso:** Asignación de materiales a las órdenes de trabajo.

**Actividades Realizadas:** Asignación de materiales a cada orden, verificación de inventarios, confirmación de disponibilidad.

#### 3. Observaciones

Elemento Observado	Descripción del Problema / Observación	Impacto en el Proceso	Posible Solución
Tiempos de Espera	Tiempos muertos mientras se busca información de inventarios.	Aumenta el tiempo de ciclo	Mejorar la visibilidad en tiempo real del inventario.
Comunicación entre Operadores	Los operadores no están seguros de los números de parte correctos.	Retrasos en la asignación de materiales	Implementar una capacitación adicional.

#### 4. Identificación de Desperdicios

- Sobreproducción
- Inventario excesivo:** Se observó exceso de inventario en algunas áreas por una incorrecta asignación
- Esperas:** Demoras por la falta de información en tiempo real.
- Transporte innecesario
- Movimiento innecesario
- Procesos ineficientes
- Defectos
- Subutilización de talento

#### 5. Observaciones Adicionales

"El sistema de inventarios no está actualizado en tiempo real, lo que ocasiona confusiones y retrasos al asignar materiales."

#### 6. Recomendaciones

Implementar un sistema de inventarios en tiempo real y realizar una capacitación al personal sobre la asignación de materiales.

## Caminata Gemba - Piqueo

**Objetivo:** Identificar ineficiencias, problemas y oportunidades de mejora en el área de Kitting.

### 1. Información General

**Fecha de la Caminata:** 11 de septiembre de 2024

**Hora de Inicio:** 10:00 AM

**Hora de Finalización:** 11:30 AM

**Área Observada:** Piqueo

**Personal Participante:**

**Supervisor de Kitting:** Jose Herrera Herrera

**Operadores:** Juan Pérez, María Solano

**Otros Observadores:** Coordinador de Logística (Laura Méndez)

### 2. Descripción del Proceso Observado

**Proceso:** Selección de materiales para órdenes de trabajo.

**Actividades Realizadas:** Recolección de materiales del almacén, verificación de items y cantidades, preparación para envío a las áreas de manufactura.

### 3. Observaciones

Elemento Observado	Descripción del Problema / Observación	Impacto en el Proceso	Posible Solución
Uso de Equipos	Los escáneres de códigos de barras son antiguos y fallan a menudo.	Reduce la productividad	Sustituir equipos obsoletos por modelos más nuevos.
Manejo de Inventarios	Los materiales no están organizados eficientemente en el almacén.	Aumenta el tiempo de búsqueda de materiales	Optimizar el layout del almacén.

### 4. Identificación de Desperdicios

- Sobreproducción**
- Inventario excesivo:** Almacén con exceso de material no necesario.
- Esperas:** Tiempos de espera durante la búsqueda de materiales.
- Transporte innecesario**
- Movimiento innecesario:** Desplazamientos largos entre estantes del almacén.
- Procesos ineficientes**
- Defectos**
- Subutilización de talento**

### 5. Observaciones Adicionales

"La falta de organización en el almacén genera retrasos, ya que los operadores deben caminar grandes distancias para recoger los materiales."

### 6. Recomendaciones

Rediseñar el layout del almacén para reducir los tiempos de búsqueda y mejorar la organización de los materiales.

## Caminata Gemba - Chequeo

**Objetivo:** Identificar ineficiencias, problemas y oportunidades de mejora en el área de Kitting.

### 1. Información General

**Fecha de la Caminata:** 12 de septiembre de 2024

**Hora de Inicio:** 9:30 AM

**Hora de Finalización:** 11:00 AM

**Área Observada:** Chequeo

**Personal Participante:**

**Supervisor de Kitting:** Jose Herrera Herrera

**Operadores:** Carmen Ruiz, Luis Torres

**Otros Observadores:** Supervisor de Calidad (María López)

### 2. Descripción del Proceso Observado

**Proceso:** Verificación e identificación de los kits preparados.

**Actividades Realizadas:** Inspección de materiales, verificación de cantidades y etiquetado.

### 3. Observaciones

Elemento Observado	Descripción del Problema / Observación	Impacto en el Proceso	Posible Solución
Control	Inconsistencias en la verificación de kits.	Aumenta el riesgo de errores	Establecer un checklist estandarizado para la verificación.
Tiempos de Espera	Retrasos durante la inspección debido a problemas con el material	Disminuye la eficiencia del flujo de trabajo	Implementar una capacitación adicional.

### 4. Identificación de Desperdicios

- Sobreproducción
- Inventario excesivo
- Esperas: Demoras en la inspección por problemas desde el piqueo
- Transporte innecesario
- Movimiento innecesario
- Procesos ineficientes
- Defectos
- Subutilización de talento

### 5. Observaciones Adicionales

"La falta de un checklist estandarizado causa variaciones en el proceso de chequeo."

### 6. Recomendaciones

Implementar un checklist para la verificación de kits y considerar capacitación adicional a los encargados de piqueo.

## Caminata Gemba - Ingreso de Material

**Objetivo:** Identificar ineficiencias, problemas y oportunidades de mejora en el área de Ingreso de Material.

### 1. Información General

**Fecha de la Caminata:** 20 de septiembre de 2024

**Hora de Inicio:** 9:00 AM

**Hora de Finalización:** 10:30 AM

**Área Observada:** Ingreso de Material

**Personal Participante:**

**Supervisor de Kitting:** Jose Herrera Herrera

**Operadores:** Andrés Rodríguez, Luis González

**Otros Observadores:** Encargado de Logística (Carmen Jiménez)

### 2. Descripción del Proceso Observado

**Proceso:** Ingreso de materiales al cuarto limpio.

Verificación de la cantidad y número de orden, desempaque de materiales.

### 3. Observaciones

Elemento Observado	Descripción del Problema / Observación	Impacto en el Proceso	Posible Solución
Tiempos de desempaque	Los tiempos de descarga de materiales son elevados debido al uso de equipos antiguos.	Aumenta el tiempo total del proceso de ingreso de materiales.	Reemplazar los elevadores de tarimas por equipos más modernos y eficientes.
Equipos Obsoletos	Los elevadores de tarimas son antiguos y requieren mantenimiento constante.	Aumenta el tiempo de inactividad y ralentiza el proceso de descarga.	Reemplazar los elevadores de tarimas por nuevos equipos más modernos que agilicen el proceso.
Tiempos de Registro	El registro manual de los materiales es lento.	Aumenta los tiempos de procesamiento.	Automatizar el sistema de ingreso de materiales.

### 4. Identificación de Desperdicios

- Sobreproducción
- Inventario excesivo:** Acumulación de materiales en espera de ser registrados.
- Esperas:** Tiempos prolongados de espera debido al uso de equipos antiguos.
- Transporte innecesario:** Movimiento ineficiente de materiales debido a los equipos de transporte obsoletos.
- Movimiento innecesario
- Procesos ineficientes:** El uso de equipos viejos afecta la eficiencia del proceso.
- Defectos
- Subutilización de talento

### 5. Observaciones Adicionales

"Se observó que los elevadores de tarimas son una fuente de ineficiencia significativa en el proceso de ingreso de materiales, aumentando los tiempos de ciclo y provocando demoras en el registro de inventario."

### 6. Recomendaciones

Reemplazar los elevadores de tarimas obsoletos por equipos más modernos y automatizar el sistema de ingreso de materiales para reducir los tiempos de procesamiento y mejorar la eficiencia general del proceso.

## Caminata Gemba - Auditoría

**Objetivo:** Identificar ineficiencias, problemas y oportunidades de mejora en el área de Auditoría.

### 1. Información General

**Fecha de la Caminata:** 24 de septiembre de 2024

**Hora de Inicio:** 9:00 AM

**Hora de Finalización:** 10:30 AM

**Área Observada:** Auditoría

**Personal Participante:**

**Supervisor de Kitting:** Jonathan Gutiérrez Obando

**Auditores Participantes:** Marcela Ramírez, Diego Murillo

**Otros Observadores:** Coordinador de Calidad (Ana Morales)

### 2. Descripción del Proceso Observado

**Proceso:** Revisión de conformidades de preparación.

**Actividades Realizadas:** Inspección de materiales preparados.

### 3. Observaciones

Elemento Observado	Descripción del Problema / Observación	Impacto en el Proceso	Posible Solución
Tiempos de Inspección	Los tiempos de inspección son elevados debido a la falta de automatización.	Aumenta los tiempos de respuesta	Implementar herramientas digitales para agilizar la auditoría.
Cumplimiento de Procedimientos	Algunos procedimientos no se siguen al pie de la letra en todas las áreas.	Aumenta el riesgo de no conformidades	Reforzar la capacitación en normativas y procedimientos.

### 4. Identificación de Desperdicios

- Sobreproducción
- Inventario excesivo:** Productos en revisión se acumulan por retrasos en auditorías.
- Esperas:** Los tiempos prolongados de auditoría afectan los tiempos de ciclo.
- Transporte innecesario
- Movimiento innecesario
- Procesos ineficientes
- Defectos
- Subutilización de talento

### 5. Observaciones Adicionales

"La falta de herramientas automatizadas retrasa el proceso de auditoría y genera acumulación de productos."

### 6. Recomendaciones

Implementar sistemas de gestión de auditoría automatizados y realizar capacitaciones periódicas para asegurar el cumplimiento de procedimientos.

## Caminata Gemba - Servicio al Cliente

**Objetivo:** Identificar ineficiencias, problemas y oportunidades de mejora en el área de Servicio al Cliente.

### 1. Información General

**Fecha de la Caminata:** 25 de agosto de 2024

**Hora de Inicio:** 10:00 AM

**Hora de Finalización:** 11:30 AM

**Área Observada:** Servicio al Cliente

**Personal Participante:**

**Supervisor de Kitting:** Jose Herrera Herrera

**Personal de Servicio al Cliente:** Patricia Jiménez, Carlos López

**Otros Observadores:** Coordinador de MFG (Rafael Salas)

### 2. Descripción del Proceso Observado

**Proceso:** Entrega de materiales y recibo de retornos.

**Actividades Realizadas:** Respuesta a solicitudes de clientes, gestión de devoluciones y consultas técnicas.

### 3. Observaciones

Elemento Observado	Descripción del Problema / Observación	Impacto en el Proceso	Posible Solución
Tiempos de Respuesta	El tiempo de respuesta a las consultas de clientes es alto.	Baja satisfacción del cliente	Optimizar los tiempos de gestión mediante la digitalización de los procesos.
Documentación de Quejas	Los registros de quejas no están estandarizados.	Dificultad en la trazabilidad	Implementar un sistema estandarizado para documentar y gestionar quejas.

### 4. Identificación de Desperdicios

- Sobreproducción**
- Inventario excesivo:** Demoras en la gestión de devoluciones afectan la disponibilidad de inventario.
- Esperas:** Retrasos en la atención al cliente por falta de procesos optimizados.
- Transporte innecesario**
- Movimiento innecesario**
- Procesos ineficientes**
- Defectos**
- Subutilización de talento**

### 5. Observaciones Adicionales

"El proceso de gestión de quejas y consultas podría mejorarse con la implementación de un CRM que agilice la trazabilidad de las solicitudes."

### 6. Recomendaciones

Adoptar un sistema CRM para mejorar los tiempos de respuesta y estandarizar la documentación de quejas.

## Caminata Gemba - Áreas de MFG

**Objetivo:** Identificar ineficiencias, problemas y oportunidades de mejora en el proceso de recepción de material que les entrega kitting.

### 1. Información General

**Fecha de la Caminata:** 30 de agosto de 2024

**Hora de Inicio:** 8:30 AM

**Hora de Finalización:** 10:00 AM

**Área Observada:** Áreas de Manufactura (MFG)

#### Personal Participante:

**Supervisor de Kitting:** Jonathan Gutiérrez Obando

**Operadores:** José Rojas, Laura Sandoval

**Otros Observadores:** Supervisor de Producción (Miguel Álvarez)

### 2. Descripción del Proceso Observado

**Proceso:** Recepción de materiales provenientes del área de kitting.

**Actividades Realizadas:** Recepción, verificación de cantidad y estado del material, almacenamiento temporal y preparación para la integración al proceso de producción.

### 3. Observaciones

Elemento Observado	Descripción del Problema / Observación	Impacto en el Proceso	Posible Solución
Verificación del Material	Se observan retrasos en la verificación manual del material entregado.	Aumenta los tiempos de espera antes de iniciar la producción	Implementar un sistema automatizado de verificación.
Comunicación entre Kitting y MFG	La coordinación entre las áreas no es eficiente, generando faltantes de material en la entrega.	Retrasos en la producción.	Mejorar la planificación y coordinación entre áreas.
Almacenamiento Temporal	Falta de organización en el almacenamiento temporal de los materiales recibidos.	Causa desorden y pérdida de tiempo en la búsqueda de materiales.	Optimizar el sistema de almacenamiento temporal.

### 4. Identificación de Desperdicios

- Sobreproducción**
- Inventario excesivo:** Se observa acumulación de materiales en recepción
- Esperas:** Tiempo de espera prolongado debido a la verificación manual.
- Transporte innecesario:** Transporte interno mal planificado para llevar los materiales a las líneas de producción.
- Movimiento innecesario:** Operadores tienen que hacer movimientos adicionales por falta de organización.
- Procesos ineficientes:** Verificación manual en lugar de un sistema automatizado.
- Defectos**
- Subutilización de talento**

### 5. Observaciones Adicionales

"Se observó que los operadores a menudo tienen que realizar múltiples viajes desde la recepción hasta las áreas de producción debido a la falta de organización en el almacenamiento temporal. Esto genera tiempos de ciclo más largos y aumenta los movimientos innecesarios."

### 6. Recomendaciones

Implementar un sistema automatizado para la verificación del material recibido y optimizar el sistema de almacenamiento temporal para reducir el desorden. Mejorar la coordinación entre las áreas de kitting y manufactura, y establecer un sistema de planificación más efectivo para evitar faltantes de material en las líneas de producción.

**APÉNDICE 4: Acomodo de racks – Situación actual**



**ANEXO 1: Set Intravenoso**



## ANEXO 2: Bomba de Infusión



### ANEXO 3: Cotización de Industria UNICAN

	Título: <b>COTIZACION</b>	Código: <b>CM01-0000-07</b>
Apdo. 32-2120 San Francisco de Goicoechea, Costa Rica – Tel.: 2257-7490,258-1071, 2257-8336 - Fax (506) 2257-6026		
<b>VERSION: 3</b>		
<b>COTIZACIÓN</b>		<b>No: 122323</b>
Atención:	Sr Jose Herrera	De: Shirley Méndez
Cliente:	ICU Medical Costa Rica LTD	Fecha: 02 septiembre 2024
Tel:	(506) 2209-5021	Pág: 1
E-mail:	CC: Departamento de Ventas	

Cantidad	Descripción del Producto	Precio \$ / Unidad	Precio Total
11.000 uds	Part # 924266 Caja 100% virgen Dimensiones = 19.5" (length) x 12" (wide) x 13" (height)  Part #924268 Tapa 100% virgen Dimensiones = 19.5" (length) x 12" (wide) x 1" (height)	\$ 8.95	\$ 98.450

Nota: tiempo de fabricación del molde 6 a 8 meses  
 Garantía 6 meses  
 En caso de entregas a ICU Medical de productos defectuosos o no apegados a la especificación acordada, deberá ser respuestas esas unidades por nuestra parte en el menor plazo de entrega posible, esta reposición se puede manejar con cambio de producto en misma cantidad a lo devuelto o en su defecto se puede realizar también Nota de Crédito , como el cliente así lo desee.

#### CONDICIONES GENERALES

**Crédito:** 60 días

**Fecha de Despacho:** 22 días después de recibida la OC

**Lugar de Entrega:** Instalaciones de ICU Medical Costa Rica LTD

**Validez de la Oferta:** 30 días.







  

*Shirley Méndez*  
 Jefe Departamento Comercial.  
 Correo: [smendez@envasescomeca.com](mailto:smendez@envasescomeca.com)  
 Tel : 506-2577490 | Cel : 506-8836-4699

 <https://www.unicancr.com>

 [Industria Unican](#)

**ANEXO 4:** Dibujo y especificaciones de la caja plástica

	<table border="1" data-bbox="889 800 1409 926"> <tr> <td rowspan="2">  </td> <td>FECHA:</td> </tr> <tr> <td>28-08-2022</td> </tr> </table> <p data-bbox="997 953 1279 995"><b>TAPA ICU MEDICAL</b></p>		FECHA:	28-08-2022
	FECHA:			
	28-08-2022			
	<table border="1" data-bbox="889 1587 1409 1713"> <tr> <td rowspan="2">  </td> <td>FECHA:</td> </tr> <tr> <td>28-08-2022</td> </tr> </table> <p data-bbox="997 1740 1279 1782"><b>CAJA ICU MEDICAL</b></p>		FECHA:	28-08-2022
	FECHA:			
	28-08-2022			